

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Петров Михаил Игоревич

1. Тема г. Калининград. Здание пенсионного фонда. Отопление и вентиляция.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 20.06.2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе планы и разрезы здания

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Исходные данные, теплотехнический расчет, отопление, вентиляция, безопасность и экологичность технического объекта, контроль и автоматизация, организация монтажных работ

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общие данные, план техподполья, план первого этажа, план второго этажа, план третьего этажа, схема системы отопления, схемы ПВ1, П1, П2, П4, схемы В1-В4

6. Консультанты по разделам Усманова Е.А., Кучеренко М.Н., Щипанов А.В.

7. Дата выдачи задания «20» апреля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

Е.А. Усманова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

М.И. Петров

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы**

Студента Петрова Михаила Игоревича

по теме г. Калининград. Здание пенсионного фонда. Отопление и вентиляция.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные	21.04.2016	21.04.2016	Выполнено	
Теплотехнический расчет	25.04.2016	24.04.2016	Выполнено	
Отопление	30.04.2016	03.05.2016	Выполнено	
Вентиляция	15.05.2016	15.05.2016	Выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	16.05.2016	16.05.2016	Выполнено	
Автоматизация	18.05.2016	17.05.2016	Выполнено	
Организация монтажных работ	20.05.2016	20.05.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

Е.А. Усманова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

М.И. Петров

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе были запроектированы системы отопления и вентиляции административного здания пенсионного фонда, расположенного в г. Калининграде. Был произведен теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, расчет теплового баланса здания, гидравлический расчет системы отопления, расчет воздушного баланса, аэродинамический расчет систем вентиляции, подбор оборудования, описание системы автоматизации приточно-вытяжной вентиляционной камеры, дана оценка безопасности и экологичности технического объекта, составлена организация строительно-монтажных работ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
1 Исходные данные	3
1.1 Сведения о функциональном назначении объекта, состав и характеристика производства	3
1.2 Сведения о климатических и метеорологических условиях района строительства, расчетных параметрах наружного воздуха	3
1.3 Сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей системы отопления и вентиляции	4
1.4 Параметры внутреннего микроклимата здания	4
2 Теплотехнический расчет	6
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	6
2.2 Расчет теплотерь через наружные ограждающие конструкции	13
3 Отопление	22
3.1 Конструирование системы отопления	22
3.2 Гидравлический расчет системы отопления	23
3.3 Тепловой расчет системы отопления	28
4 Вентиляция	29
4.1 Определение требуемых воздухообменов	29
4.2 Конструирование системы вентиляции	34
4.3 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств	35
4.4 Аэродинамический расчет систем вентиляции	35
4.5 Подбор оборудования	37
5 Безопасность и экологичность технического объекта	39
5.1 Безопасность жизнедеятельности	39
5.2 Пожарная безопасность и экология	42
6 Автоматизация	46
7 Организация монтажных работ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

В современных зданиях для проживания и жизнедеятельности человека необходимо создавать комфортные условия, обеспечиваемые системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

В данной дипломной работе производится расчет систем отопления и вентиляции в административном здании в соответствии с СП, СНиП и действующими нормативными документами.

Цель работы - обеспечение комфортных условий для жизнедеятельности человека путем создания в здании системы отопления, вентиляции и кондиционирования

Задачи:

1. Произвести теплотехнический расчет ограждающих конструкций
2. Сконструировать и произвести расчет системы отопления
3. Сконструировать и произвести расчет системы вентиляции

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Сведения о функциональном назначении объекта, состав и характеристика производства

Административное здание управления пенсионного фонда Российской Федерации (УПФР) располагается в городе Калининграде. Координаты города 55°05' с.ш. 21°53' в.д. Здание управления предназначено для работы с населением по назначению и выплате государственных пенсий, организации и ведения персонифицированного учета сведений о застрахованных лицах и т.д.

Управление пенсионного фонда Российской Федерации представляет собой угловое трехэтажное здание округлой формы с техническим подпольем. На первом этаже располагаются комнаты для работы с населением, а также архивы, на втором и третьем этаже располагаются кабинеты различного назначения, на втором этаже также располагается актовый зал. В техподполье находится ИТП и венткамера. К зданию пристроен гараж с собственной механической вентиляцией.

Высота здания от уровня земли до шпиля составляет 20,3 м. Высота этажа 3,3 м, высота техподполья 2,0 м. Размеры здания в плане составляют 32,1 х 21,0 м. Здание занимает площадь 530,5 м². Главный фасад здания ориентирован на запад.

Категория выполняемых работ Ib.

1.2 Сведения о климатических и метеорологических условиях района строительства, расчетных параметрах наружного воздуха

Температура наружного воздуха для района строительства г. Калининград. В качестве расчетных приняты следующие климатические условия согласно СП [1] и представлены в таблице 1.1.

Средняя температура отопительного периода $t_{от.п.}$, °С с температурой наружного воздуха ниже 8 °С равна плюс 1,2 °С;

Количество дней отопительного периода $z_{от.п.}$, дн, со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже 8 °С составляет 188 дней.

Таблица 1.1 - Климатические условия

Период года	Барометрическое давление, гПа	Параметры А				Параметры Б			
		температура воздуха t_n , °С	Относительная влажность φ , %	Скорость ветра V_n , м/с	Энтальпия I_n , кДж/кг	температура воздуха t_n , °С	Относительная влажность φ , %	Скорость ветра V_n , м/с	Энтальпия I_n , кДж/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тёплый	1014	22	77	3,6	56,8	25	75	3,6	
Холодный	-	-6		3,6		-19	85	3,6	-17,5

1.3 Сведения об источниках теплоснабжения, параметрах теплоносителей системы отопления и вентиляции

Параметры теплоносителя по контуру отопления и вентиляции составляют 80 – 60 °С. Перенос теплоносителя осуществляется по металлопластиковым трубам.

Источником теплоснабжения служат городские тепловые сети. Теплоноситель – вода с температурой 150 – 70 °С. Теплопередача от тепловых сетей к контурам отопления и вентиляции осуществляется через теплообменник.

1.4 Параметры внутреннего микроклимата здания

Параметры внутреннего микроклимата представлены в таблице 1.2 для каждого помещения согласно [2]. Влажностный режим и условия эксплуатации определены согласно [3]:

Зона влажности объекта строительства – нормальная;

Влажностный режим помещений в холодный период года – нормальный.

Согласно СП [3] условия эксплуатации помещений соответствуют параметрам Б.

Таблица 1.2 - Параметры внутреннего микроклимата

Наименование помещений	Теплый период			Холодный период		
	Температура $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность $\varphi, \%$	Подвижность воздуха $v_{в},$ м/с	Температура $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность $\varphi, \%$	Подвижность воздуха $v_{в},$ м/с
Тамбур	25	65	0,5	16	-	-
Холл	25	65	0,5	16	-	-
Помещение охраны	25	65	0,5	18	60	0,3
Медпункт	25	65	0,5	20	60	0,3
Клиентская служба	25	65	0,5	18	60	0,3
Подсобное помещение	25	65	0,5	18	60	0,3
Коридор	25	65	0,5	18	60	0,3
Кабинет	25	65	0,5	18	60	0,3
Гараж				10	60	
Санузел	25	65	0,5	18	60	0,3
Комната персонала	25	65	0,5	18	60	0,3
Лестница	25	65	0,5	16	60	0,3
Архив	25	65	0,5	18	60	0,3
Серверная	20	65	0,5	18	60	0,3
Актальный зал	25	65	0,5	18	60	0,3
Комната отдыха	25	65	0,5	18	60	0,3
Техподполье				5		

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Основной задачей теплотехнического расчета ограждающих конструкций является определение минимально необходимой толщины утепляющего слоя в толще конструкции для определения приведенного сопротивления теплопередаче вкуче с остальными составляющими конструкции.

Наружные ограждения состоят из приведенных ниже конструкций. Расчетные коэффициенты теплопроводности взяты в зависимости от плотности материала согласно СП [4] для соответствующих материалов.

Наружные стены здания пенсионного фонда выполнены из газосиликатных блоков, слоя теплоизоляции и наружного слоя керамического кирпича. Характеристики ограждающей конструкции представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Состав конструкции наружных стен

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Газосиликатный блок	400	800	0,37
2	Маты минераловатные на синтетическом связующем	$\delta_{ут}$	175	0,076
3	Кладка керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	120	1600	0,64

Полы первого этажа на техподполье состоят из линолеума на теплоизолирующей основе, цементно-песчаной стяжки, слоя полистирола, покрытого с двух сторон полиэтиленовой пленкой и монолитной

железобетонной плиты. Характеристики ограждающей конструкции представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Состав конструкции полов 1-го этажа

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент Теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Линолеум на теплоизолирующей основе	10	1800	0,38
2	Цементно-песчаная стяжка, армированная сеткой	50	1800	0,93
3	Пленка полиэтиленовая ГОСТ 10354-82*	1 слой		
4	Плиты полистирол ПСБ 35/250	$\delta_{ут}$	35	0,031
5	Пленка полиэтиленовая ГОСТ 10354-82*	1 слой		
6	Монолитная ж/б плита	220	2500	2,04

Чердачное перекрытие состоит из цементно-песчаной стяжки, слоя полистирола, покрытого с двух сторон полиэтиленовой пленкой и монолитной железобетонной плиты. Характеристики ограждающей конструкции представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Состав конструкции чердачного перекрытия

№ слоя	Слой	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Расчетный коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м · °С)
1	Цементно-песчаная стяжка, армированная сеткой	50	1800	0,93
2	Пленка полиэтиленовая ГОСТ 10354-82*	1 слой		
3	Плиты полистирол ПСБ 35/250	$\delta_{\text{ут}}$	35	0,031
4	Пленка полиэтиленовая ГОСТ 10354-82*	1 слой		
5	Монолитная ж/б плита	220	2500	2,04

Теплотехнический расчет выполняется согласно методике, изложенной в [3].

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций выполняется из условия того, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждения будет не меньше нормируемого значения, то есть:

$$R_0 \geq R_0^{\text{нрб}}, \quad (2.1)$$

где R_0 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, (м² · °С)/Вт;

$R_0^{\text{нрб}}$ – нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, (м² · °С)/Вт.

Нормируемое сопротивление теплопередачи определяется в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП, °С·сут:

Градусо-сутки отопительного периода определяются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{ом.н.}}) \cdot z_{\text{ом.н.}}, \quad (2.2)$$

где t_b – расчетная температура воздуха в помещении, °C;

$t_{от.п.}$ – средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °C;

$z_{от.п.}$ – продолжительность отопительного периода, сут.

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{проб}$, (м² · °C)/Вт, определяется по [3, табл.3] для соответствующего ограждения или по формуле:

$$R_0^{проб} = a * ГСОП + b, \quad (2.3)$$

где a , b - коэффициенты, значения которых принимаются по [3].

Приведенное сопротивление теплопередачи R_0 , (м² · °C)/Вт, определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_v} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (2.4)$$

где α_v – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C).

Для стен, полов и перекрытий $\alpha_v = 8,7$ Вт/(м²·°C), для окон $\alpha_v = 8,0$ Вт/(м²·°C), согласно [3];

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C). Для стен и покрытий $\alpha_n = 23$ Вт/(м²·°C), для перекрытий над неотапливаемыми подвалами $\alpha_n = 6$ Вт/(м²·°C), согласно [3];

$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сумма термических сопротивлений слоев конструкции, (м²·°C)/Вт,

где δ_i – толщина слоя, м;

λ_i – теплопроводность, Вт/(м · °C) .

Величиной, обратной коэффициенту сопротивления теплопередачи R , (м²·°C)/Вт, является коэффициент теплопередачи k , Вт/(м² · °C), который определяется по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0} \quad (2.5)$$

По формуле (2.2) определим градусо-сутки отопительного периода

$$ГСОП = (18 - 1,2) \cdot 188 = 3158,5^\circ C \cdot сут$$

По формуле (2.3) определим требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций и сведем результаты в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Требуемое сопротивление теплопередаче

Наименование конструкции	Коэффициент а	Коэффициент b	Расчет требуемого сопротивления теплопередаче, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$
Наружная стена	0,0003	1,2	$R_0^{тр.ст.} = 0,0003 \cdot 3158,4 + 1,2 = 2,15$
Чердачное перекрытие	0,00035	1,3	$R_0^{тр.ст.} = 0,00035 \cdot 3158,4 + 1,3 = 2,41$
Перекрытие над неотапливаемым подпольем	0,00035	1,3	$R_0^{тр.ст.} = 0,00035 \cdot 3158,4 + 1,3 = 2,41$
Окно	0,00005	0,2	$R_0^{тр.ст.} = 0,00005 \cdot 3158,4 + 0,2 = 0,36$

Теплотехнический расчет наружных стен

Толщину утеплителя $\delta_{ут}$, м, выразим из формулы (2.3):

$$\delta_{ут} = 0.076 \cdot \left(2.15 - \frac{1}{8.7} - \frac{0.4}{0.37} - \frac{0.12}{0.64} - \frac{1}{23} \right) = 0.05 м$$

Введем поправку на однородность согласно [5]:

$$\frac{R_0^{тр.ст.}}{r} = \frac{R_0^{тр.ст.}}{r_1 \cdot r_2} \quad (2.6)$$

где r – поправка на однородность конструкции;

r_1 – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий однородность крепления утеплителя, его толщину и плотность;

r_2 – коэффициент, учитывающий наличие оконных откосов в зависимости от их протяженности.

По справочнику [5], учитывая толщину утеплителя 50 мм, для трехслойной стены при несущим слое ячеистого бетона примем коэффициенты 0,78 и 0,90 для γ_1 и γ_2 соответственно.

Определим произведение коэффициентов из формулы (2.6)

$$r = 0.78 \cdot 0.9 = 0.7$$

Толщина утеплителя с учетом однородности конструкции:

$$\delta_{ym} = 0.076 \cdot \left(\frac{2.15}{0.7} - \frac{1}{8.7} - \frac{0.4}{0.37} - \frac{0.12}{0.64} - \frac{1}{23} \right) = 0.124 \text{ м}$$

По сортаменту выпускаемой продукции [6] толщину утеплителя примем равной 150 мм.

С учетом толщины утеплителя определим фактическое сопротивление теплопередаче R_0^ϕ , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, по формуле (2.3):

$$R_0^\phi = \frac{1}{8.7} + \frac{0.4}{0.37} + \frac{0.15}{0.64} + \frac{0.08}{0.076} + \frac{1}{23} = 3.40 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

Проверим выполнения условия (2.1):

$$3.40 \geq 3.06 - \text{условие выполняется}$$

Аналогично выполняется расчет толщины утеплителя для чердачного перекрытия.

Теплотехнический расчет полов первого этажа

Расчет полов аналогичен расчету наружной стены.

Введем коэффициент n , учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху:

$$n = \frac{t_v - t_{\text{подвала}}}{t_v - t_n} \quad (2.7)$$

где $t_{\text{подвала}}$ – температура воздуха в подвале, $^\circ\text{C}$.

Вычислим коэффициент n по формуле (2.7):

$$n = \frac{18 - 5}{18 - (-19)} = 0.35$$

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{треб}$, $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, с учетом коэффициента n :

$$R_0^{треб} = 2.41 \cdot 0.35 = 0.85 \text{ м}^2 \cdot ^\circ C/Вт$$

Аналогично, выразим и определим толщину утеплителя из формулы:

$$\delta_{ут} = 0.031 \cdot (0.85 - \frac{1}{8.7} - \frac{0.01}{0.38} - \frac{0.05}{0.93} - \frac{0.22}{2.04} - \frac{1}{6}) = 0.012 \text{ м}$$

Округлим толщину до 0,02м. Определим фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\phi} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.01}{0.38} + \frac{0.05}{0.93} + \frac{0.02}{0.031} + \frac{1}{6} = 1.11 \text{ м}^2 \cdot ^\circ C/Вт$$

Проверим выполнение условия (2.1):

$$1.11 \geq 0.85 - \text{условие выполняется}$$

Теплотехнический расчет светопрозрачных конструкций

По СП [3, табл. К.1] принимаем двухкамерный стеклопакет с стеклом без покрытий с заполнением воздухом с расстоянием между стеклами 10 мм и 10 мм с $R_0^{\phi} = 0.46 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ C)/Вт$.

Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утеплителя, $\delta_{ут}$, мм	Толщина конструкции, δ , мм	Сопротивление теплопередаче, R_0^{ϕ} , $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$	Коэффициент теплопередачи k , $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$
Наружная стена	150	670	3.40	0.29
Чердачное перекрытие	70	340	2.70	0.37
Перекрытие над подвалом	20	300	1.11	0.90
Окно			0,46	2.17

Проверка выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций

Вероятность выпадения конденсата на поверхности ограждения рассчитывается по методике, описанной в СП [4]. Вероятность вычисляется для наружной стены, чердачного перекрытия, окна и наружного угла.

Расчет сведен в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Расчет температуры на внутренней поверхности ограждающих конструкций

Наименование конструкции	Температура	Примечание
1	2	3
Наружная стена	$\Delta t = \frac{(18 - (-19))}{3,4 * 8,7} = 1,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружной стены отсутствует, так как $1,25 < 4,5$ удовлетворяет условие (2.8).
Наружный угол	$\tau_{\text{в.у.}}^{\text{н.у.}} = 18 - \frac{(18 - (-19)) * 0,75}{(3,4 * 8,7)^{\frac{2}{3}}} = 15,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Вероятность выпадения конденсата отсутствует, так как полученная температура превышает температуру точки росы $15,1 > 14,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, что удовлетворяет условию (2.11)
Чердачное перекрытие	$\Delta t = \frac{(18 - (-19))}{5,03 * 8,7} = 0,85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Вероятность выпадения конденсата на внутренней поверхности наружной стены отсутствует, так как $1,20 < 4$ удовлетворяет условие (2.8).
Окно	$\tau_{\text{в.к.}}^{\text{в.к.}} = 18 - \frac{(18 - (-19))}{(0,46 * 8)} = 7,95 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Вероятность выпадения конденсата отсутствует, так как $7,95 > 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, что удовлетворяет условию (2.15).

2.2 Расчет теплотерь через наружные ограждающие конструкции

Расчет теплопотерь ведется согласно [5].

Общая формула для определения величины потерь тепла через ограждающие конструкции Q , Вт, выглядит следующим образом:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_v - t_n), \quad (2.8)$$

где F – площадь поверхности, m^2 .

Теплопотери, которые необходимо возместить с помощью систем отопления, вентиляции и кондиционирования, состоят из теплопотерь через наружные ограждения и теплотрат на нагревание инфильтрирующегося воздуха. Расчет ведется на температуру воздуха наиболее холодной пятидневки по формуле:

$$Q_{общие} = \sum Q \cdot (1 + \sum \beta) + Q_{инф}, \quad (2.9)$$

где $\sum \beta$ – сумма добавок в долях единицы, определяются согласно [5];

$Q_{инф}$ – потери тепла за счет инфильтрации, Вт.

Теплопотери, вызванные инфильтрацией, рассчитываются по формуле:

$$Q_{инф} = 0.28 \cdot G_{инф} \cdot c \cdot F_{окно} \cdot (t_v - t_n) \cdot \bar{k}, \quad (2.10)$$

где $G_{инф}$ – расход инфильтрационного воздуха через окна, $кг/ч$;

c – теплоемкость воздуха, $c = 1.005$ $кДж/(кг \cdot ^\circ C)$;

F – площадь окон, m^2 ;

$\bar{k}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкции окна, зависит от количества притворов. Для данной конструкции окна $\bar{k} = 1$.

Расход инфильтрационного воздуха через окна $G_{инф}$, $кг/(m^2 \cdot ч)$, рассчитывается по формуле:

$$G_{инф} = \frac{1}{R_{инф}} \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta p_0} \right)^{2/3}, \quad (2.11)$$

$R_{инф}^{окно}$ - фактическое сопротивление воздухопроницанию, (м²·ч)/кг, определяется по формуле:

$$R_{инф}^{окно} = \frac{1}{G_n} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{2/3}, \quad (2.12)$$

где G_n - нормируемая воздухопроницаемость ограждающей конструкции, по [3, табл. 9] $G_n = 5$ кг/(м²·ч);

Δp - разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон поверхности ограждений, Па, определяется по формуле:

$$\Delta p = 0.55 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_v) + 0.3 \cdot \rho_n \cdot v_n^2, \quad (2.13)$$

Δp_0 - разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон светопрозрачной конструкции, при которой определяется сопротивление воздухопроницаемости, $\Delta p_0 = 10$ Па [3].

ΔP - расчетная разность давлений воздуха с наружной и внутренней сторон поверхности ограждений, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P = P_n - P_v, \quad (2.14)$$

где P_n - расчетное давление на наружной поверхности, Па, определяется по формуле:

$$P_n = (H - h) \cdot g \cdot (\rho_n - \rho_v) + 0.5 \cdot \rho_n \cdot v_n^2 \cdot (c_{нав} - c_{зав}) \cdot k_d, \quad (2.15)$$

где H - высота здания до устья вытяжной шахты, м;

h - расчетная высота от уровня земли до верха окна, м;

g - ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

ρ_n, ρ_v - плотность наружного и внутреннего воздуха, соответственно, кг/м³, определяется по формуле:

$$\rho = \frac{353}{t + 273} \quad (2.16)$$

$c_{нав}$ – коэффициент зоны наветренной стороны здания;

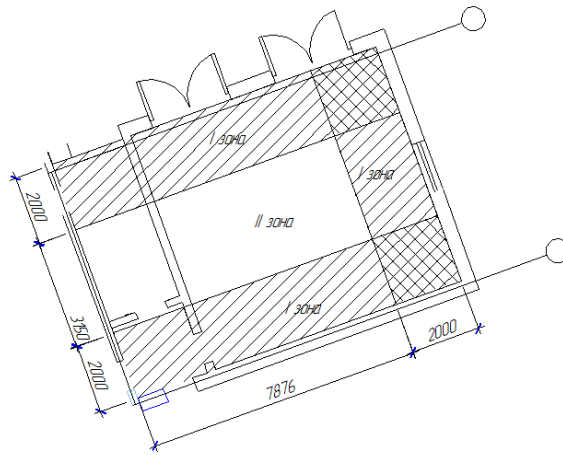
$c_{зав}$ – коэффициент зоны заветренной стороны здания;

k_d – коэффициент динамического сопротивления, зависит от высоты проектируемого здания, определяется по СП [3].

P_v – расчетное давление на внутренней поверхности, Па, определяется по формуле:

$$P_v = 0.5 \cdot H \cdot (\rho_n - \rho_v) \cdot g + 0.25 \cdot \rho_n \cdot v_n^2 \cdot (c_{нав} - c_{зав}) \cdot k_d \quad (2.17)$$

Для помещения гаража (№115) необходимо произвести расчет



теплопотерь через полы, лежащие на грунте.

Рисунок 1 – Схема для расчета теплопотерь через полы гаража

Для расчета необходимо площадь разделить на две зоны (рисунок 1): 1-ю шириной 2 м и 2-ю – оставшаяся часть подвала. Разграничение зон для наружных стен от поверхности земли – вдоль стен, а затем по полу. В наружных углах ограждения выделим участки размером 2,0х2,0 м, площади которых увеличим в 2 раза для зон, в которые они попадают.

Теплопотери через полы, лежащие на грунте, определяются по формуле:

$$Q = k_z \cdot F \cdot (t_e - t_n), \quad (2.18)$$

где k_z – коэффициент теплопередачи зоны, Вт/(м²·°C), определяется по формуле:

$$k_3 = \frac{1}{R_3 + \sum \frac{\delta}{\lambda}}, \quad (2.19)$$

где R_3 – сопротивление теплопередаче соответствующей зоны ($R_I = 2.1$ м²·°C/Вт, $R_{II} = 4.3$ м²·°C/Вт).

Определим теплотери через полы, лежащие на грунте

$$Q_1 = \frac{1}{2.1 + \frac{1}{8.7} + \frac{0.08}{0.93} + \frac{0.2}{2.04} + \frac{1}{6}} \cdot 55.32 \cdot (16 - 5) = 745 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = \frac{1}{4.3 + \frac{1}{8.7} + \frac{0.08}{0.93} + \frac{0.2}{2.04} + \frac{1}{6}} \cdot 25.51 \cdot (16 - 5) = 187 \text{ Вт}$$

Общие теплотери составляют:

$$Q_{пол} = 745 + 187 = 932 \text{ Вт}$$

Расчет теплотерь через ограждающие конструкции и теплотерь на нагрев инфильтрирующегося воздуха для 1-го этажа представлен в таблице 2.7, для остальных этажей в приложении А в таблицах А.1, А.2.

Таблица 2.7 – Расчет тепловотерь 1-го этажа

№ помещения	Наименование	Ориентация по сторонам света	Размер, м		Площадь, м²	Полезная площадь, м²	Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м²*С°)	Перепад температур Δt, °C	Теплопотери Q, Вт	Добавки β,			Теплопотери с учетом добавок Q*(1+∑β), Вт	Теплопотери от инфильтрации Q _{инф} , Вт	Нагрузка на систему отопления Q _{от} , Вт
			А	Б						На ориентацию	Прочие	Сумма добавок			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
102	НС	З	2,00	3,70	7,40		0,29	35	76	0,05	0	0,05	80		6795
	О	З	3,96	3,00	11,88		2,17	35	904	0,05	0	0,05	5232*	477	
	Пол				101,98		0,90	11	1006			0	1006		
* - учтена добавка на врывание холодного воздуха через двери															
103	НС1	СЗ	3,67	3,70	12,80		0,29	37	139	0,1	0,05	0,15	160		677
	НС2	ЮЗ	5,06	3,70	17,94		0,29	37	195	0	0,05	0,05	205		
	О1	СЗ	0,65	1,20	0,78		2,17	37	63	0,1	0,05	0,15	72	31	
	О2	ЮЗ	0,65	1,20	0,78		2,17	37	63	0	0,05	0,05	66	31	
	Пол				9,50		0,90	13	111			0	111		
104	НС	С	3,56	3,70	12,39		0,29	39	142	0,1	0	0,1	156		422
	О	С	0,65	1,20	0,78		2,17	39	66	0,1	0	0,1	73	31	
	Пол				12,00		0,90	15	161			0	161		

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
105	НС	С	2,35	3,70	7,92		0,29	37	86	0,1	0	0,1	95		253
	О	С	0,65	1,20	0,78		2,17	37	63	0,1	0	0,1	69	31	
	Пол				5,00		0,90	13	58			0	58		
106	НС1	3	5,20	3,70	19,24		0,29	37	209	0,05	0,05	0,1	230		2020
	НС2	ЮЗ	3,67	3,70	12,80		0,29	37	139	0	0,05	0,05	146		
	НС3	Ю	3,06	3,70	10,54		0,29	37	115	0	0,05	0,05	120		
	НС4	ЮВ	2,87	3,70	9,84		0,29	37	107	0,05	0,05	0,1	118		
	НС5	Ю	3,97	3,70	12,08		0,29	37	131	0	0,05	0,05	138		
	О2	ЮЗ	0,65	1,20	0,78		2,17	37	63	0	0,05	0,05	66	31	
	О3	Ю	0,65	1,20	0,78		2,17	37	63	0	0,05	0,05	66	31	
	О4	ЮВ	0,65	1,20	0,78		2,17	37	63	0,05	0,05	0,1	69	31	
	О5	Ю	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0	0,05	0,05	220	105	
	пол				55,56		0,90	13	648			0	648		
107	Пол				40,35		0,90	13	471			0	471		471
108	НС	СЗ	7,00	3,70	20,68		0,29	37	225	0,1	0	0,1	248		1362
	О	СЗ	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0,1	0	0,1	462	209	
	Пол				37,98		0,90	13	443			0	443		
109	НС	СЗ	2,96	3,70	8,34		0,29	37	91	0,1	0	0,1	100		631
	О	Сз	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0,1	0	0,1	231	105	
	пол		2,96	5,65	16,72		0,90	13	195			0	195		
110	НС	СЗ	2,75	3,70	7,57		0,29	37	82	0,1	0	0,1	91		607
	О	СЗ	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0,1	0	0,1	231	105	
	Пол		2,75	5,65	15,54		0,90	13	181			0	181		

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
111	НС	СЗ	3,25	3,70	9,42		0,29	37	102	0,1	0	0,1	113		662
	О	Сз	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0,1	0	0,1	231	105	
	Пол		3,25	5,65	18,36		0,90	13	214			0	214		
112	НС1	СЗ	3,20	10,30	32,05		0,29	37	349	0,1	0,05	0,15	401		2483
	НС2	СВ	7,85	7,30	54,58		0,29	37	594	0,1	0,05	0,15	683		
	НС3	юв	3,20	10,30	32,96		0,29	37	359	0,05	0,05	0,1	394		
	пл		3,20	7,85	25,12		0,90	13	293			0	293		
	О1	СЗ	0,75	1,21	0,91		2,17	37	73	0,1	0,05	0,15	84	25	
	О2-1	СВ	0,75	1,21	0,91		2,17	37	73	0,1	0,05	0,15	84	25	
	О2-2	СВ	0,75	1,21	0,91		2,17	37	73	0,1	0,05	0,15	84	8	
	О2-3	СВ	0,75	1,21	0,91		2,17	37	73	0,1	0,05	0,15	84	8	
	пк		3,20	7,85	25,12		0,37	33,3	310				310		
113 114 115	НС1	СЗ	10,12	4,42	29,93		0,29	35	308	0,1	0,05	0,15	354		8259
	НС2	СВ	7,95	4,42	32,53		0,29	35	335	0,1	0,05	0,15	385		
	НС3	юв	10,12	4,07	39,30		0,29	35	404	0,05	0,05	0,1	445		
	Двл	Сз	0,90	2,10	1,89		0,18	35	12	0,1	0,05	0,15	28		
	Ворота1	Сз	4,80	2,69	12,91		2,78	35	1255	0,1	0,05	0,15	5210		
	О2	СВ	1,50	1,74	2,61		2,17	35	199	0,1	0,05	0,15	228	105	
	ДВЗ	юв	0,90	2,10	1,89		0,18	35	12	0,05	0,05	0,1	13		
	пол		10,12	7,95	80,45			11	932			0	932		
	Пк		10,12	7,95	80,45		0,20	35	560				560		
*- учтена добавка на врывание холодного воздуха															
116	пол				22,98		0,90	13	268			0	268		268
117 118 119	пол				13,53		0,90	13	158			0	158		158

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
120	НС1	CB	7,10	3,70	21,05		0,29	37	229	0,1	0,05	0,15	263		1374
	НС2	B	1,60	3,70	5,02		0,29	37	55	0,1	0,05	0,15	63		
	O1	CB	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0,1	0,05	0,15	483	209	
	O2	B	0,75	1,20	0,90		2,17	37	72	0,1	0,05	0,15	83	36	
	пол				20,22		0,90	13	236			0	236		
121	НС	ю	5,25	3,70	14,21		0,29	37	155	0	0	0	155		1156
	O	ю	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0	0	0	420	209	
	Пол				31,90		0,90	13	372			0	372		
122	НС1	ю	7,10	3,70	21,05		0,29	37	229	0	0,05	0,05	240		1625
	НС2	B	6,13	3,70	22,68		0,29	37	247	0,1	0,05	0,15	284		
	O1	ю	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0	0,05	0,05	441	209	
	пол				38,61		0,90	13	450			0	450		

3 ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Конструирование системы отопления

Система отопления подключается к ИТП в техническом подполье по двухтрубной схеме с принудительной циркуляцией. Заполнение и подпитка осуществляется в ИТП. Параметры теплоносителя по контуру системы отопления – 80-60 °С.

Магистральный трубопровод прокладывается от ИТП до главного стояка, к которому на каждом этаже подключается коллектор системы отопления, а также стальной панельный радиатор, расположенный в гараже. От самих коллекторов разводятся трубы соединяемые с радиаторами системы отопления.

Прокладка труб в подвале – открытая, под потолком подвала; в коридорах и отапливаемых помещениях – скрытая, в каналах полов; подводки к приборам – открытые. Все трубы, за исключением подводов, покрыты теплоизоляцией из вспененного полиэтилена. Монтаж труб производить согласно [7].

Трубы изготовлены из универсальной металлополимерной трубы TECeflex, представляющая собой многослойную трубу, состоящую из сшитого полиэтилена марки РЕ-Хс, клеевого слоя, слоя алюминия и защитного слоя из полиэтилена.

В качестве нагревательных приборов в системе отопления приняты стальные радиаторы «Purmo» [8].

Удаление воздуха из системы производится в верхних точках стояков и через кран Маевского непосредственно на коллекторах и радиаторах. Опорожнение системы производится в ИТП и через коллекторы с помощью компрессора.

Главная магистраль прокладывается под потолком в подвале от ИТП до главного стояка Г.Ст.1, к которому последовательно подключаются коллекторы системы отопления, а также стальной радиатор отопления в гараже. От коллекторов в нишах полов прокладываются теплофикационные контуры до стальных радиаторов.

В местах установки запорно-регулирующей, сливной и воздухоудаляющей арматуры предусмотрены соответствующие лючки доступа.

Схемы с тепловыми мощностями, расходами теплоносителя и длинами для гидравлического расчета представлены в приложении Б на рисунках Б.1 – Б.4 и 5. На выносках с номером участка обозначен расход теплоносителя и длина участка.

3.2 Гидравлический расчет системы отопления

Методика расчета изложена согласно [9].

Расчет будет разделен на две части. Первая часть – расчет системы теплоснабжения распределителей, вторая – расчет системы теплоснабжения отопительных приборов.

Целью гидравлического расчета, при использовании располагаемого перепада давления на вводе системы отопления, является [9]:

- определение диаметров участков системы;
- подбор регулирующих клапанов, устанавливаемых на ветках, стояках и подводках отопительных приборов;
- подбор перепускных разделительных и смесительных клапанов;
- подбор балансовых клапанов и определение величины их гидравлической настройки.

В качестве основного циркуляционного кольца для горизонтальной системы принимается кольцо через наиболее нагруженную ветвь нижнего этажа здания.

Согласно [9], примем для расчета первое направление гидравлического расчет для систем с независимым присоединением.

Требуемый напор циркуляционного насоса P_n , Па, для горизонтальных однетрубных и бифилярных, двухтрубных систем определяется по формуле:

$$P_n = \Delta P_{c.o.} - 0.4 \cdot P_e, \quad (3.1)$$

где $\Delta P_{c.o.}$ – потери давления в основном расчетном циркуляционном кольце, Па;

P_e – естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения воды в отопительных приборах и трубах, Па.

Потери давления в основном расчетном циркуляционном кольце ΔP_{co} , Па, определяются по формуле:

$$\Delta P_{c.o.} = \sum \Delta P_{об.} + \sum \Delta P_{уч.} + \Delta P_{рег.уч.}, \quad (3.2)$$

где $\sum \Delta P_{об.}$ – потери давления на оборудовании (теплообменник, коллекторная гребенка и т.д.), Па;

$\sum \Delta P_{уч.}$ – потери давления на расчетном участке, Па;

$\Delta P_{рег.уч.}$ – потери давления на регулируемом участке, Па.

Регулируемым участком называется та часть расчетного циркуляционного кольца, на которую оказывает влияние работа балансировочного клапана.

$$\Delta P_{рег.уч.} = \Delta p_{рег.уч.} + \Delta P_{кл.} \quad (3.3)$$

Где $\Delta p_{рег.уч.}$ – потери давления в подводках, Па;

$\Delta P_{кл.}$ – потеря давления в клапане (термостатическом или балансовом), Па.

Потери давления на участке определяются по упрощенной формуле Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P_{уч.} = l_{уч./} \cdot R + Z, \quad (3.4)$$

где $l_{уч.}$ – длина участка, м;

R – удельная потеря давления на трение, Па/м;

Z – потеря давления на местные сопротивления, Па, определяется по формуле:

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}, \quad (3.5)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений;

ρ – плотность теплоносителя при его температуре, кг/м³;

w – скорость теплоносителя, м/с.

Удельные потери давления определяются по каталогам фирм-производителей [10]. Коэффициенты местных сопротивлений определяются согласно [11, табл.П.11].

Для равномерного распределения теплоносителя по основному и второстепенным циркуляционным кольцам необходимо, чтобы невязка потерь давления не превышала 10%. Невязка потерь давлений определяется по формуле:

$$\frac{\Delta P_{осн.} - \Delta P_{вт.}}{\Delta P_{осн.}} \cdot 100\% \leq 10\%, \quad (3.6)$$

где $\Delta P_{осн.}$, $\Delta P_{вт.}$ – потери давления на основном и второстепенном участке, соответственно, Па.

Для того, чтобы невязка не превышала 10% и уравнивала потери давления между основным и второстепенным участком необходимо создавать дополнительные сопротивления. Дополнительные потери давления создаются с помощью термостатических и балансовых клапанов.

На принятых к расчету стальных пластинчатых радиаторах фирмы «Rurgo» установлены встроенные термостатические балансовые клапаны. Потери давления в них определяются по номограмме на сайте производителя [8].

Клапан подбирается по его пропускной способности k_v , м³/ч, определяемой по формуле:

$$k_v = \frac{G}{(10 \cdot \Delta P_{кл})^{0.5}}, \quad (3.7)$$

где G – расход теплоносителя, протекающий по участку, кг/ч.

Расход теплоносителя G , кг/ч, определяется по формуле:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_1 - t_2)}, \quad (3.8)$$

где Q – расчетный тепловой поток, проходящий по участку, Вт;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока от устанавливаемых отопительных приборов, для принятых радиаторов $\beta_1 = 1,02$ [9, табл.3.1];

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных ограждений, $\beta_2 = 1,04$ [9, табл.3.2];

c – удельная теплоемкость воды, $c = 4,19$ кДж/(кг·°С);

t_1, t_2 – температура подающего и обратного трубопровода, °С.

Клапан имеет широкие диапазоны для настройки. По номограмме на сайте производителя [8] задаваясь расходом q , кг/ч и потерями давления Δp , Па, определяем значение предварительной настройки клапана.

Для гидравлического расчета система отопления была разбита на ветви и соответствующие им участки. За основное расчетное циркуляционное кольцо была принята горизонтальная ветвь ГВ1. Для гидравлического расчета второго и третьего этажей за основные кольца были взяты горизонтальные ветви ГВ10 и ГВ18 соответственно.

Гидравлические расчеты системы отопления представлены в приложении Б в таблицах Б.1, Б.2, Б.3 и Б.4.

Определение потерь давления в распределителе

Потери давления в распределителе $\Delta P_{распр.}$, Па, включают в себя потери давления в запорном вентиле $\Delta P_{вент.}$, Па, потери в фильтрах $\Delta P_{ф.}$, Па, и потери в регуляторе перепада давлений $\Delta P_{рег.}$, и определяются по формуле:

$$\Delta P_{распр.} = \Delta P_{вент.} + 2 \cdot \Delta P_{ф.} + \Delta P_{рег.} \quad (3.9)$$

Потери давления в запорном вентиле, Па, определяются в зависимости от расхода на участке и пропускной способности клапана, который выбирается по каталогам фирм-производителей [12].

$$\Delta P_{кл.} = \frac{G^2}{10 \cdot k_v^2} \quad (3.10)$$

Фильтр необходим в том случае, если имеет место смена материала труб, но так как в системе используются только металлопластиковые трубы, необходимость в применении фильтров на распределителе отпадает.

Из гидродинамики дроссельно-регулирующей арматуры известно [9], что для обеспечения качественного регулирования во всем диапазоне хода штока клапана необходимо, чтобы при степени открытия клапана 90% его гидравлическое сопротивление составляло не менее 60-100% сопротивления регулируемого участка сети:

$$\Delta P_{рег.} \in (0.6 \div 1.0) \cdot \sum \Delta P_{рег.уч.} \quad (3.11)$$

Тогда, для регулируемого участка Ветви А потери давления в регуляторе должны составлять:

$$\Delta P_{рег.} \in (4967 \div 8279) \text{ Па}$$

Примем потери в регуляторе равными 5000 Па

Тогда, пропускная способность регулировочного клапана составляет:

$$k_v = \frac{955.3}{(10 \cdot 5000)^{0.5}} = 4.27 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По данной пропускной способности подбираем по [12] балансировочный клапан Броен V DN20 $k_v = 4.40 \text{ м}^3/\text{ч}$. Остальные клапаны подбирают аналогично.

Расчет потерь давления на распределителях сведем в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Потери давления на оборудовании на распределителях

№ распре- делит еля	Расход G, кг/ч	Запор ный клапа н	Потери в запорном вентиле $\Delta P_{\text{вент.}}$, Па	Потери в регуляторе $\Delta P_{\text{рег.}}$, Па	Регулятор давления	Суммарные потери давления на ответвлениях $\sum \Delta P$, Па
1	2	3	4	5	6	7
№1	955	Броен Basic DN 40	138,2	5000	Броен V DN20 (значение преднастройки 9,5)	14121

Продолжение таблицы 3.1

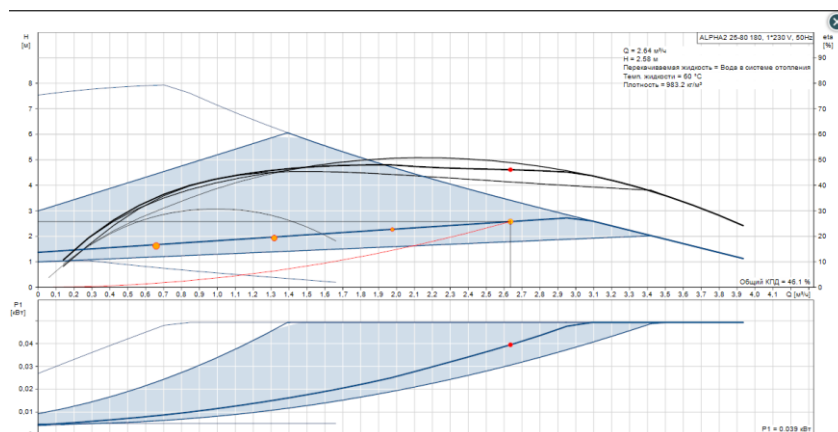
1	2	3	4	5	6	7
№2	571	Броен Basic DN 32	135,8	6450	Броен V DN20 (значение преднастройки 6,5)	14130
№3	739	Броен Basic DN 32	227,2	8150	Броен V DN20 (значение преднастройки 7)	14124
CV33- 090- 300	376	Броен Basic DN 25	258,7	697	Броен V DN20 (значение преднастройки 9,9)	13676

Подбор циркуляционного насоса

По формулам (3.1) и (3.2) определим необходимое циркуляционное давление:

$$\Delta P_{\text{н}} = 5138 + 9600 + 8279 = 23017 \text{ Па}$$

По онлайн-программе производителя Grundfos [13] подберем насос с расходом равным $2642 \text{ кг/ч} = 2,64 \text{ м}^3/\text{ч}$ и с давлением с 10%-м запасом равным $25319 \text{ Па} = 2.58 \text{ м вод. ст.}$ для системы отопления Alpha2 25-80 180 – 89649772



с данными графическими характеристиками, показанными на рисунке 3.1.

Рисунок 3.1 - Графические характеристики насоса системы отопления

3.3 Тепловой расчет системы отопления

Цель расчета заключается в определении типа и размера отопительного прибора при исходных условиях для запроектированной системы отопления. Расчет ведется согласно методики [9]. Тепловой расчет приборов представлен в приложении В в таблице В.1.

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

Системы вентиляции и кондиционирования предназначены для двух целей [14]:

1. Создание допустимых или оптимальных условий микроклимата в помещениях, предназначенных для пребывания работающих или отдыхающих людей.
2. Создание требуемых условий микроклимата для проведения технологических процессов с минимальным количеством брака.

Расчет вентиляции произведен согласно методик, изложенных в [14].

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Требуемые воздухообмены определяются согласно норм, требований и рекомендаций нормативной и технической литературы [11, 15, 16, 17, 18, 19, 20], но не менее чем $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека [16].

Согласно указанных выше норм, требуемый воздухообмен допускается считать по кратности, за исключением помещений, которым предписывается проведение расчета на ассимиляцию теплоизбытков.

Расчетный воздухообмен помещения L_p , $\text{м}^3/\text{ч}$, при использовании нормативной кратности определяется как:

$$L_p = K_p \cdot V_{пом}, \quad (4.1)$$

где K_p – нормативная кратность воздухообмена помещения, ч⁻¹;

$V_{пом}$ – объем помещения, м³.

После нахождения расчетных воздухообменов помещения следует определять суммарный приток и суммарную вытяжку. Для соблюдения поэтажного баланса следует подавать или удалять воздух для общего помещения, объединяющего помещения этажа.

Расчет воздухообменов по кратности представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчет воздухообменов по кратности

№ помещения	Наименование помещения	Площадь помещения F, м ²	Объем помещения V, м ³	Кратность		Воздухообмен L, м ³ /ч	
				По притоку	По вытяжке	По притоку	По вытяжке
1	2	3	4	5	6	7	8
102	холл	101,98	305,94	2	0	611,88	236
103	помещение охраны	9,50	28,5	3,5	2,8	99,75	79,8
104	медпункт	12,00	36	2	1,5	72	54
105	подсобное помещение	5,00	15	0	1	0	15
106	клиентская служба	55,56	166,68	Расчет на ассимиляцию теплоизбытков		1313,1	1313
107	коридор	40,35	121,05			0	0
108	архив	37,98	113,94	0	2	0	227,9
109	архив	16,72	50,172	0	2	0	100,3
110	комната отдыха	15,54	46,6125	2	3	93,225	139,8
111	кабинет	18,36	55,0875	3,5	2,8	192,81	154,2
112	лестница	25,12	75,36			0	0
113	тамбур	10,22	30,672			0	0
114	тамбур	4,5795	13,7385			0	0
115	гараж	53,625	160,875	2	3	321,75	482,6
116	лестница	22,98	68,94			0	0
117	с/у	3,5	10,5			0	50
118	с/у	3,2	9,6			0	50
119	с/у	3,5	10,5			0	50
120	комната персонала	20,22	60,66	2	3	121,32	182

121	кабинет	31,90	95,7	3,5	2,8	334,9 5	268
122	кабинет	38,61	115,83	3,5	2,8	405,4 1	324,3
Дисбаланс составляет 236 м³/ч, добавим вытяжку в холл 102						3244, 4	3008
201	актовый зал	89,35	268,05	Расчет на ассимиляцию теплоизбытков		3743	3743
202	архив	94,33	282,99	0	2	0	566
203	кабинет	35,11	114,9	3,5	2,8	402,1 5	321,7
204	холл	64,79	194,37	0	0	347,8 9	0
205	лестница	22,98	68,94			0	0

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
206	кабинет	28,5	85,5	3,5	2,8	299,2 5	239,4
207	кабинет	17,78	53,34	3,5	2,8	186,6 9	149,4
208	лестница	25,12	75,36			0	0
209	с/у	3,5	10,5			0	50
210	комната уборочного инвентаря	3,2	9,6	0	1,5	0	14,4
211	с/у	3,5	10,5			0	50
212	кабинет	18,88	56,64	3,5	2,8	198,2 4	158,6
213	кабинет	34,99	109,62	3,5	2,8	383,6 7	306,9
214	серверная	13,5	40,5	0	0	0	0
215	кабинет	18,33	54,99	3,5	2,8	192,4 7	154
Дисбаланс составляет 347,89 м³/ч, добавим приток в холл 204						5405, 41	5753
301	холл	43,01	129,03			0	0
302	кабинет	30,47	91,41	3,5	2,8	319,9 4	255,9
303	кабинет	25,73	77,19	3,5	2,8	270,1 7	216,1
304	приемная	13,50	40,5	3	2,4	121,5	97,2
305	кабинет	16,14	48,42	3,5	2,8	169,4 7	135,6
306	кабинет	29,83	89,49	3,5	2,8	313,2 2	250,6
307	кладовая	3,1	9,3	0	1	0	9,3
308	коридор	109,70	329,1			0	458,3
309	кабинет	28,55	85,65	3,5	2,8	299,7 8	239,8

310	кабинет	19,36	58,08	3,5	2,8	203,2 8	162,6
311	кабинет	20,89	62,67	3,5	2,8	219,3 5	175,5
312	кабинет	29,05	87,15	3,5	2,8	305,0 3	244
313	кабинет	18,19	54,57	3,5	2,8	191	152,8
314	лестница	25,12	75,36			0	0
315	комната отдыха	21,57	64,71	2	3	129,4 2	194,1
316	с/у	3,5	10,5			0	50
317	с/у	3,5	10,5			0	50
318	кабинет	35,01	106,95	3,5	2,8	374,3 3	299,5

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
319	кабинет	35,02	106,95	3,5	2,8	374,3 3	299,5
320	лестница	22,98	68,94			0	0
Дисбаланс составляет 458,3 м³/ч, добавим вытяжку в коридор 308						3290, 8	2823, 7

Расчет воздухообмена на ассимиляцию теплоизбытков

Расчет произведен для помещений №106 и №201.

Для определения расчетной тепловой способности системы $Q^{\text{вент}}$, Вт, следует произвести расчет избытков теплоты в помещении путем суммирования всех теплопоступлений и теплопотерь:

$$\pm Q^{\text{вент}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{с.р.}} + Q_{\text{с.о.}} + Q_{\text{нр}} - (Q_{\text{огр}} + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{нр}}), \quad (4.2)$$

где $Q_{\text{л}}$ – теплопоступления от людей, находящихся в помещении, Вт;

$Q_{\text{осв}}$ – теплопоступления от искусственного освещения (в холодный период), Вт;

$Q_{\text{с.р.}}$ – теплопоступления от солнечной радиации через световые проемы (в теплый период), Вт;

$Q_{\text{с.о.}}$ – теплопоступления от системы отопления (в холодный период), Вт;

$Q_{\text{огр}}$ – теплопотери через ограждения (в холодный период), Вт;

$Q_{\text{инф}}$ – теплопотери на нагрев инфильтрирующегося воздуха (в холодный период), Вт;

$Q_{пр}$ – прочие теплопоступления и теплопотери (в количестве 5% от суммы тепло поступлений и теплопотерь в конкретный период года), Вт.

Т.к. спроектированная система отопления полностью компенсирует теплопотери через ограждения и на нагрев инфильтрирующегося воздуха, примем значения $Q_{с.о.}$, $Q_{отр}$ и $Q_{инф}$, а также прочие теплопотери и теплопоступления от указанных величин, равными нулю и преобразуем уравнение для холодного и теплого периодов.

$$\pm Q_{хп}^{вент} = Q_{л} + Q_{осв} + Q_{пр} \quad (4.3)$$

$$\pm Q_{тп}^{вент} = Q_{л} + Q_{с.р.} + Q_{пр} \quad (4.4)$$

Согласно [16] расход воздуха должен быть не менее нормативно установленного. Определяется по формуле:

$$L_n = L_{с.н.} \cdot n, \quad (4.5)$$

где $L_{с.н.}$ – расход воздуха по санитарным нормам на одного человека, $L_{с.н.} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчет теплопоступлений от солнечной радиации представлен в приложении Г в таблице Г.1, построение процессов обработки воздуха представлен на рисунке Г.1.

Расчет теплопоступлений сведен в таблицу 4.2, данные для построений представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.2 – Расчет теплопоступлений

№ по помещению	Площадь помещения F, м²	Число людей n, чел	Теплопоступления от людей Q _л , Вт		Влагодотупления от людей W, кг/ч		Теплопоступления от освещения Q _{осв} , Вт	Теплопоступления от солнечной радиации Q _{с.р.} , Вт	Суммарные теплоизбытки Q _я , Вт		Полные теплопоступления Q _п , Вт	
			ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	Т П	ХП	ТП
106	55,56	14	1512	910	0,94	1,61	1611,2	938,8	3279,4	1941	14181	11086
201	89,35	23	2484	1495	1,54	2,65	777,35	3854	3424,4	5616	16230	26949

Таблица 4.3 – Данные для построения процесса обработки воздуха

Луч процесса		Температура t_n , °С, и энтальпия I_n , кДж/кг, наружного воздуха		Температура внутреннего воздуха t_b , °С		Температура притока t_p , °С		Температура вытяжки t_y , °С		Расчетный воздухообмен $L_{пр}$, м ³ /ч		Расход воздуха $G_{пр}$, кг/ч	
ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП	ХП	ТП
15119	6886	-19 / -18	22 / 53	18	25	13	22	20	26	1313	1540	1576	1848
10532	10189	-19 / -18	22 / 53	18	25	13	22	20	27	1424	3743	1708	4492

4.2 Конструирование системы вентиляции

В данном здании были запроектированы системы приточной и вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением.

Система вентиляции разделена на следующие зоны:

1. Клиентская зона – состоит из помещений №102, 103, 104 и 106. Приток осуществляется система П1, которая обслуживает указанные помещения. Вытяжку выполняет система В1, обслуживающая только помещения №102 и 106

2. Зона актового зала – состоит из помещения №201 и помещения №204, в которое подается приток для выравнивания дисбаланса по воздухообмену. Обслуживается системами приточной и вытяжной вентиляции П2 и В2

3. Зона архивов – состоит из помещений №108, 109 и 202 и обслуживается вытяжной системой В3. Кроме того, системой В3 осуществляется вытяжка из помещений №103, 104 и 105.

4. Зона гаража – приток и вытяжку на разбавление вредностей (СО) осуществляют системы П4 и В4

5. Зона помещений различного назначения – приток и вытяжку обеспечивает приточно-вытяжная система ПВ1.

6. Зона санитарных узлов – из санитарных узлов воздух удаляется средствами естественной вытяжной вентиляции

Венткамера системы ПВ1 расположена в техническом подполье здания, остальные системы расположены непосредственно в помещениях.

Системы вентиляции выполнены из стальных воздуховодов, круглого сечения с последующим закрытием их в гипсокартонные короба.

Приток и вытяжка предусматривает канальными вентиляторами фирмы «Systemair». Забор воздуха осуществляется через приточные решетки, расположенные на отметке выше 2,0 м от уровня земли. Приточный воздух очищается в фильтрах и в холодный период подогревается в калориферах.

Горизонтальные участки воздуховодов проложены на высоте 2,5 м от уровня чистого пола этажа.

По требованиям пожарной безопасности системы вентиляции оборудованы огнезадерживающими клапанами для предотвращения проникновения огня, дыма и продуктов сгорания во время пожара в помещение.

4.3 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Воздухораспределители подбираются согласно требований [16], которые устанавливаю, что скорость воздуха на основном участке струи v_x , м/с, и максимальная разность температур на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне Δt_x , °С, не должны превышать нормативных показателей.

$$v_x \leq k \cdot v_g, \quad (4.1)$$

$$\Delta t_x \leq \Delta t_n, \quad (4.2)$$

где k – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе, принимается $k = 1,4$ согласно [16];

Δt_n – нормируемая разность температур, принимаем $\Delta t_n = 1,5$ °С, согласно [16].

Подбор осуществлен по методике, указанной в [20]. Пример расчета представлен в приложении Д. Подбор распределителей приведен в таблице Д.1.

4.4 Аэродинамический расчет систем вентиляции

Аэродинамический расчет ведется по методике, изложенной в [14].

Исходя из рекомендованной скорости определяют рекомендованные диаметры d , м, для круглых воздуховодов по формуле:

$$d = \left(\frac{L}{2830 \cdot V_{рек}} \right)^{0.5}, \quad (4.3)$$

где $V_{рек}$ – рекомендуемая скорость, м/с, начало системы – 4-5 м/с, у вентилятора – 8-12 м/с.

По заданному диаметру подбирается ближайший подходящий размер воздуховода и определяется фактическая скорость $V_{факт}$, м/с, по формуле:

$$V_{факт} = \frac{L}{2830 \cdot d^2}. \quad (4.4)$$

Чтобы избежать пользование таблицами и интерполяцией значений удельных потерь на трение, применим прямое решение задачи. Определим критерий Рейнольдса по формуле:

$$Re = 64100 \cdot d \cdot V_{факт}. \quad (4.5)$$

В зависимости от числа критерия Рейнольдса вычисляется коэффициент гидравлического трения λ .

При $Re < 60000$:

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}} \quad (4.6)$$

При $Re > 60000$:

$$\lambda = \frac{0.1266}{Re^{0.25}} \quad (4.7)$$

Потери давления ΔP , Па определяются по формуле:

$$\Delta P = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot 0.6 \cdot V_{факт.}^2 \cdot \rho \quad (4.8)$$

Невязка потерь давлений на ответвлениях определяется по формуле:

$$\frac{\Delta P_{осн.} - \Delta P_{вт.}}{\Delta P_{осн.}} \cdot 100\% \leq 15\% \quad (4.9)$$

Для уравнивания расчетных потерь давления на ответвление устанавливают диафрагму или дроссель клапан, коэффициент местного сопротивления определяется по формуле:

$$\xi = \frac{\Delta P_{осн.} - \Delta P_{вт.}}{0.6 \cdot V_{отв.}^2 \cdot \rho} \quad (4.10)$$

По вычисленному значению подбирают диафрагму или дроссель-клапан с ближайшим значением коэффициента местных сопротивлений к искомому.

Естественная вентиляция рассчитывается аналогичным образом.

Рассчитывают располагаемое давление $P_{расп}$, Па:

$$P_{расп} = h \cdot (\rho_n - \rho_v) \cdot g, \quad (4.11)$$

где h – высота воздушного столба, м;

ρ_n – плотность наружного воздуха при температуре +5 °С, кг/м³.

Величина запаса при определении невязки должна составлять 5-10%.

Расчетные схемы показаны на рисунках Е.1 – Е.6. Аэродинамический расчет представлен в приложении Е в таблицах Е.1 – Е.9.

4.5 Подбор оборудования

Подбор оборудования совершим с помощью онлайн-каталога [21].

При использовании онлайн-каталога выбирается тип оборудования, а именно для вентиляции будут использоваться канальные приточные системы с водяными калориферами для систем П1, П2, П4, вытяжные канальные вентиляторы для систем В1, В2, В3, В4 и приточно-вытяжную венткамеру с рекуператором для системы ПВ1.

Подбирается оборудование по расходу и необходимому давлению с 10-ти процентным запасом, по наружной температуре воздуха в холодный период и по параметрам теплоносителя.

Подбор оборудования представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Подбор оборудования

Наименование системы	Расход системы L , $\text{м}^3/\text{ч}$	Потери давления в системе ΔP , Па	Марка вент камеры	Марка фильтра	Аэродинамические потери в фильтре ΔP , Па	Марка калорифра	Аэродинамические потери в калорифере ΔP , Па	Мощность калорифера N , кВт	Расход воды калорифера q , л/с	Гидравлические потери в калорифере ΔP_w , кПа	Потери давления в клапане ΔP , Па	Марка вентилятора	Суммарные потери давления в системе $\Sigma \Delta P$, Па
П1	2096	297	Topvex SF08 HWL	G4	150	VBR 60-35-2	36	20,38	0,25	2	20	RSI 60-35	553,5
B1	1549	313		G4	150						20	KVO 400 Circular	531,4
П2	4090	334	Topvex SF12	G4	150	VBR 70-40-2	94	36,3	0,44	3	20	KT 70-40-4	657,7
B2	3743	379		G4	150						20	KD400D-EC	603,4
B3	1043	430		G4	150						20	KD200 L1	659,9
П4	322	30		G4	101						20	KT 40-20-4	166,1
B4	482	64		G4	100						20	Prio 160EC	201,9
ПВ1-П	6100	789	VS-40-PMH	G4	150			56,93			20	MUB 062 630D4-A2	1055
ПВ1-В	5589	792		G4	150		49	24,4	0,59	2	20	MUB 100 630D4-L	1112

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

5.1 Безопасность жизнедеятельности

Перед началом строительства необходимо определить какой вред будет нанесен при работе здания и при экстренных ситуациях человеку и окружающей среде.

Основные сведения приведены ниже в таблицах 5.1 – 5.7.

Таблица 5.1 – Технологический паспорт здания

№ п/ п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материал, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Отопление	Теплоснабжение системы отопления для поддержания заданной температуры воздуха в помещениях	16067 Оператор теплового пункта (код по ОКЗ 8162) 22760 Инженер по эксплуатации теплотехнического оборудования (код по ОКЗ 2143)	Теплообменник, трубопроводы, распределительные гребенки, стальные пластинчатые радиаторы, балансировочные и термостатические клапаны, блок автоматики	Металл, металлопластик, вода при температуре 80-60 °С

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6
2	Вентиляция	Подача с помощью вентиляционного оборудования свежего воздуха в помещение и удаление отработанного воздуха из помещения	18526 Слесарь по ремонту и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования (код по ОКЗ 7233) 22542 Инженер по вентиляции (код по ОКЗ 2145) 22754 Инженер по эксплуатации вентиляционных систем и санитарно-технического оборудования (код по ОКЗ 2145)	Воздухораспределители, воздуховоды, дроссель-клапаны, калориферы, вентиляторы, блок автоматики.	Металл, вода при температуре 80-60 °С

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков

№п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Отопление	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, пониженная или повышенная температура воздуха рабочей зоны	Стальные радиаторы, теплообменник в тепловом пункте

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4
1	Отопление	Повышенный уровень шума на рабочем месте	
2	Вентиляция	повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная подвижность воздуха	Воздухораспределители, вентиляционная установка

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№п/п	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Оптимизация, регулирование и автоматизация систем отопления и вентиляции, использование шумоглушителей для систем вентиляции, создание условий труда, при которых вредное воздействие шума не усугубляется наличием других неблагоприятных факторов, составление комплексных программ сохранения слуха работников.	Не требуется
2	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования	Оптимизация, регулирование и автоматизация систем отопления, установка или демонтаж защитных шкафчиков	Температура отопительных приборов регулируется с помощью термостатического клапана непосредственно на самом приборе

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
3	пониженная или повышенная температура воздуха рабочей зоны	Оптимизация, регулирование и автоматизация систем отопления и вентиляции,	Не требуется
4	повышенная или пониженная подвижность воздуха	Оптимизация, регулирование и автоматизация систем вентиляции, регулирование воздухораспределителей, дросселирование системы вентиляции	Не требуется

5.2 Пожарная безопасность и экология

Пожарная опасность систем отопления и вентиляции заключается в наличии источника зажигания высокой температуры (до 150 °С) теплоносителя (воды, пара, нагретого воздуха в системах кондиционирования, газового или электрического отопления) и взрывопожароопасной газо-, паровоздушной среды, удаляемой системами вентиляции из зданий и помещений, способной воспламеняться при контакте с различными источниками зажигания.

Основная задача пожарной профилактики заключается в том, чтобы исключить потенциальный источник зажигания в виде нагретых поверхностей и исключить накопление взрывопожароопасной воздушной среды в помещении.

Источники пожарной опасности приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Индивидуальный тепловой пункт	Насос - Автоматика	А, D, E	Пламя и искры	вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов,

					изделий и иного имущества
--	--	--	--	--	---------------------------

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
2	Вентиляционные камеры	Вентилятор	A, D, E	Пламя и искры	вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
		Автоматика	E	Пламя искры	вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
		Корпус вентиляционной установки	B	Пламя, повышенная концентрация продуктов горения	токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Средства защиты и мероприятия по предотвращению пожара приведены в таблицах 5.5 и 5.6.

Таблица 5.5 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, вода, песок, ведро,	Огнетушители, щиты с средствами	Пожарные гидранты, щиты с средствами	Не предусматриваются	Огнетушители, щиты с средствами	Респираторы, противогазы, автоподъемники и	Огнетушители, вода, песок, ведро, лопата	Пожарная сигнализация, телефон «112»

лопата	пожар отуше ния	вами пожар отуше ния		пожар отуше ния	автолест ницы пожарны е		и «01»
--------	-----------------------	-------------------------------	--	-----------------------	----------------------------------	--	--------

Таблица 5.6 – Мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Отопление административного здания УПФР	Теплоснабжение	Соблюдение противопожарных норм и правил при устройстве, установке и эксплуатации оборудования в соответствии с [25, 26, 27], проектирование противодымной вентиляции
Вентиляция административного здания УПФР	Воздухообмен	

Воздействие технического объекта на экологию и мероприятия по снижению загрязнения приведены в таблицах 5.7 и 5.8.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Отопление административного здания УПФР	Теплоснабжение	Не происходит	Подпитка внутреннего контура теплоснабжения водой из водопроводных сетей	Не происходит
Вентиляция административного здания УПФР	Воздухообмен	Выброс в атмосферу отработанного воздуха (CO ₂)	Подпитка внутреннего контура теплоснабжения водой из водопроводных сетей	Не происходит

Таблица 5.8 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Административное здание УПФР
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Установка воздушных фильтров с эффективностью выше 90% и своевременная их замена или чистка
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Сточные воды отводятся в сети городской канализации и далее на сооружения очистки сточных вод
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Не требуется

На основании проведенных идентификаций рисков, пожарной опасности и экологических факторов по производимым на техническом объекте операциям необходимо произвести следующие мероприятия по направлениям:

1. Снижение профессиональных рисков – своевременная оптимизация систем отопления и вентиляции под изменяющиеся параметры внутреннего и наружного микроклимата;
2. Снижение пожарной опасности – проектирование систем противодымной вентиляции;
3. Снижение экологической угрозы – использование современных фильтрующих материалов, своевременная их чистка и замена.

6 АВТОМАТИЗАЦИЯ

Понятие автоматизация в настоящее время употребляется в широком смысле слова и служит для обозначения комплекса мероприятий технического и организационного характера, направленных на замену или облегчение труда человека с помощью разнообразных устройств и механизмов [28].

Классическое определение автоматизации дал К. Маркс: «Когда рабочая машина выполняет все движения, необходимые для обработки сырого материала, без содействия человека и нуждается лишь в контроле со стороны рабочего, мы имеем перед собой автоматическую систему машин, которая, однако, способна к постоянному усовершенствованию в деталях» [29].

Автоматизация системы ПВ1

В состав сборки включено следующее оборудование системы автоматизации [30]:

Канальный датчик температуры – измерение температуры приточного, вытяжного или наружного воздуха, ограничение максимальной или минимальной температуры приточного воздуха, защита от обмерзания блоков теплоутилизации путем контроля температуры вытяжного воздуха за блоком;

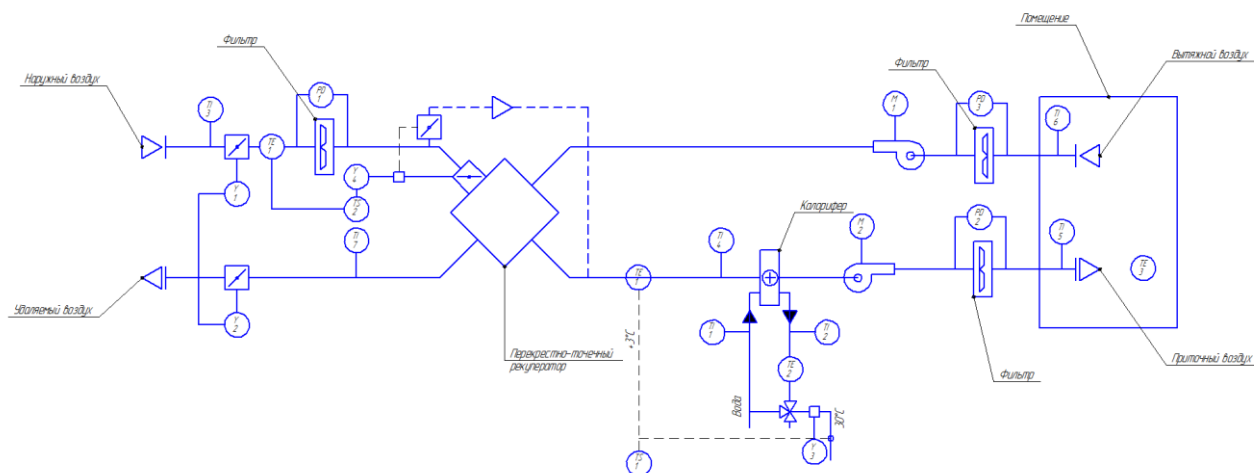
Дифференциальный манометр – контроль степени загрязнения фильтра путем измерения перепада статического давления воздуха до и после фильтра, контроль работы вентиляторной группы с клиноременной передачей – сигнализации об отсутствии напора воздуха на вентиляторе;

Термозамораживающий термостат по стороне воздуха – защита водяного нагревателя от замораживания путем контроля минимальной допускаемой температуры воздуха за нагревателем, при достижении установленной минимальной температуры воздуха сигнал на контроллер вызывает закрытие воздушного клапана на входе в агрегат, остановку вентиляторной группы и максимальное открытие водяного клапана, переключение вентагрегата в

аварийное состояние при трехкратном срабатывании в течении часа защиты от замерзания;

Электрический сервопривод воздушного клапана ON-OFF и 0-10 В – открытие или закрытие подачи воздуха через агрегат, регулирование степени открытия воздушного клапана обводного канала перекрестно-точечного теплообменника – защита от обмерзания;

Трехходовой клапан с электрическим сервоприводом – регулирование температуры теплоносителя на входе в водяные нагреватели – регулирование качественное. Позволяющее путем подмешивания обратной воды к прямой изменять температуру последней при постоянном расходе, обязательно



совместная работа с циркуляционным насосом для защиты от замораживания.

Рисунок 6.1 – Схема автоматики ПВ1

Условные обозначения:

PD 1, PD 2, PD 3 – дифманометр;

TI 1, TI 2 – датчики температуры прямой и обратной воды;

TI 3, TI 4, TI 5, TI 6, TI 7 – датчики наружного, после перекрестно-точечного рекуператора, приточного, вытяжного и удаляемого соответственно;

TE 1, TE 2, TE 3, TE 4 – датчик температуры, подключенный к регулятору температуры;

TS 1, TS 2 – регуляторы температуры

M1, M2 – электроприводы вентиляторов;

Y1, Y2, Y3, Y4 – приводы клапанов.

На рисунке 6.1 представлена принципиальная схема автоматики приточной-вытяжной камеры. В сборку включены местное и дистанционное управление электрооборудованием. Необходимая температура воздуха в помещении определяется с помощью регулятора температуры TS 1, датчики которого размещены на приточном воздуховоде (TE 4) после теплоутилизатора, на обратном трубопроводе калорифера (TE 2) и в помещении (TE 3). Регулятор управляет механизмами клапанов Y1 и Y 3, установленными перед перекрестно-точечным рекуператором и на обратном трубопроводе калорифера. В случае, если температура обратной воды снизится до 30 °С и воздуха до 3 °С, регулятор выключит вентиляторы и перекроет входной и выходной клапаны во избежание замораживания калорифера. Регулятор температуры TS 2, подключенный к датчику TE 1 и механизму клапана Y 4, при повышении температуры наружного воздуха до 8 °С во избежание перегрева приточного воздуха перекрывает клапан на перекрестно-точечном теплообменнике и открывает клапан на внутреннем обводном патрубке, тем самым пропуская наружный воздух в обход теплообменника. Во избежание заиндевления теплообменника аналогичный процесс происходит при понижении температуры ниже -20 °С и при снижении теплового потока вытяжного воздуха.

Дифманометры PD1 ... PD3 предназначены для определения степени загрязнения фильтров по перепаду давления.

Система позволяет регулировать температуру внутри помещения, степень утилизации энергии, регулировать подачу воздуха, а также регулировать систему по календарю.

С помощью интерфейса пользователя возможно получение информации о температурах внутреннего, наружного, удаляемого и приточного воздуха; получать информацию о состоянии загрязнения фильтров, а также система проинформирует об аварийных ситуациях. Внутреннее устройство системы защиты позволяет предотвратить перегрузки двигателя, заморозку водонагревателя и обмерзание теплообменника утилизатора.

7 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Монтаж внутренних систем следует выполнять согласно требований СП и инструкций фирм производителей оборудования.

Список работ, которые следует выполнить для каждого пункта ведомости, указан в ЕНиР [31] и [32].

До начала монтажных работ должны быть произведены работы [33]:

1. Монтаж перекрытий
2. Устройство площадок для вентустановок
3. Подготовка отверстий в стенах и перекрытиях
4. Нанесение на стенах проектных отметок
5. Оштукатуривание поверхностей стен в местах прокладок воздуховодов

Работы по монтажу системы вентиляции [33]:

1. Разметка мест установки средств крепления воздуховодов
2. Установка средств крепления
3. Доставка деталей воздуховодов
4. Сборка деталей воздуховодов в укрупненные блоки
5. Установка блока

Монтаж вентиляторов должен производиться в следующей последовательности [33]:

1. приемка помещений венткамер;
2. доставка вентилятора или отдельных его деталей к месту монтажа;
3. строповка вентилятора или отдельных деталей;
4. установка вентилятора на опорных конструкциях;
5. проверка работы вентилятора.

Контроль качества [33]:

Воздуховоды должны монтироваться в соответствии с проектными привязками и отметками. Присоединение воздуховодов к технологическому оборудованию должно производиться после его установки.

Прокладки между шинами или фланцами воздуховодов не должны выступать внутрь воздуховодов.

Болты во фланцевых соединениях должны быть затянуты, все гайки болтов должны располагаться с одной стороны фланца. При вертикальной установке болтов гайки, как правило, должны располагаться с нижней стороны соединения.

Крепления горизонтальных металлических неизолированных воздуховодов (хомуты, подвески, опоры и др.) на бандажном бесфланцевом соединении следует устанавливать:

- на расстоянии не более 4 м одно от другого при диаметрах воздуховода круглого сечения или размерах большей стороны воздуховода прямоугольного сечения менее 400 мм.

- на расстоянии не более 3 м одно от другого - при диаметрах воздуховода круглого сечения или размерах большей стороны воздуховода прямоугольного сечения 400 мм и более.

Таблица 7.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Примечание
1	2	3	4	5
	Монтаж систем вентиляции			
1	Прокладка воздуховодов диаметром: Ø 100 мм Ø 125 мм Ø 160 мм Ø 200 мм Ø 250 мм Ø 315 мм Ø 355 мм Ø 400 мм Ø 450 мм	1 м	16,8 174,4 65,2 75,0 66,2 53,2 48,4 28,3 63,7	
2	Монтаж воздухораспределителей	шт.		

	PP 100x200		10	
	PPM DN125		96	
	PPM DN200		13	
	PPM DN250		14	
3	Монтаж жалюзийных решеток	шт.	4	
4	Монтаж рулонных фильтров	шт.	9	

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4	5
5	Монтаж шумоглушителей	шт	7	
6	Монтаж утепленных клапанов	шт	10	
7	Монтаж огнезадерживающих клапанов	шт	20	
8	Узлы прохода вентиляционных вытяжных шахт Ø до 250мм Ø до 355мм Ø до 800мм	шт	5 6 6	
9	Монтаж вентиляторов до 0,005т до 0,12т до 0,2т	шт	1 7 1	
10	Монтаж кондиционеров 82 кг	шт	1	
11	Монтаж калориферов	шт	3	
12	Монтаж приточных камер	шт	3	

Трудоемкость определяется по формуле:

$$T_p = \frac{H_{вр} \cdot V}{8,2}, \quad (7.1)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, по ЕНиР;

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, час.

Ведомость трудоемкости работ представлена в приложении Ж в таблице Ж.1.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2) [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-07-01. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий [Электронный ресурс]. – Введ. 2004.-06.-01.- Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/43/43635/>
5. Малявина, Е.Г. Теплотери здания [Электронный ресурс] / Справ. пособие. – 2007.- Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data1/50/50453/>
6. Современные строительные материалы. Лайт Баттс [Электронный ресурс] / Каталог. 2015.- Режим доступа: <http://современные-строительные-материалы.рф/catalog/LAYT-BATTS.htm>
7. СП 41-102-98 Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб [Электронный ресурс]. – Введ. 1998.-04.-16.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001319>
8. Purmo. Стальные радиаторы. PURMO Ventil Compact [Электронный ресурс] / Каталог. – 2016.- Режим доступа: <http://www.purmo.com/ru/produktay/stalynaye-radiatoray/purmo-ventil-compact.htm>
9. Покотилов, В.В. Системы водяного отопления [Текст] / В.В. Покотилов. – Вена: самостоят. изд. – 2008.- 159 с.: ил.

10. Техническая информация [Электронный ресурс] / Каталог // ТЕСЕ.
– 2015.- Режим доступа: http://www.tece.ru/ru//company/service/technical+documents/technical+informations_209_337.html
11. Богословский, В.Н. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 1. Отопление [Текст] / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави, и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1990.-344 с.: ил.-
12. Шаровые краны Broen Ballomax (Броен Балломакс) [Электронный ресурс] / Каталог // Broen. – 2015.- Режим доступа: <http://broen-russia.com/catalog/ballomax>
13. Найти продукт и решение [Электронный ресурс] / Каталог // Grundfos. – 2015.- Режим доступа: <http://product-selection.grundfos.com/front-page.html?%3Ftime=1463689264045&qcid=109063995>
14. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке [Текст] / Ю.С. Краснов, А.П. Борисоглебская, А.В. Антипов. –М.: Термокул, 2004. – 370 с.: ил.
15. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование [Электронный ресурс]. – Введ. 2004.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200035579>
16. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>
17. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091051>
18. СП 44.13330.2011. Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 [Электронный ресурс]. – Введ. 2011.-05.-20.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084087>

19. Богословский, В.Н. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 [Текст] / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- 4-е изд., перераб. и доп., М.: Стройиздат, 1992.-319 с.: ил.
20. Баркалов, Б.В. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 [Текст] / Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др. Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И.Шиллера.- 4-е изд., перераб. и доп., М.: Стройиздат, 1992.-416 с.: ил.
21. Вентиляторы [Электронный ресурс] / Каталог // Systemair. – 2015.- Режим доступа: <https://www.systemair.com/ru/Russia/Products/Product-selector/Fans/>
22. Отводы [Электронный ресурс] / Vent Smeta. – 2015.- Режим доступа: <http://ventsmeta.ru/vozduhovodyi-2/otvodyi/>
23. Каталог прецизионных кондиционеров Emerson [Электронный ресурс] / Каталог // Инженерные системы. – 2015.- Режим доступа: <http://emersonpower.ru/information/57-catalog-precision-ac-emerson>
24. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Текст] / Справ. пособие. –Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33с.
25. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст] / Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации, N 30, 28.07.2008, (ч.I), ст.3579. – 2009.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902111644>
26. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]. – Введ. 1992.-07.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt>
27. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-02.-25.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833>

28. Мухин, О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции [Текст] / Учеб. Пособие для вузов. –Мн.: Выш. шк., 1986. –304 с.: ил.

29. Маркс, К. Капитал [Текст] / К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч., 2-е изд., т. 23, 1983. –392 с.

30. Агрегаты для вентиляции и кондиционирования воздуха широкого применения [Электронный ресурс] / Каталог // VTS. – 2013.- Режим доступа: <http://vtsgroup.ru/VENTUS.html>

31. ЕНиР Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 1. Санитарно-техническое оборудование здания и сооружений [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000670>

32. ЕНиР Сборник Е10. Сооружение систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001041>

33. ТТК. Типовая технологическая карта на установку и монтаж внутренних систем вентиляции и кондиционирования с приточно-вытяжными установками и оборудования систем холодоснабжения [Текст]. – СПб, ООО «Строительные Технологии», 2012.- Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293794/4293794406>

Приложение А

Таблица А.1 – Расчет теплотерь 2-го этажа

№ помещения	Наименование	Ориентация по сторонам света	Размер, м		Площадь, м²	Полезная площадь, м²	Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м²*С°)	Перепад температур Δt, °С	Теплопотери Q, Вт	Добавки β,			Теплопотери с учетом добавок Q*(1+∑β), Вт	Теплопотери от инфильтрации Q _{инф} , Вт	Нагрузка на систему отопления Q _{от} , Вт
			А	Б						На ориентацию	Прочие	Сумма добавок			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
201	НС1	З	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0,05	0,05	0,1	75		3630
	НС2	З	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0,05	0,05	0,1	75		
	НС3	ЮЗ	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0	0,05	0,05	72		
	НС4	Ю	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0	0,05	0,05	72		
	НС5	ю	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0	0,05	0,05	72		
	О1	З	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0,05	0,05	0,1	338	104	
	О2	З	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0,05	0,05	0,1	338	104	
	О3	ЮЗ	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0	0,05	0,05	323	104	
	О4	Ю	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0	0,05	0,05	323	104	
	О5	ю	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0	0,05	0,05	323	104	
	Пол				33,18	89,38	0,90	37	1101				1101		
202	НС1	з	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0,05	0,05	0,1	75		4053
	НС2	СЗ	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0,1	0,05	0,15	78		
	НС3	СЗ	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0,1	0,05	0,15	78		
	НС4	С	3,06	3,30	6,27		0,29	37	68	0,1	0,05	0,15	78		
	НС5	С	2,85	3,30	5,58		0,29	37	61	0,1	0,05	0,15	70		
	НС6	СЗ	7,55	3,30	19,70		0,29	37	214	0,1	0,05	0,15	246		
	О1	з	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0,05	0,05	0,1	338	104	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	O2	C3	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0,1	0,05	0,15	354	104	
	O3	C3	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0,1	0,05	0,15	354	104	
	O4	C	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0,1	0,05	0,15	354	104	
	O5	C	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0,1	0,05	0,15	354	104	
	O6	C3	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0,1	0,05	0,15	483	141	
	Пол				15,99	97,77	0,90	37	531				531		
203	HC1	Ю	2,87	3,30	5,65		0,29	37	61	0	0,05	0,05	65		902
	HC2	Ю	3,97	3,30	10,49		0,29	37	114	0	0,05	0,05	120		
	O1	Ю	1,50	2,55	3,83		2,17	37	308	0	0,05	0,05	323	104	
	O2	Ю	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0	0,05	0,05	220	71	
	пол					39,86									
206	HC	C3	5,20	3,30	11,94		0,29	37	130	0,1	0	0,1	143		746
	O	C3	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0,1	0	0,1	462	141	
	пол		5,20	6,03		31,36									
207	HC	C3	3,23	3,30	8,05		0,29	37	88	0,1	0	0,1	96		398
	O	C3	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0,1	0	0,1	231	71	
	пол		3,23	6,03		19,48									
208	HC1	C3	3,20	3,30	9,26		0,29	37	101	0,1	0,05	0,15	116		учтено в 112
	HC2	CB	7,85	3,30	25,91		0,29	37	282	0	0,05	0,05	296		
	HC3	ЮВ	3,20	3,30	10,56		0,29	37	115	0,05	0,05	0,1	126		
	O1	сз	0,75	1,74	1,31		2,17	37	105	0,1	0,05	0,15	121	35	
212	HC1	CB	7,10	3,30	18,21		0,29	37	198	0,1	0,05	0,15	228		1058
	HC2	B	1,60	3,30	3,98		0,29	37	43	0,1	0,05	0,15	50		
	O1	CB	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0,1	0,05	0,15	483	141	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	O2	в	0,75	1,74	1,31		2,17	37	105	0,1	0,05	0,15	121	35	
	пол				20,22										
213	НС1	Ю	6,93	3,30	17,65		0,29	37	192	0	0,05	0,05	202		1037
	НС	в	6,14	3,30	20,26		0,29	37	220	0,1	0,05	0,15	254		
	O1	ю	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0	0,05	0,05	441	141	
	пол		6,93	6,14		42,55									
214	НС	ю	2,40	3,30	5,31		0,29	37	58	0	0	0	58		338
	O	ю	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0	0	0	210	71	
	п		2,40	6,14		14,74									
215	НС	ю	3,24	3,30	8,08		0,29	37	88	0	0	0	88		369
	O	ю	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0	0	0	210	71	
	пол		3,24	6,14		19,89									

Таблица А.2 – Расчет тепловпотерь 3-го этажа

№ помещения	Наименование	Ориентация по сторонам света	Размер, м		Площадь, м²	Полезная площадь, м²	Коэффициент теплопередачи k , Вт/(м²*С°)	Перепад температур Δt , °С	Теплопотери Q , Вт	Добавки β ,			Теплопотери с учетом добавок $Q^*(1+\sum\beta)$, Вт	Теплопотери от инфильтрации $Q_{инф}$, Вт	Нагрузка на систему отопления $Q_{от}$, Вт
			А	Б						На ориентацию	Прочие	Сумма добавок			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
301	ПК				43,01		0,37	33	530	0	0	0	530		530
302	НС1	юз	3,73	3,30	7,36		0,29	37	80	0	0,05	0,05	84		1967
	НС2	юз	3,06	3,30	5,15		0,29	37	56	0	0,05	0,05	59		
	НС3	ю	3,06	3,30	5,15		0,29	37	56	0	0,05	0,05	59		
	О1	юз	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0	0,05	0,05	418	45	
	О2	юз	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0	0,05	0,05	418	45	
	О3	ю	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0	0,05	0,05	418	45	
	ПК				30,47		0,37	33	376			0	376		
303	НС1	СЗ	2,51	3,30	3,33		0,29	37	36	0,1	0,05	0,15	42		1927
	НС2	з	3,06	3,30	5,15		0,29	37	56	0,05	0,05	0,1	62		
	НС3	з	2,42	3,30	3,04		0,29	37	33	0,05	0,05	0,1	36		
	О1	СЗ	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0,1	0,05	0,15	458	45	

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	O2	з	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0,05	0,05	0,1	438	45	
	O3	з	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0,05	0,05	0,1	438	45	
	ПК				25,73		0,37	33	317			0	317		
304	НС	Сз	4,16	3,30	8,78		0,29	37	96	0,1	0	0,1	105		755
	О	Сз	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0,1	0	0,1	438	45	
	Пк				13,50		0,37	33	166			0	166		
305	НС1	С	2,50	3,30	3,30		0,29	37	36	0,1	0,05	0,15	41		1291
	НС2	С	2,58	3,30	3,56		0,29	37	39	0,1	0,05	0,15	45		
	О1	С	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0,1	0,05	0,15	458	45	
	О2	С	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0,1	0,05	0,15	458	45	
	ПК				16,14		0,37	33	199			0	199		
306	НС	Сз	4,08	3,30	10,85		0,29	37	118	0,1	0	0,1	130		752
	О	Сз	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0,1	0	0,1	231	24	
	ПК				29,83		0,37	33	368			0	368		
308	ПК				92,99		0,37	33	1146			0	1146		1285
320	НС	В	1,55	3,30	4,21		0,29	37	46	0,1		0,1	50		
	О	В	0,75	1,21	0,91		2,17	37	73	0,1		0,1	80	8	
309	НС	Ю	3,88	3,30	10,19		0,29	37	111	0	0	0	111		697
	О	Ю	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0	0	0	210	24	
	Пк				28,55		0,37	33	352			0	352		
310	НС1	Ю	3,06	3,30	5,15		0,29	37	56	0	0,05	0,05	59		1276
	НС2	Ю	2,87	3,30	4,52		0,29	37	49	0	0,05	0,05	52		
	О1	Ю	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0	0,05	0,05	418	45	

Продолжение таблицы А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	О2	ю	1,50	3,30	4,95		2,17	37	398	0	0,05	0,05	418	45	
	ПК				19,36		0,37	33	239			0	239		
311	НС	Сз	3,77	3,30	9,83		0,29	37	107	0,1	0	0,1	118		630
	О	Сз	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0,1	0	0,1	231	24	
	ПК				20,89		0,37	33	258			0	258		
312	НС	СЗ	5,10	3,30	11,61		0,29	37	126	0,1	0	0,1	139		1007
	О	Сз	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0,1	0	0,1	462	48	
	ПК				29,05		0,37	33	358			0	358		
313	НС	СЗ	3,15	3,30	7,79		0,29	37	85	0,1	0	0,1	93		572
	о	СЗ	1,50	1,74	2,61		2,17	37	210	0,1	0	0,1	231	24	
	ПК				18,19		0,37	33	224			0	224		
314	НС1	Сз	3,20	3,30	9,26		0,29	37	101	0,1	0,05	0,15	116		учтено в 112
	НС2	СВ	7,85	3,30	25,91		0,29	37	282	0,1	0,05	0,15	324		
	НС3	ЮВ	3,20	3,30	10,56		0,29	37	115	0,05	0,05	0,1	126		
	о1	сз	0,75	1,74	1,31		2,17	37	105	0,1	0,05	0,15	121	12	
	ПК		3,20	7,85	25,12		0,37	33	310			0	310		
315	НС	СВ	7,27	3,30	18,77		0,29	37	204	0,1	0	0,1	225		1000
	о	СВ	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0,1	0	0,1	462	48	
	ПК				21,57		0,37	33	266			0	266		
316	ПК				8,85		0,37	33	109			0	109		109
317															
318	НС1	ю	6,20	3,30	15,24		0,29	37	166	0	0,05	0,05	174		1340

Продолжение таблицы А.2

	НС2	в	5,75	3,30	18,98		0,29	37	206	0,1	0,05	0,15	237		
	О1	ю	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0	0,05	0,05	441	48	
	ПК		6,20	5,75	35,65		0,37	33	439			0	439		
319	НС	ю	6,20	3,30	15,24		0,29	37	166	0	0	0	166		1073
	О	ю	3,00	1,74	5,22		2,17	37	420	0	0	0	420	48	
	ПК		6,20	5,75	35,65		0,37	33	439			0	439		

Приложение Б

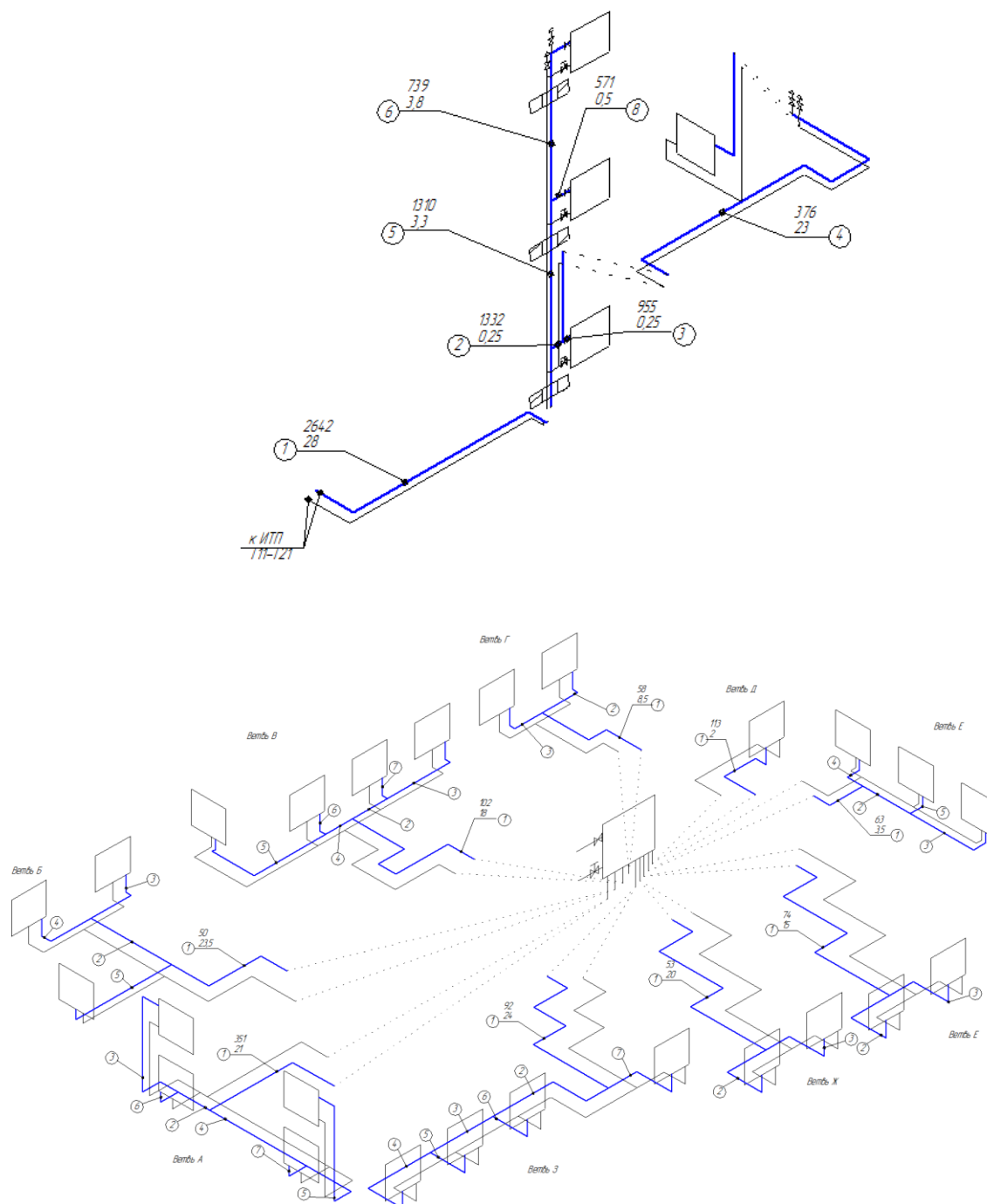


Рисунок Б.1 - Расчетная схема теплоснабжения распределителей

Рисунок Б.2 – Расчетная схема отопления 1-го этажа

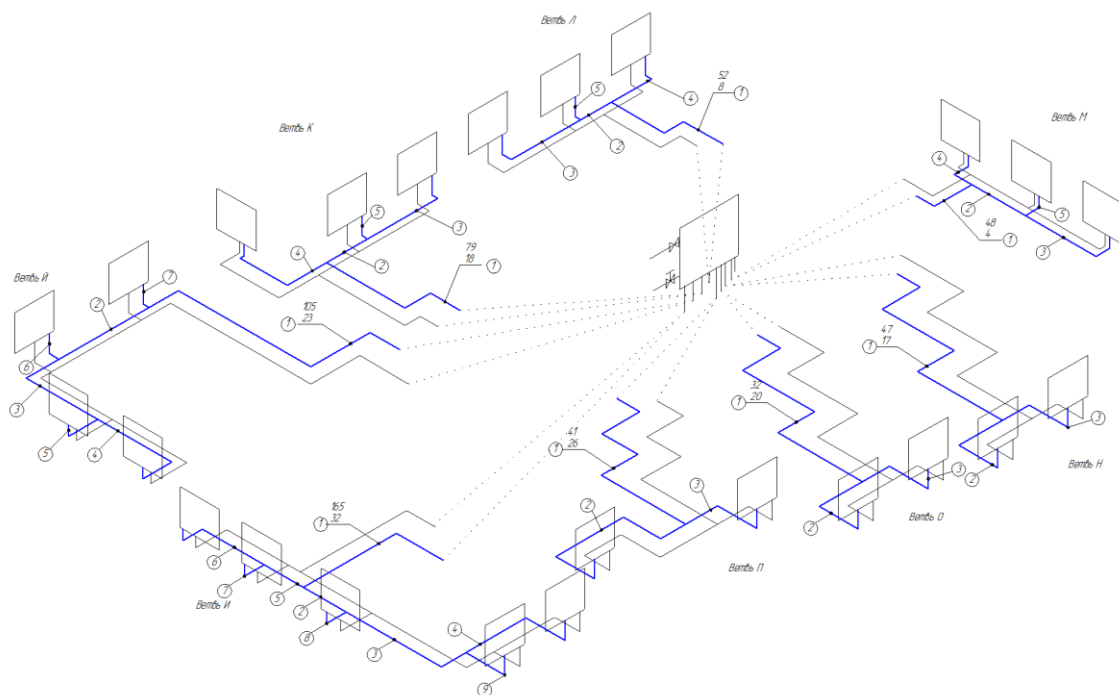


Рисунок Б.3 - Расчетная схема отопления 2-го этажа

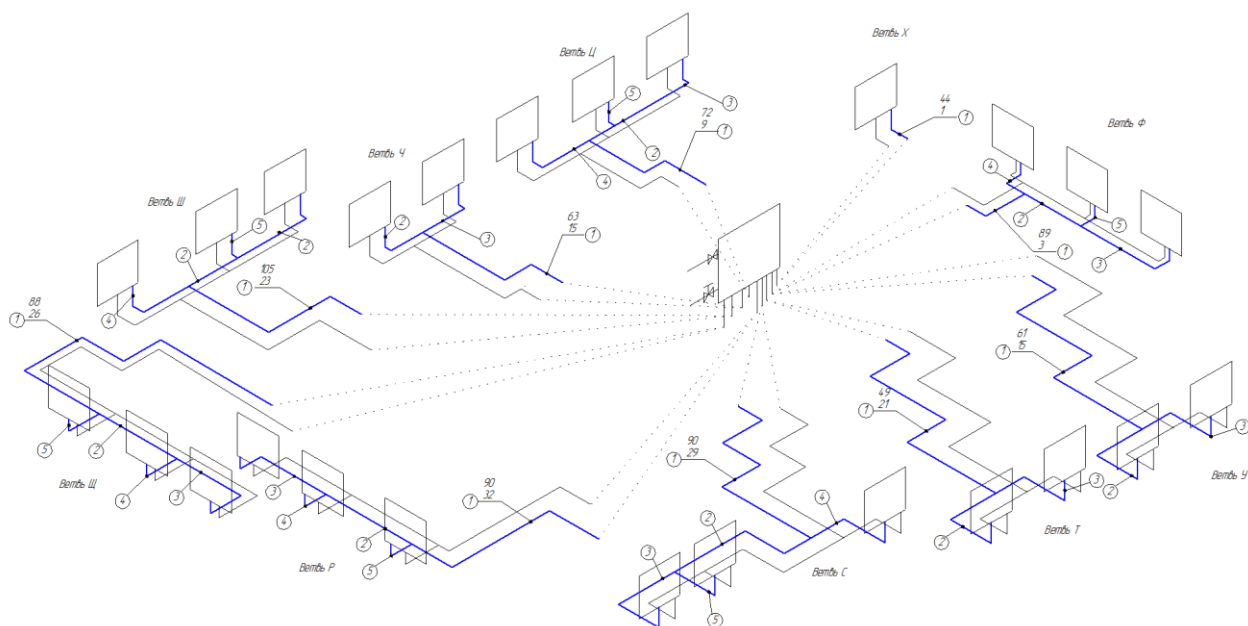


Рисунок Б.4 - Расчетная схема отопления 3-го этажа

Таблица Б.1 – Гидравлический расчет теплоснабжения распределителей

№ участка	Тепловая мощность участка Q, Вт	Расход теплоносителя G, кг/ч	Длина участка l, м	Диаметр участка d, мм	Скорость w, м/с	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на участке R*l, Па	Сумма КМ C $\sum \xi$	Потери давления на местных сопротивлениях Z, Па	Суммарные потери давления на участке ΔP , Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основное кольцо											
1	57965	2642	18	50	0,55	102	2856	5,6	823,1	3679	расширение, сужение задвижка, отвод 126град, отвод 110град, задвижка, отвод90, отвод90,
2	29222	1332	0,25	40	0,46	100	25	1,5	154,2	179	тройник поворот
3	20963	955,3	0,25	40	0,33	56	14	2	105,8	120	тройник проход, кран ш
3*	20963	955,3	0,25	40	0,33	56	14	1	53,54	68	тройник проход
2*	29222	1332	0,25	40	0,46	100	25	3	312,1	337	тройник поворот слияние
1*	57965	2642	18	50	0,55	102	3060	8,3	1234,3	4294	отвод90, отвод90, задвижка, отвод 110, сужение, расширение, задвижка, отвод90, тройник проход
1a	57964,7	2642	4	50	0,55	102	408	3,5	514,4	922	сужение расширение , задвижка, задвижка, отвод90, отвод90
Второстепенные кольца											
4	8259	376,4	23	32	0,23	44	1012	9	231,3	1243	тройник поворот, отвод, отвод, отвод, тройник поворот, отвод

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4*	8259	376,4	25	32	0,23	44	1100	14,5	377,1	11477	отвод, отвод, отвод, отвод, тройник проход, отвод, отвод, отвод, тройник проход слияние
5	28743	1310	3,3	40	0,46	98	323,4	1	102,8	426	тройник проход
6	16211	738,8	3,8	32	0,46	140	532	3,5	359,9	892	тройник проход, тройник поворот, кран шаровый
6*	16211	738,8	3,8	32	0,46	140	532	2,5	260,1	792	кран регулирующий, тройник поворот, тройник проход
5*	28743	1310	3,3	40	0,46	98	323,4	1	104	427	тройник проход
7	12532	571,1	0,5	32	0,35	90	45	2,5	148,8	194	тройник поворот, кран шаровый
7*	12532	571,1	0,5	32	0,35	90	45	3	180,7	226	кран регулирующий, тройник поворот

Таблица Б.2 – Гидравлический расчет системы отопления 1-го этажа

№ участка	Тепловая мощность участка Q, Вт	Расход теплоносителя G, кг/ч	Длина участка l, м	Диаметр участка d _y , мм	Скорость w, м/с	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на участке R*l, Па	Сумма КМС $\sum \xi$	Потери давления на местных сопротивлениях $\sum Z$	Суммарные потери давления на участке ΔP , Па	примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Горизонтальная ветвь ГВ 1											
1	7692	350,5	20,5	25	0,39	152	3116	1,5	110,9	3227	Отвод
2	3845,8	175,3	1,8	20	0,3	133	239,4	1,5	65,6	305	Тройник поворот
3	1923	88	2	20	0	31	62	8	87,46	1149	Тройник проход-2, отвод-4
2*	3845,8	175,3	1,8	20	0,3	133	239,4	3	131,2	371	Тройник поворот, слияние
1*	7692	351	21	25	0	152	3116	2	110,9	3227	Отвод
4	3845,8	175,3	1,8	20	0,3	133	239,4	1,5	65,6	305	Тройник поворот
5	1923	88	2	20	0	31	62	8	87,46	149	Тройник проход-2, отвод-4
4*	3845,8	175,3	1,8	20	0,3	133	239,4	3	65,6	305	Тройник поворот слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2*: $d_{Ркл} = 305 + 1149 + 371 - 305 - 149 - 305 = 1066$ Па $K_v = 88 / ((10 * 1066)^{0.5}) = 0,85 \text{ м}^3/\text{ч}$. Регулировочное положение клапана – 6. Расчет остальных клапанов аналогичен.											

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	1923	88	1	20	0	31	31	7,5	82	113	Отвод-3, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3: дРкл = 1036,5 Па Kv = 0,86 м³/ч. Регулировочное положение клапана – 6.											
7	1923	88	1	20	0	31	31	7,5	82	113	Отвод-3, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 5: дРкл = 1102 Па Kv = 0,83 м³/ч. Регулировочное положение клапана – 6.											
ГВ2											
1	1098	50	23,5	14	0,17	74	1739	3	42,13	1781	Отвод – 2
2	760,1	34,64	2,55	14	0,12	51	130,05	1	6,997	137	Тройник проход
3	422	19	4,66	14	0,07	28	130,48	7,5	17,86	148	Отвод-2, тройник проход, тройник слияние
2*	760,1	34,64	2,55	14	0,12	51	130,05	1	6,997	137	Тройник проход
1*	1098	50	24	14	0,17	74	1739	3	42,13	1781	Отвод-2
Регулятор давления для увязки с основным кольцом: дРкл = 4294,1 Па Kv = 0.09 м³/ч. Регулировочное положение 2.											
4	338,259	15,41	2,2	14	0,06	23	50,6	10,5	18,37	69	Тройник поворот, отвод-4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3: дРкл = 4373,5 Па Kv = 0.07 м³/ч Регулировочное положение 2											

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	338,259	15,41	2,6	14	0,06	23	59,8	7,5	13,12	73	Тройник поворот, отвод-2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2*: дРкл = 4643,6 Па Кv = 0,07 м³/ч Регулировочное положение 2											
ГВ 3											
1	2246	102	18	16	0,27	97	1746	6	212,5	1959	Отвод -4
2	1311,37	59,76	2,1	16	0,16	49	102,9	1,5	18,66	122	Тройник проход
3	631	29	6,7	14	0,1	43	288,1	10	48,59	337	Тройник проход, отвод-4, тройник слияние
2*	1311,37	59,76	2,1	16	0,16	49	102,9	3	37,32	140	Тройник проход
1*	2246	102	18	16	0,27	97	1746	6	212,5	1959	Отвод-4
Регулятор давления для увязки с основным кольцом: дРкл = 3763,2 Па Кv = 0,15 м³/ч. регулировочное положение 3.											
4	934,199	42,57	0,95	14	0,15	64	60,8	1,5	16,4	77	Тройник проход
5	253	12	10,6	14	0,05	19	201,4	12,5	15,18	217	Тройник проход, отвод6, тройник проход

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4*	934,199	42,57	0,95	14	0,15	64	60,8	3	32,8	94	Тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2*: дРкл = 3974,3 Па Kv = 0,15 м³/ч регулировочное положение 3											
6	680,855	31,03	1	14	0,1	46	46	7,5	36,44	82	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 5: дРкл = 4108,5 Па Kv = 0,15 м³/ч регулировочное положение 3											
7	680,855	31,03	1	14	0,1	46	46	7,5	36,44	82	Тройник поворот, отвод-2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 4017,5 Па Kv = 0,15 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 4											
1	1270	58	8,5	14	0,2	86	731	4,5	87,46	818	Отвод - 3
2	662	30	4,6	14	0,1	44	202,4	10,5	51,02	253	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
1*	1270	58	8,5	14	0,2	86	731	4,5	87,46	818	Отвод - 3
Регулятор давления для увязки с основным кольцом: дРкл = 6388,4 Па Kv = 0,12 м³/ч. регулировочное положение 2											

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	607	28	3,6	14	0,1	41	147,6	9	43,73	191	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2: дРкл = 6450,5 Па Kv = 0,11 м³/ч регулировочное положение 2											
ГВ 5											
1	2483	113	2	16	0,3	155	310	18	787,2	1097	Отвод 12
Регулятор давления для увязки с основным кольцом дРкл = 7181,6 Па Kv = 042 м³/ч регулировочное положение 5											
ГВ 6											
1	1374	63	3,5	14	0,22	93	325,5	3	70,55	396	Отвод2
2	915,75	41,73	2,7	14	0,15	64	172,8	1,5	16,4	189	Тройник проход
3	457,875	20,87	6,2	14	0,07	31	192,2	10,5	25	217	Тройник проход, отвод4, тройник проход
2*	915,75	41,73	2,7	14	0,15	64	172,8	3	32,8	206	Тройник слияние
1*	1374	63	3,5	14	0,22	93	325,5	3	70,55	396	Отвод2
Регулятор давления для увязки с основным кольцом дРкл = 6874,7 Па Kv = 0,08 м³/ч регулировочное положение 2											

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	457,875	20,87	0,7	14	0,07	31	21,7	7	16,67	38	Тройник поворот, отвод3, тройник проход
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2*: дРкл = 7448,3 Па Kv = 0,08 регулировочное положение 2											
5	457,875	20,87	1	14	0,07	31	31	7,5	17,86	49	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 7043 Па Kv = 0,08 м³/ч регулировочное положение 2											
ГВ 7											
1	1625	74	14,5	14	0,26	110	1595	6	197,1	1792	Отвод4
2	812,414	37,02	5,2	14	0,13	55	286	10,5	86,22	372	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
1*	1625	74	14,5	14	0,26	110	1595	6	197,1	1792	Отвод4
Регулятор давления для увязки с основным кольцом дРкл = 4322,4 Па Kv = 0,18 регулировочное положение 3											
3	812,414	37,02	2,84	14	0,13	55	156,2	10,5	86,22	242	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 дРкл = 4452,2 Па Kv = 0,18 м³ч											

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГВ 8											
1	1156	53	20	14	0,19	79	1580	6	105,2	1685	Отвод4
2	577,933	26,34	5,6	14	0,1	40	224	10,5	51,02	275	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
1*	1156	53	20	14	0,19	79	1580	6	105,2	1685	Отвод4
Регулятор давления для увязки с основным кольцом дРкл = 4633,3 Па Кv = 0,12, регулировочное положение 2											
3	577,933	26,34	2,4	14	0,1	40	96	10,5	51,02	147	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 дРкл = 4761,3 Па Кv = 0,12 регулировочное положение 2											
ГВ 9											
1	2020	92	23,5	16	0,24	75	1762,5	6	167,9	1930	Отвод4
2	1515,31	69,05	3,6	14	0,24	102	367,2	4,5	125,9	493	Отвод2, поворот
3	1010,2	46,04	2,8	14	0,16	68	190,4	1	12,44	203	Тройник проход
4	505,102	23,02	6,6	14	0,08	34	224,4	8	24,88	249	Тройник проход, отвод4, тройник проход
3*	1010,2	46,04	2,8	14	0,16	68	190,4	1	12,44	203	Тройник проход

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2*	1515,31	69,05	3,6	14	0,24	102	367,2	3	83,96	451	Тройник слияние
1*	2020	92	23,5	16	0,24	75	1762,5	6	167,9	1930	Отвод4
Регулятор давления для увязки с основным кольцом дРкл = 2818,6 Па Kv = 0,14											
5	505,102	23,02	1	14	0,08	34	34	7,5	23,32	57	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 4 дРкл = 3010,6 Па Kv = 0,13 регулировочное положение 2											
6	505,102	23,02	1	14	0,08	34	34	7,5	23,32	57	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3-4-3* дРкл = 3416,3 Па Kv = 0,12 регулировочное положение 2											
7	505,102	23,02	2,6	14	0,08	34	88,4	10,5	32,65	121	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-4-3*-2* дРкл = 4296,9 Па Kv = 0,11 регулировочное положение 2											

Таблица Б.3 – Гидравлический расчет системы отопления 2-го этажа

№ участка	Тепловая мощность участка Q, Вт	Расход теплоносителя G, кг/ч	Длина участка l, м	Диаметр участка d, мм	Скорость w, м/с	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на участке R·l, Па	Сумма KМС $\sum \xi$	Потери давления на местных сопротивлениях $\sum Z$	Суммарные потери давления на участке ΔP , Па	примечание
ГВ 10											
1	3630	165	23	20	0,28	120	2760	6	228,6	2989	Отвод 4
2	2178,19	99,26	0,8	20	0,17	34	27,2	1,5	21,06	48	Тройник поворот
3	1452,12	66,18	2,7	16	0,17	54	145,8	1	14,04	160	Тройник проход
4	726,062	33,09	6,4	16	0,09	28	179,2	8	31,49	711	Тройник проход, отвод 4, тройник проход
3*	1452,12	66,18	2,7	16	0,17	54	145,8	1	14,04	160	Тройник проход
2*	2178,19	99,26	0,8	20	0,17	34	27,2	3	42,13	69	Тройник слияние
1*	3630	165	23	20	0	120	2760	6	228,6	2989	Отвод 4
Клапан регулируется на максимальное открытие. Регулировочное положение 5. Потери давления в клапане 500 Па											
5	1452,12	66,18	1,8	16	0,17	54	97,2	1,5	21,06	118	Тройник поворот

ГВ 11											
1	2316	106	23	20	0,18	37	851	6	94,46	945	Отвод4
2	1737	79	2,7	16	0,28	66	178,2	1	38,09	216	Тройник проход
3	1158	53	2,7	16	0,15	45	121,5	1	10,93	132	Тройник проход

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	579	26	6,4	16	0,07	21	134,4	8	19,05	153	Тройник проход, отвод4, тройник проход
3*	1158	53	3	16	0,15	45	121,5	1	10,93	132	Тройник проход
2*	1737	79	3	16	0,28	66	178,2	1	38,09	216	Тройник проход
1*	2316	106	23	20	0,18	37	851	6	110,2	961	Отвод4

Регулятор давления для увязки с ГВ 10 дРкл = 4367,5 Па

Kv = 0,13 м³/ч регулировочное положение 3

5	579	26	6	16	0,07	21	134,4	8	17,86	152	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
---	-----	----	---	----	------	----	-------	---	-------	-----	--

Регулятор давления для увязки с участком 4 дРкл = 4368,7 Па

Kv = 0,13 м³/ч регулировочное положение 3

6	579	26	6	16	0,07	21	134,4	8	17,86	152	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3-4-3* дРкл = 4633,6 Па Kv = 0,12 м³/ч регулировочное положение 3											

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	579	26	6	16	0,07	21	134,4	8	17,86	152	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-4-3*-2* дРкл = 5066,2 Па Kv = 0,12 м³/ч регулировочное положение 30											
ГВ 12											
1	1737	79	17,5	16	0,28	66	1155	4,5	171,4	1326	Отвод 3
2	1158	53	0,6	16	0,15	45	27	1,5	16,4	43	Тройник поворот
3	579	26	7	16	0,07	21	147	8	19,05	166	Тройник проход, отвод4, тройник проход
2*	1158	53	1	16	0	45	27	3	32,8	60	Тройник слияние
1*	1737	79	18	16	0	66	1155	5	171,4	1326	Отвод 3

Регулятор давления для увязки с ГВ10 дРкл = 7125,1 Па Кv = 0,1 м³/ч регулировочное положение 2											
4	579	26	9	16	0	21	180,6	17	39,29	220	Тройник проход, отвод 8, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 7174,5 Па Кv = 0,1 м³/ч регулировочное положение 2											

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	579	26	1	16	0	21	21	7,5	17,86	39	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 7252,3 Па Kv = 0,1 м³/ч регулировочное положение 2											
ГВ 13											
1	1144	52	8	16	0,14	42	336	3	28,57	365	Отвод2
2	746	34	2,2	16	0,09	28	61,6	1,5	5,904	68	Тройник поворот
3	373,046	17	7	14	0,06	25	175	8	13,99	189	Тройник проход, отвод 4, тройник проход
2*	746	34	2	16	0	28	61,6	3	11,81	73	Тройник слияние
1*	1144	52	8	16	0	42	336	3	28,57	365	Отвод2
Регулятор давления для увязки с ГВ 10 дРкл = 6066,1 Па											

Кv = 0,07 м³/ч регулировочное положение 2											
4	398	18	2,8	14	0,07	26	72,8	10,5	25	98	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 6298,2 Па Кv = 0,7 м³/ч регулировочное положение 2											

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	373,046	17	1	14	0,06	25	25	7,5	13,12	38	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 6216,9 Па Kv = 0,07 регулировочное положение 2											
ГВ 14											
1	1058	48	3,5	16	0,13	41	143,5	1,5	12,32	156	Отвод
2	705,21	32,14	2,7	16	0,08	26	70,2	1,5	4,665	75	Тройник поворот
3	352,605	16,07	6,4	16	0,05	14	89,6	8	9,718	99	Тройник проход, отвод4, тройник проход
2*	705,21	32,14	2,7	16	0,08	26	70,2	3	9,329	80	Тройник слияние
1*	1058	48	4	16	0	41	143,5	1,5	12,32	156	отвод
Регулятор давления для увязки с ГВ 10 дРкл = 6559,8 Па											

Kv = 0,19 регулировочное положение3											
4	352,605	16,07	1,8	16	0,05	14	25,2	7	8,503	34	Тройник поворот, отвод2, тройник проход
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 6779,8 Па Kv = 0,06 м³/ч регулировочное положение 2											

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	352,605	16,07	1	16	0,05	14	14	7,5	9,111	23	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 6636 Па Kv = 0,06 м³/ч регулировочное положение 2											
ГВ 15											
1	1037	47	17	16	0,13	41	697	7,5	61,59	759	Отвод5
2	518,673	23,64	6	16	0,04	20	120	10,5	8,163	128	Тройник поворот, отвод4, трйоник слияние
1*	1037	47	17	16	0	41	697	7,5	61,59	759	Отвод5
Регулятор давления для увязки с ГВ 10 дРкл = 5479,8 Па Kv = 0,1 м³/ч регулировочное положение 2											
3	518,673	23,64	2	16	0,04	20	40	10,5	8,163	48	Тройник поворот, отвод4, тройник

											слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 дРкл = 5559,8 Па Kv = 0,1 м³/ч регулировочное положение 2											
ГВ 16											
1	707	32	20	16	0,08	26	520	7,5	23,32	543	Отвод5
2	369	17	5,6	16	0,05	14	78,4	10,5	12,75	91	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1*	707	32	20	16	0	26	520	8	23,32	543	Отвод5
Регулятор давления для увязки с ГВ 10 дРкл = 5947,3 Па Kv = 0,07 м³/ч регулировочное положение 2											
3	338	15	2,6	16	0,04	12	31,2	10,5	8,163	39	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 дРкл = 5999,1 Па Kv = 0,06 м³/ч регулировочное положение 2											
ГВ 17											
1	902	41	25,5	16	0,09	28	714	7,5	29,52	744	Отвод5
2	451,031	20,55	8,8	16	0,06	17	149,6	16,5	28,86	178	Тройник поворот, отвод8, тройник слияние
1*	902	41	26	16	0	28	714	8	29,52	744	Отвод5
Регулятор давления для увязки с ГВ 10 дРкл = 5459,6 Па Kv = 0,9 м³/ч регулировочное положение 2											
3	451,031	20,55	2,6	16	0,06	17	44,2	10,5	18,37	63	Тройник

											поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 $\Delta P_{кл} = 5575,5 \text{ Па}$ $K_v = 0,09 \text{ м}^3/\text{ч}$ регулировочное положение 2											

Таблица Б.4 – Гидравлический расчет системы отопления 3-го этажа

№ участка	Тепловая мощность участка Q, Вт	Расход теплоносителя G, кг/ч	Длина участка l, м	Диаметр участка d, мм	Скорость w, м/с	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на участке $R \cdot l$, Па	Сумма КМС $\sum \xi$	Потери давления на местных сопротивлениях $\sum Z$	Суммарные потери давления на участке ΔP , Па	примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГВ 18											
1	1967	90	32	20	0,16	32	1024	7,5	93,29	1117	Отвод5
2	1311,58	59,77	2,7	16	0,16	49	132,3	1	12,44	145	Тройник проход
3	655,791	29,89	6,4	16	0,08	25	160	8	24,88	685	Тройник проход, отвод4, тройник проход
2*	1311,58	59,77	2,7	16	0,16	49	132,3	1	12,44	145	Тройник проход

1*	1967	90	32	20	0,16	32	1024	7,5	93,29	1117	Отвод5
Регулятор давления настраивается на максимально открытие. Регулировочное положение 4											
4	655,791	29,89	1	16	0,08	25	25	7,5	23,32	48	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 636,55 Па Kv = 0,37 м³/ч регулировочное положение 4											
Продолжение таблицы Б.4											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	655,791	29,89	1	16	0,08	25	25	7,5	23,32	48	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 926,03 Па Kv = 0,31 м³/ч регулировочное положение 4											
ГВ 19											
1	1973	90	29	20	0,16	32	928	7,5	93,29	1021	Отвод5
2	1276	58	1,8	16	0,16	48	86,4	1,5	18,66	105	Тройник поворот
3	637,914	29,07	6,4	16	0,08	26	166,4	8	24,88	191	Тройник проход, отвод4, тройник проход
2*	1276	58	1,8	16	0,16	48	86,4	3	37,32	124	Тройник слияние
1*	1973	90	29	20	0,16	32	928	7,5	93,29	1021	Отвод5

Регулятор давления для увязки с ГВ 18 дРкл = 746,3 Па Kv = 0,34 м³/ч регулировочное положение 4											
4	697	32	6,4	16	0,08	27	172,8	9,5	29,54	202	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 964,01 Па Kv = 0,32 м³/ч регулировочное положение 4											

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	637,914	29,07	1	16	0,08	26	26	7,5	23,32	49	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 888,26 Па Kv = 0,32 м³/ч регулировочное положение 4											
ГВ 20											
1	1073	49	20,5	16	0,14	40	820	6	57,14	877	Отвод4
2	536,461	24,45	5,8	16	0,07	21	121,8	10,5	25	147	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
1*	1073	49	20,5	16	0,14	40	820	6	57,14	877	Отвод4
Регулятор давления для увязки с ГВ 18 дРкл = 1307,9 Па Kv = 0,21 м³/ч регулировочное положение 3											
3	536,461	24,45	2,4	16	0,07	21	50,4	10,5	25	75	Тройник поворот, отвод4, тройник

											слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 дРкл = 1379,3 Па Kv = 0,21 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 21											
1	1340	61	14,5	16	0,16	50	725	6	74,63	800	Отвод4
2	669,813	30,52	5	16	0,08	26	130	10,5	32,65	163	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1*	1340	61	15	16	0	50	725	6	74,63	800	Отвод4
Регулятор давления для увязки с ГВ 18 дРкл = 1447 Па Kv = 0,25 м³/ч регулировочное положение 3											
3	669,813	30,52	3	16	0,08	26	78	10,5	32,65	111	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 дРкл = 1499 Па Kv = 0,25 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 22											
1	1962,47	89,43	3	20	0,16	32	96	1,5	18,66	115	Отвод
2	1462,39	66,64	2,7	16	0,18	55	148,5	1,5	23,61	172	Тройник поворот
3	962,295	43,85	7,2	16	0,11	36	259,2	8	47,04	306	Тройник проход, отвод4, тройник проход
2*	1462,39	66,64	2,7	16	0,18	55	148,5	3	47,23	196	Тройник слияние

1*	1962,47	89,43	3	20	0,16	32	96	1,5	18,66	115	отвод
Регулятор давления для увязки с ГВ 18 дРкл = 2305,5 Па Кv = 0,29 м³/ч регулировочное давление 3											
4	500,09	22,79	1	16	0,06	20	20	7,5	12,24	32	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 2579,5 Па Кv = 0,14 м³/ч регулировочное положение 3											

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	500,09	22,79	1	16	0,06	20	20	7,5	13,12	33	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 2946,5 Па Кv = 0,13 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 23											
1	962,295	43,85	1	16	0,11	36	36	3	17,64	54	Отвод2
Регулятор давления для увязки с ГВ 18 дРкл = 3155,3 Па Кv = 0,25 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 24											
1	1579	72	9	16	0,19	58	522	3	52,62	575	Отвод2
2	1075,56	49,01	0,5	16	0,14	42	21	1,5	14,29	35	Тройник поворот

3	572	26	7,2	16	0,07	21	151,2	8	19,05	170	Тройник проход, отвод4, тройник проход
2*	1075,56	49,01	0,5	16	0,14	42	21	3	28,57	50	Тройник слияние
1*	1579	72	9	16	0	58	522	3	52,62	575	Отвод2
Регулятор давления для увязки с ГВ 18 дРкл = 1804,6 Па Кv = 0,16 м³/ч регулировочное положение 3											
Продолжение таблицы Б.4											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	503,343	22,94	6,4	16	0,06	17	108,8	10,5	18,37	127	Тройник поворот, отвод 4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 1932,5 Па Кv = 0,17 м³/ч регулировочное положение 3											
5	503,343	22,94	1	16	0,06	17	17	7,5	13,12	30	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 1944,7 Па Кv = 0,16 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 25											

1	1382	63	15	16	0,17	52	780	3	42,13	822	Отвод2
2	752	34	6,2	16	0,09	28	173,6	10,5	41,33	215	Тройник поворот, отвож4, тройник слияние
1*	1382	63	15	16	0	52	780	3	42,13	822	Отвод2
Регулятор давления для увязки с ГВ 18 дРкл = 1349,8 Па Кv = 0,3 м³/ч регулировочное положение 3											

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	630	29	2	16	0,08	25	50	10,5	32,65	83	Тройник поворот, отвож4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2 дРкл = 1482 Па Кv = 0,24 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 26											
1	2046	93	24	20	0,16	32	768	4,5	55,98	824	Отвод3
2	1291	59	1,5	16	0,16	49	73,5	1,5	18,66	92	Тройник поворот
3	645,594	29,42	6,4	16	0,08	24	153,6	8	24,88	178	Тройник проход, отво4, тройник проход

2*	1291	59	2	16	0	49	73,5	3	37,32	111	Тройник слияние
1*	2046	93	24	20	0	32	768	4,5	55,98	824	Отвод3
Регулятор давления для увязки с ГВ18 дРкл = 1179,5 Па Kv = 0,27 м³/ч регулировочное положение 3											
4	755	34	3,2	16	0,09	16	51,2	10,5	41,33	93	Тройник поворот, отвод4, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 2-3-2* дРкл = 1468,5 Па Kv = 0,28 м³/ч регулировочное положение3											

Продолжение таблицы Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	645,594	29,42	1	16	0,08	24	24	7,5	23,32	47	Тройник поворот, отвод2, тройник слияние
Регулятор давления для увязки с участком 3 дРкл = 1310,7 Па Kv = 0,26 м³/ч регулировочное положение 3											
ГВ 27											
1	1927	88	26	20	0,15	31	806	6	65,6	872	Отвод 4
2	1284,35	58,53	2,7	16	0,16	48	129,6	1,5	18,66	148	Тройник пворот
3	642,176	29,26	6,4	16	0,08	25	160	8	24,88	185	Тройник проход, отвод4, тройник проход

Приложение В

Таблица В.1 – Тепловой расчет отопительных приборов

№ помещения	Число приборов в помещении n, шт	Теплопотери помещения Q_4 , Вт	Расход теплоносителя G, кг/ч	Начальная температура теплоносителя $t_{вх}$, °C	Конечная температура теплоносителя $t_{вых}$, °C	Средняя расчетная разность температур $\Delta t_{ср}$, °C	Теплоотдача трубопроводов $Q_{тр}$, Вт	Теплоотдача приборов в помещении Q_1 , Вт	Номинальный тепловой поток $Q_{нт}$, Вт	Коэффициент ϕ	Номинальный тепловой поток отопительного прибора Q_n , Вт	Подобранный прибор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1й этаж												
102	4	7692	329	80	60	54	0	7691,59	2171	0,89	2120	CV33-600-900
103	2	677	31	80	60	52	0	338,26	257	0,66	218	CV11-300-400
104	1	422	19	80	60	50	0	421,84	658	0,64	684	CV22-600-400
105	1	253	12	80	60	52	0	253,34	393	0,64	384	CV22-300-400
108	2	1362	62	80	60	52	0	680,85	488	0,70	481	CV22-300-500
109	1	631	29	80	60	52	0	630,52	910	0,69	955	CV22-900-400
110	1	607	28	80	60	52	0	607,38	879	0,69	855	CV22-600-500
111	1	662	30	80	60	52	0	662,47	952	0,70	955	CV22-900-400
112	1	2483	113	80	60	52	0	2482,62	2927	0,85	2934	CV33-900-900
106	4	2020	92	80	60	52	0	505,10	185	0,68	218	CV11-300-400
120	3	1374	63	80	60	52	0	457,87	226	0,68	218	CV11-300-400
121	2	1156	53	80	60	52	0	577,93	420	0,69	481	CV22-300-500
122	2	1625	74	80	60	52	0	812,41	574	0,71	588	CV22-500-400
Гараж												
115	1	8259	376	80	60	54	0	8259,31	9323	0,89	9780	CV33-900-3000
2й Этаж												
201	5	3630	165	80	60	52	0	726,06	207	0,70	218	CV11-300-400

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
202	7	4053	185	80	60	52	0	579,03	120	0,69	218	CV11-300-400
203	2	902	41	80	60	52	0	451,03	334	0,67	384	CV22-300-400
206	2	746	34	80	60	52	0	373,05	281	0,66	384	CV22-300-400
207	1	398	18	80	60	52	0	397,93	596	0,67	588	CV22-500-400
212	3	1058	48	80	60	52	0	352,61	178	0,66	218	CV11-300-400
213	2	1037	47	80	60	52	0	518,67	380	0,68	384	CV22-300-400
214	1	338	15	80	60	52	0	338,38	513	0,66	588	CV22-500-400
215	1	369	17	80	60	52	0	368,54	555	0,66	588	CV22-500-400
3й этаж												
302	3	1967	90	80	60	52	0	655,79	314	0,70	384	CV22-300-400
303	3	1927	88	80	60	52	0	642,18	308	0,69	384	CV22-300-400
304	1	755	34	80	60	52	0	754,74	1074	0,70	1025	CV22-600-600
305	2	1291	59	80	60	52	0	645,59	465	0,69	481	CV22-300-500
306	1	752	34	80	60	52	0	752,44	1071	0,70	1178	CV33-600-500
308	2	1925	88	80	60	52	0	962,30	671	0,72	684	CV22-600-400
309	1	697	32	80	60	52	0	696,68	997	0,70	955	CV22-900-400
310	2	1276	58	80	60	52	0	637,91	460	0,69	481	CV22-300-500
311	1	630	29	80	60	52	0	629,99	909	0,69	955	CV22-900-400
312	2	1007	46	80	60	52	0	503,34	370	0,68	384	CV22-300-400
313	1	572	26	80	60	52	0	572,22	832	0,69	855	CV22-600-500
315	2	1000	46	80	60	52	0	500,09	368	0,68	384	CV22-300-400
318	2	1340	61	80	60	52	0	669,81	481	0,70	481	CV22-300-500
319	2	1073	49	80	60	52	0	536,46	392	0,68	384	CV22-300-400

Приложение Г

Таблица Г.1 – Расчет тепlopоступлений от солнечной радиации

	Часы суток													
	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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Помещение 106 – клиентская зона														
Окно 1 – ориентация ЮЗ														
Удельное тепlopоступление от прямой радиации $q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	0	0	0	14	150	272	363	429	448	389	272	116
Удельное тепlopоступление от рассеянной радиации $q_{вр}, \text{Вт/м}^2$	23	43	55	63	67	72	78	86	98	110	114	110	91	52
Площадь светового проема $F, \text{м}^2$	0,78													
k1	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
k2	0,9													
$\beta_{с.з.}$	1													
Тепlopоступление от солнечной радиации $Q_{с.р.}, \text{Вт}$	20,34	38,03	48,65	55,7	59,3	32,6	86,43	135,7	174,8	204	213,04	189,2	137,6	63,69
Окно 2 – ориентация Ю														
Удельное тепlopоступление от прямой радиации $q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	13	94	206	299	344	344	299	206	94	13	0	0
Удельное тепlopоступление от рассеянной радиации $q_{вр}, \text{Вт/м}^2$	31	59	76	85	87	90	91	91	90	87	85	76	59	31
Площадь светового проема $F, \text{м}^2$	0,78													
k1	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26
k2	0,9													
$\beta_{с.з.}$	1													
Тепlopоступление от солнечной радиации $Q_{с.р.}, \text{Вт}$	27,4	52,1	33,7	67,	111	147	164,	164,	147,	111	67,8	33,7	52,1	27,4

	2	9	4	9			9	9	5		55	4	9	2
--	---	---	---	---	--	--	---	---	---	--	----	---	---	---

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Окно 3 – ориентация ЮВ														
Удельное тепlopоступление от прямой радиации $q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	116	272	398	448	429	363	272	150	14	0	0	0	0	0
Удельное тепlopоступление от рассеянной радиации $q_{вр}, \text{Вт/м}^2$	52	91	110	114	110	98	86	78	72	67	63	55	43	23
Площадь светового проема $F, \text{м}^2$	0,78													
k1	0,54	0,54	0,54	0,5 4	0,5 4	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
k2	0,9													
$\beta_{с.з.}$	1													
Тепlopоступление от солнечной радиации $Q_{с.р.}, \text{Вт}$	63,6 9	137, 6	192, 6	213	204	175	135, 71	86,4 3	32,6	59,3	55,7 25	48,6 5	38,0 3	20,3 4
Окно 4 – ориентация Ю														
Удельное тепlopоступление от прямой радиации $q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	13	94	206	299	344	344	299	206	94	13	0	0
Удельное тепlopоступление от рассеянной радиации $q_{вр}, \text{Вт/м}^2$	31	59	76	85	87	90	91	91	90	87	85	76	59	31
Площадь светового проема $F, \text{м}^2$	2,61													
k1	1,26	1,26	0,54	0,5 4	0,5 4	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26
k2	0,9													
$\beta_{с.з.}$	1													
Тепlopоступление от солнечной радиации $Q_{с.р.}, \text{Вт}$	91,7 5	174, 6	112, 9	227	372	493	551, 78	551, 8	493, 4	372	227, 05	112, 9	174, 6	91,7 5

Суммарные тепlopоступления в помещения $\sum Q_{с.р.}$, Вт	203,2	402,5	387,9	564	746	848	938,82	938,8	848,2	746	563,68	384,4	402,5	203,2
---	-------	-------	-------	-----	-----	-----	--------	--------------	-------	-----	--------	-------	-------	-------

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Помещение 201 – Актовый зал														
	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
Окно 1 – ориентация 3														
Удельное тепlopоступление от прямой радиации $q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	0	0	0	0	0	37	193	374	428	545	497	371
Удельное тепlopоступление от рассеянной радиации $q_{вр}, \text{Вт/м}^2$	28	44	53	57	59	60	65	72	84	100	123	129	119	73
Площадь светового проема F, м ²	3,83													
k1	1,26	1,26	1,26	1,2 6	1,2 6	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
k2	0,9													
$\beta_{с.з.}$	1													
Тепlopоступление от солнечной радиации $Q_{с.р.}, \text{Вт}$	121, 5	190, 9	229, 9	247	256	260	281, 94	202, 6	514, 9	881	1024 ,3	125 3	114 5	825, 4
Окно 2 – ориентация 3														
Удельное тепlopоступление от прямой радиации $q_{вп}, \text{Вт/м}^2$	0	0	0	0	0	0	0	37	193	374	428	545	497	371
Удельное тепlopоступление от рассеянной радиации $q_{вр}, \text{Вт/м}^2$	28	44	53	57	59	60	65	72	84	100	123	129	119	73
Площадь светового проема F, м ²	3,83													
k1	1,26	1,26	1,26	1,2 6	1,2 6	1,26	1,26	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
k2	0,9													
$\beta_{с.з.}$	1													

Теплопоступление от солнечной радиации $Q_{с.р.}$, Вт	134, 5	255, 9	165, 4	333	545	723	808, 64	808, 6	723, 1	545	332, 75	165, 4	255, 9	134, 5
--	-----------	-----------	-----------	-----	-----	-----	------------	-----------	-----------	-----	------------	-----------	-----------	-----------

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Окно 5 – ориентация Ю														
Удельное теплопоступление от прямой радиации $q_{вп}$, Вт/м ²	0	0	13	94	206	299	344	344	299	206	94	13	0	0
Удельное теплопоступление от рассеянной радиации $q_{вр}$, Вт/м ²	31	59	76	85	87	90	91	91	90	87	85	76	59	31
Площадь светового проема F, м ²	3,83													
k1	1,26	1,26	0,54	0,5 4	0,5 4	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1,26	1,26
k2	0,9													
$\beta_{с.з.}$	1													
Теплопоступление от солнечной радиации $Q_{с.р.}$, Вт	134, 5	255, 9	165, 4	333	545	723	808, 64	808, 6	723, 1	545	332, 75	165, 4	255, 9	134, 5
Суммарные теплопоступления в помещения $\sum Q_{с.р.}$, Вт	611, 6	108 0	102 9	143 3	189 2	212 7	2605	268 8	333 3	385 4	3758 ,8	378 1	347 7	223 2

Приложение Д

Пример расчета воздухораспределителей

Произведем расчет и подбор воздухораспределителей для помещения №201.

Зададимся для помещения воздухораспределителями ПРМ1 диаметром 0,25 м, площадью сечения $F_0 = 0,05 \text{ м}^2$, коэффициентами $m = 0.7$ и $n = 0,6$ и определим расход воздуха на один воздухораспределитель:

$$L_0 = \frac{3743}{7} = 534.7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Вычислим скорость воздуха в сечении распределителя:

$$v_0 = \frac{534.7}{3600 \cdot 0.05} = 2.97 \text{ м/с}$$

Вычислим коэффициенты k_c , k_v .

$$\bar{x} = \frac{1.1}{0.7 \cdot \sqrt{12.76}} = 0.44$$

$$\bar{F} = \frac{0.05 \cdot 7}{12.76} = 0.004$$

Принимаем $k_c^T = 0.75$

$$k_c = 0.75 + \frac{0.9}{0.7} \cdot \frac{534.7}{534.7} \cdot \frac{1.1}{12.76^{0.5}} \cdot \left(\frac{0.05}{12.76}\right)^{0.5} = 0.77$$

Отношение $\frac{x}{l} = \frac{1.1}{0.6} = 1.83$, коэффициент k_v примем равным 1.

Вычислим максимально возможную скорость и сравним ее с нормативной:

$$v_x = \frac{0.7 \cdot 2.97 \cdot \sqrt{0.05}}{1.1} \cdot 0.77 \cdot 1 \cdot 1 = 0.33 \text{ м/с}$$

$$0.33 \leq 1.4 \cdot 0.3$$

Условие (4.19) выполняется.

Вычислим максимальную разность температур:

$$\Delta t_x = \frac{0.6 \cdot 4 \cdot \sqrt{0.05}}{1.1} \cdot \frac{1}{0.77 \cdot 1} = 0.63^\circ\text{C}$$

$$0.63 \leq 1.5$$

Условие (4.20) выполняется.

Данный воздухораспределитель подходит для помещения №201.

Расчет остальных воздухораспределителей аналогичен.

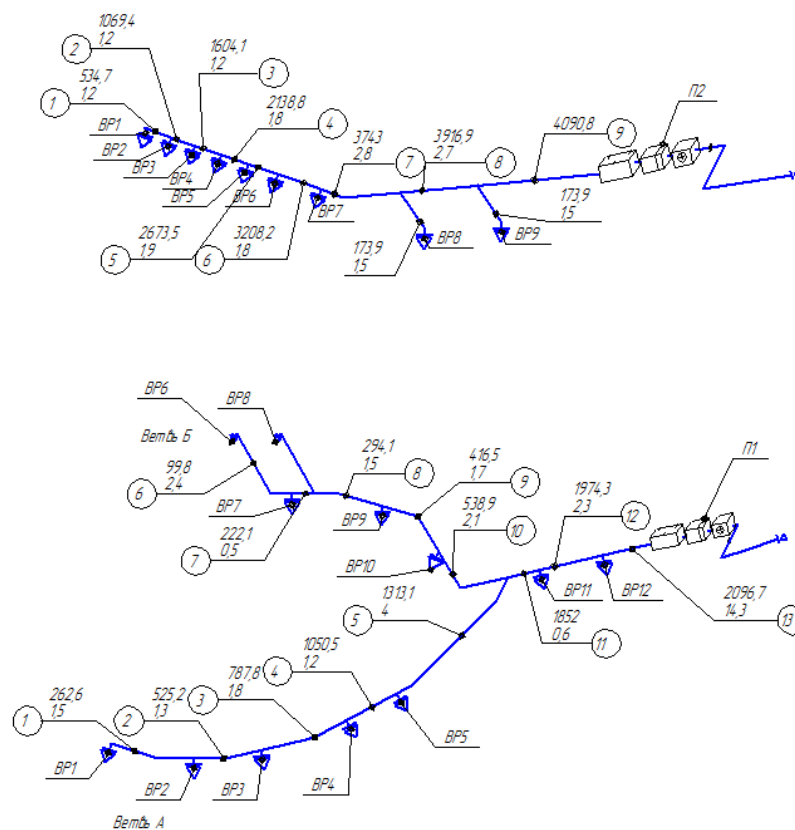
Таблица Д.1 – Подбор воздухораспределителей

№	Наименование помещения	Площадь помещения F, м ²	Воздухообмен L, м ³ /ч		Количество распределителей N, шт	Воздухораспределитель
			По притоку	По вытяжке		
1	2	3	4	5	6	7
102	холл	101,98	611,88	236	8	ПРМ DN125
103	помещение охраны	9,50	99,75	79,8	2	ПРМ DN125
104	медпункт	12,00	72	54	2	ПРМ DN125
105	подсобное помещение	5,00	0	15	1	ПРМ DN125
106	клиентская служба	55,56	1313,1	1313	10	ПРМ DN200
107	коридор	40,35	0	0	0	
108	архив	37,98	0	227,9	2	ПРМ DN125
109	архив	16,72	0	100,3	1	ПРМ DN125
110	комната отдыха	15,54	93,225	139,8	2	ПРМ DN125
111	кабинет	18,36	192,81	154,2	4	ПРМ DN125
112	лестница	25,12	0	0	0	
113	тамбур	10,22	0	0	0	
114	тамбур	4,5795	0	0	0	
115	гараж	53,625	321,75	482,6	2	PP 100x200
116	лестница	22,98	0	0	0	
117	с/у	3,5	0	50	1	PP 100x200
118	с/у	3,2	0	50	1	PP 100x200
119	с/у	3,5	0	50	1	PP 100x200
120	комната персонала	20,22	121,32	182	2	ПРМ DN125
121	кабинет	31,90	334,95	268	4	ПРМ DN125
122	кабинет	38,61	405,41	324,3	4	ПРМ DN125
201	актовый зал	89,35	3743	3743	14	ПРМ DN250
202	архив	94,33	0	566	4	ПРМ DN125
203	кабинет	35,11	402,15	321,7	4	ПРМ DN125
204	холл	64,79	347,89	0	2	ПРМ DN200
205	лестница	22,98	0	0	0	
206	кабинет	28,5	299,25	239,4	4	ПРМ DN125

207	кабинет	17,78	186,69	149,4	2	PPM DN125
208	лестница	25,12	0	0	0	
209	с/у	3,5	0	50	1	PP 100x200

Продолжение таблицы Д.1

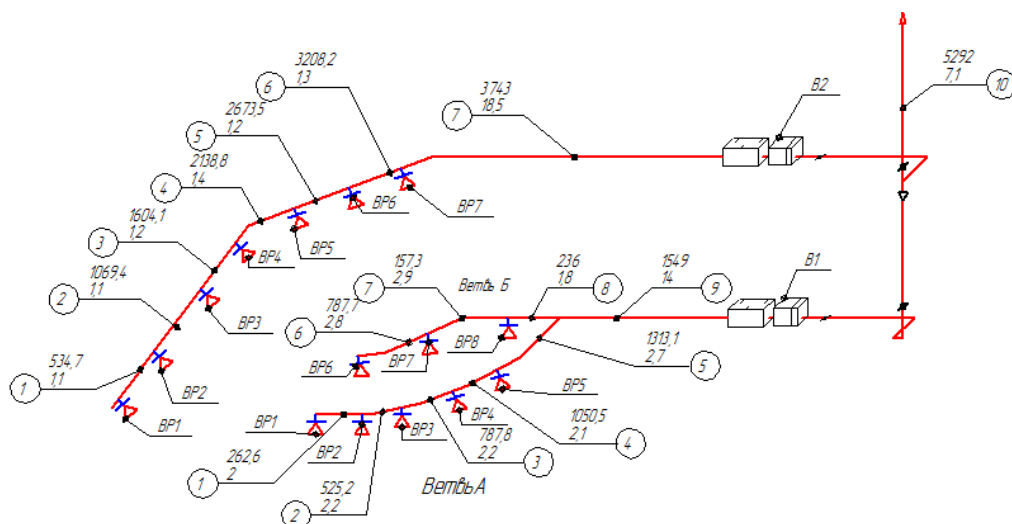
1	2	3	4	5	6	7
210	комната уборочного инвентаря	3,2	0	14,4	1	PP 100x200
211	с/у	3,5	0	50	1	PP 100x200
212	кабинет	18,88	198,24	158,6	2	PPM DN125
213	кабинет	34,99	383,67	306,9	4	PPM DN125
214	серверная	13,5	0	0	0	
215	кабинет	18,33	192,47	154	2	PPM DN125
301	холл	43,01	0	0	0	
302	кабинет	30,47	319,94	255,9	4	PPM DN125
303	кабинет	25,73	270,17	216,1	4	PPM DN125
304	приемная	13,50	121,5	97,2	2	PPM DN125
305	кабинет	16,14	169,47	135,6	2	PPM DN125
306	кабинет	29,83	313,22	250,6	4	PPM DN125
307	кладовая	3,1	0	9,3	1	PPM DN125
308	коридор	109,70	0	458,3	1	PPM DN200
309	кабинет	28,55	299,78	239,8	4	PPM DN125
310	кабинет	19,36	203,28	162,6	4	PPM DN125
311	кабинет	20,89	219,35	175,5	2	PPM DN125
312	кабинет	29,05	305,03	244	4	PPM DN125
313	кабинет	18,19	191	152,8	2	PPM DN125
314	лестница	25,12	0	0	0	
315	комната отдыха	21,57	129,42	194,1	2	PPM DN125
316	с/у	3,5	0	50	1	PP 100x200
317	с/у	3,5	0	50	1	PP 100x200
318	кабинет	35,01	374,33	299,5	4	PPM DN125
319	кабинет	35,02	374,33	299,5	4	PPM DN125
320	лестница	22,98	0	0	0	

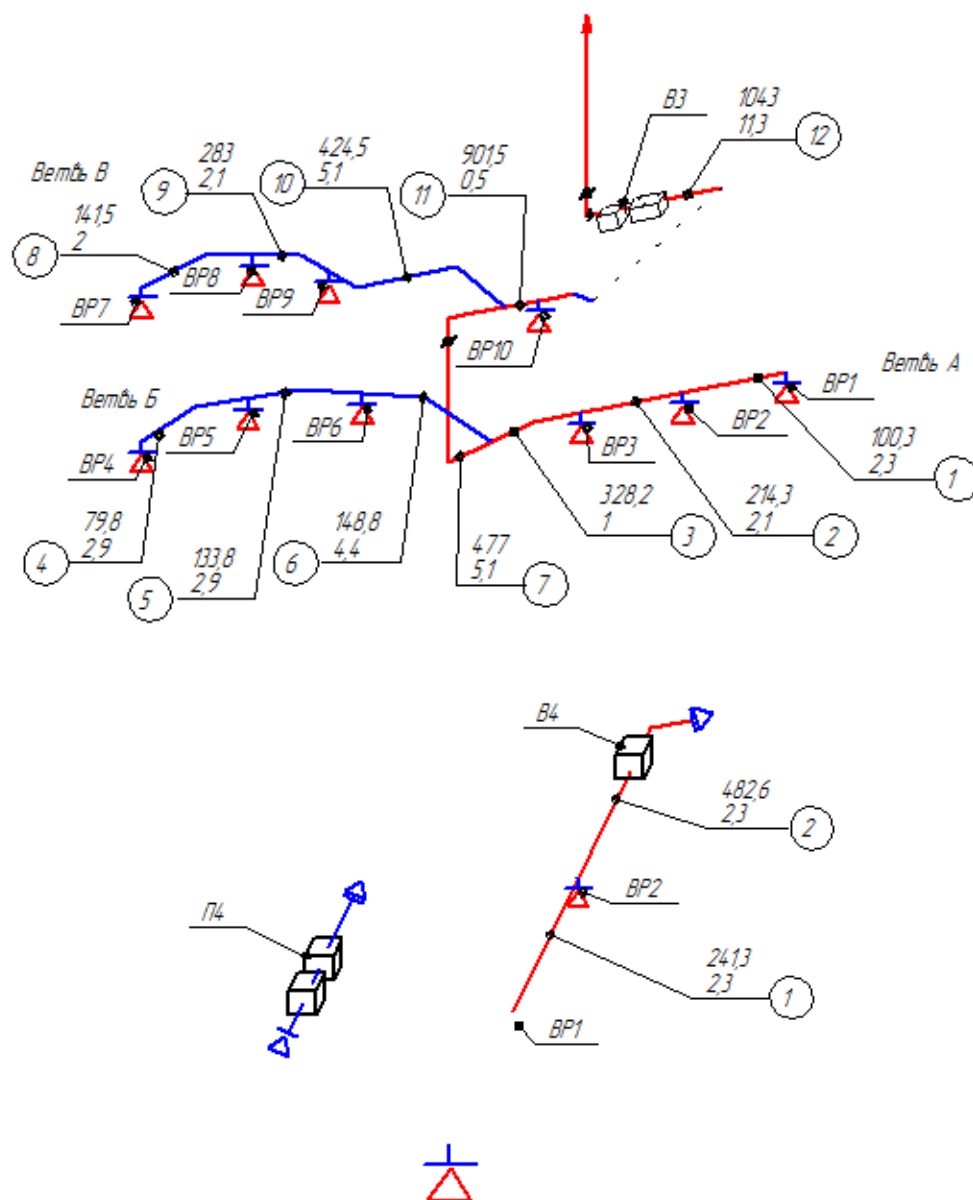


Приложение Е

Рисунок Е.1 – Расчетная схема П1 и П2

Рисунок Е.2 – Расчетная схема В1 и В2





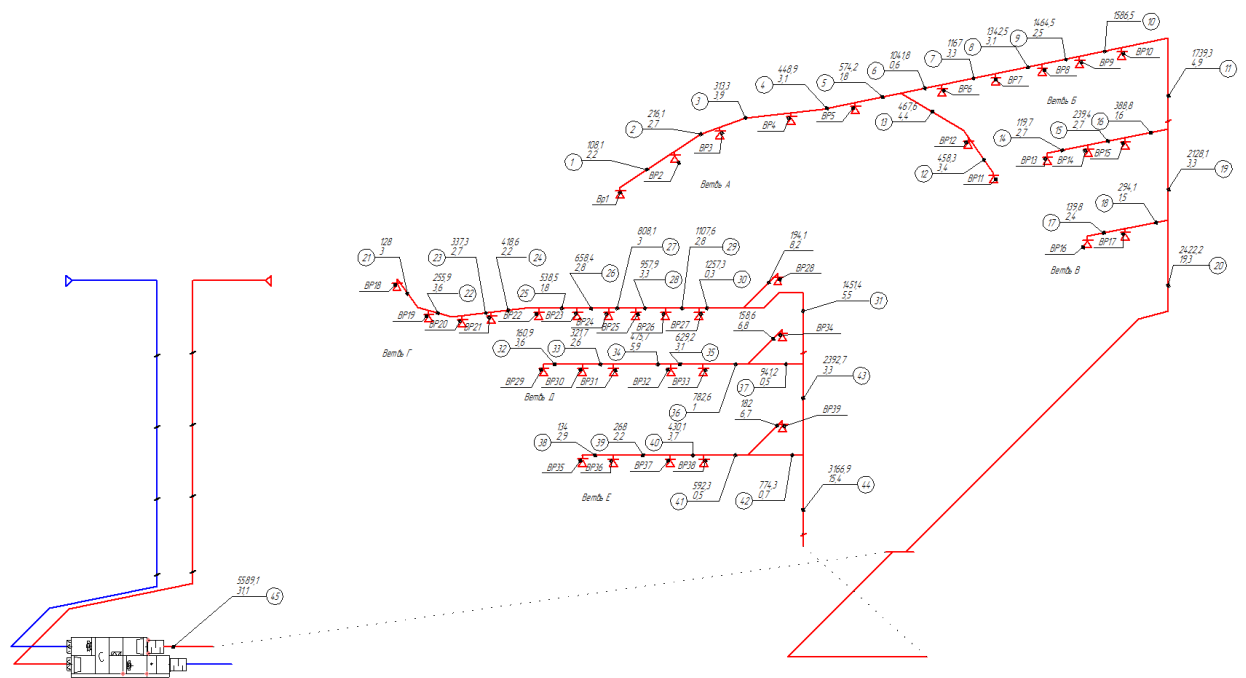
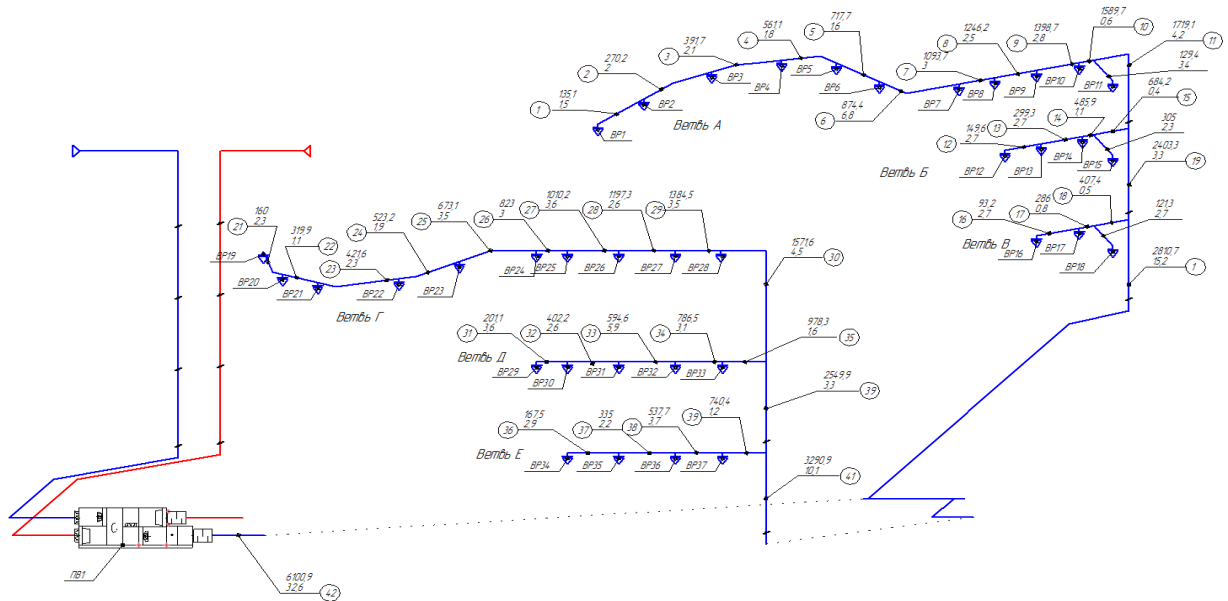


Рисунок Е.5 – Расчетная схема ПВ1 - вытяжка

Рисунок Е.6 – Расчетная схема ПВ1 - приток

Таблица Е.1 – Аэродинамический расчет системы П1

№ участка	Расход L, м³/ч	Длина l, м	Рекомендованная скорость V _{рек} , м/с	Рекомендованный диаметр d _{рек} , мм	Фактический диаметр d, мм	Фактическая площадь F _{факт} , м²	Фактическая скорость V _ф , м/с	Критерий Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	КМ С	Потери давления ΔP, Па	Суммарные потери давления ΣΔP, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление А													
ВР1	262,6	0,2	2	0,215	0,2	0,03	2,32	29741	0,02	2,5	8	8	РВ, отвод90
1	262,6	1,5	2	0,215	0,2	0,03	2,32	29741	0,02	9,35	31	39	отвод30, тройник проход, диафрагма для увязки с ВР2 124мм ξ = 8,5
2	525,2	1,3	3	0,249	0,25	0,05	2,97	47586	0,02	0,31	2	41	отвод30, тройник проход
3	787,8	1,8	4	0,264	0,25	0,05	4,45	71379	0,02	1,21	16	57	отвод30, диафрагма для увязки с ВР4 201мм ξ = 0,9, тройник проход
4	1050,5	1,2	5	0,272	0,25	0,05	5,94	95173	0,02	0,15	5	62	тройник проход
5	1313,1	4	6	0,278	0,25	0,05	7,42	118966	0,02	1,22	50	112	отвод30, отвод30, тройник поворот
ВР2	262,6	0,2	2	0,215	0,125	0,01	5,94	47586	0,02	1,85	40		ВР, тройник поворот
Невязка между участками ВР2 и 2: $\frac{\Delta P_{\text{вр}2} - \Delta P_2}{\Delta P_{\text{вр}2}} * 100\% = \frac{40-11}{40} * 100\% = 71,21\%$ $\xi = \frac{\Delta P_{\text{вр}2} - \Delta P_2}{0,6 * V_2^2} = \frac{40-11}{0,6 * 2,32^2} = 8.79$													

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВР3	262,6	0,2	2	0,215	0,125	0,01	5,94	47586	0,02	2,1	45		ВР, тройник поворот
Невязка между участками ВР3 и 2: = 8,8% Диафрагма не требуется													
ВР4	262,6	0,2	2	0,215	0,125	0,01	5,94	47586	0,02	2,7	58		ВР, тройник поворот
Невязка между участками 3 и ВР4 = 1,08 %													
ВР5	262,6	0,2	2	0,215	0,125	0,01	5,94	47586	0,02	2,7	58		ВР, тройник поворот
Невязка между участками 4 и ВР5 = 7,68% диафрагма не требуется													
Ответвление Б													
ВР6	99,8	0,2	2	0,133	0,125	0,01	2,26	18075	0,03	2,5	8	8	ВР, отвод90,
6	99,8	2,4	2	0,133	0,125	0,01	2,26	18075	0,03	5,51	18	26	отвод75,конфузор тройник проход, диафрагма 87мм кси4 для увязки с ВР7
7	222,1	0,5	3	0,162	0,16	0,02	3,07	31445	0,02	2,55	15	41	тройник проход, диафрагма 120мм кси2,4 для увязки с уч вр8
8	294,1	1,5	4	0,161	0,16	0,02	4,06	41638	0,02	0,61	8	49	отвод30,конфузор тройник проход
9	416,5	1,7	5	0,172	0,2	0,03	3,68	47169	0,02	0,47	5	54	отвод45, тройник проход
10	538,9	2,1	6	0,178	0,2	0,03	4,76	61028	0,02	1,86	28	83	отвод60, конфузортройник проход
Невязка между участками 5 и 10: 26,41% $\xi = 2,18$ диафрагма 152 мм													
ВР7	122,4	0,2	2	0,147	0,1	0,01	4,32	27718	0,02	2,3	26		ВР, тройник поворот

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Невязка между участками ВР7 и 6 = 0,62%													
вр8	72,0	1,7	2	0,113	0,1	0,01	2,54	16308	0,03	10,3	42		ВР, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками ВР8 и 7 = 2,05 %													
вр9	122,4	0,2	2	0,147	0,1	0,01	4,32	27718	0,02	2,9	33		ВР, тройник поворот
Невязка между участками 8 и ВР9 = 32,58% $\xi = 1,43$ диафрагма 80 мм													
вр10	122,4	0,2	2	0,147	0,1	0,01	4,32	27718	0,02	4,7	53		ВР, тройник поворот
Невязка между участками 9 и ВР10 = 2,01% диафрагма не требуется													
Общий участок													
11	1852,0	0,6	8	0,286	0,315	0,08	6,60	133165	0,02	2,6	69	170	тройник проход, диафрагма 237мм кси2,4 для увязки участком вр11
12	1974,3	2,3	8	0,295	0,315	0,08	7,03	141965	0,02	0,2	10	180	тройник проход
13	2096,7	14,3	10	0,272	0,315	0,08	7,47	150764	0,02	2,4	107	286	отвод90, отвод90
ВР1 1	122,4	0,2	2	0,147	0,1	0,01	4,32	27718	0,02	15,5	174		ВР, тройник поворот
Невязка между участками ВР11 и 11 = 3,56%													
ВР1 2	122,4	0,2	2	0,147	0,1	0,01	4,32	27718	0,02	15,5	174		ВР, тройник поворот
Невязка между участками 12 и ВР12 = 8,48% диафрагма не требуется													

Таблица Е.2 – Аэродинамический расчет системы П2

№ участка	Расход L, м³/ч	Длина l, м	Рекомендованная скорость V _{рек} , м/с	Рекомендованный диаметр d _{рек} , м	Фактический диаметр p d, м	Фактическая площадь F _{факт} , м²	Фактическая скорость V _ф , м/с	Критерий Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	КМС	Потери давления ΔP, Па	Суммарные потери давления ΣΔP, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вр1	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,5	34	34	вр, отвод
1	534,7	1,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	0,3	6	39	тройник проход
2	1069,4	1,2	5	0,275	0,2	0,03	9,45	121112	0,02	0,7	43	83	конфузор, тройник проход
3	1604,1	1,2	6	0,307	0,315	0,08	5,71	115345	0,02	0,71	15	98	отвод60, тройник проход
4	2138,8	1,8	7	0,329	0,315	0,08	7,62	153793	0,02	0,6	24	122	конфузор, тройник проход
5	2673,5	1,9	7	0,367	0,355	0,10	7,50	170580	0,02	0,7	27	149	конфузор, тройник проход
6	3208,2	1,8	8	0,376	0,4	0,13	7,09	181668	0,02	0,15	7	156	тройник проход
7	3743,0	2,8	9	0,383	0,4	0,13	8,27	211946	0,02	0,36	19	175	отвод30, тройник проход
8	3916,9	2,7	9	0,392	0,4	0,13	8,65	221796	0,02	0,2	14	189	тройник проход

Продолжение таблицы Е.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	4090,8	13,9	9	0,401	0,4	0,13	9,03	231646	0,02	2,4	145	334	отвод90, отвод90
вр2	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	1,3	18		вр, тройник поворот
Невязка между участками 1 и ВР2 = 55,11 ξ = 1,62 диафрагма 158 мм													
вр3	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,9	39		вр, тройник поворот
Невязка между участками 2 и ВР3 = 52,68 % ξ = 3,25 диафрагма 145 мм													
вр4	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	4,7	63		вр, тройник поворот
Невязка между участками 3 и Вр4 = 35,43 % ξ = 2,59 диафрагма 150 мм													
вр5	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	7,38	75695	0,02	3,3	109		вр, тройник поворот
Невязка между участками 4 и ВР5 = 11,07% ξ = 0,41 диафрагма не требуется													
вр6	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,7	36		вр, тройник поворот
Невязка между участками 5 и ВР6 = 75,53% ξ = 8,4 диафрагма 124 мм													
вр7	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	5,35	72		вр, тройник поворот
Невязка между участками 6 и ВР7 = 53,80 % ξ = 6,25 диафрагма 130 мм													
вр8	173,9	1,5	4	0,124	0,125	0,01	3,93	31519	0,02	5,9	57		вр,отвод 90, тройник поворот

Продолжение таблицы Е.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Невязка между участками 7 и ВР8 = 67,20 % ξ = 12,67 диафрагма 72 мм													
вр9	173,9	1,5	4	0,124	0,125	0,01	3,93	31519	0,02	5,9	57		вр,отвод 90, тройник поворот
Невязка между участками 8 и ВР9 = 69,61 % ξ = 14,16 диафрагма 71 мм													

Таблица Е.3 – Аэродинамический расчет системы В1

[illegible]

BP3	262,6	0,2	4	0,152	0,16	0,02	3,62	37177	0,02	2,46	20		вр, тройник поворот
-----	-------	-----	---	-------	------	------	------	-------	------	------	----	--	---------------------

Продолжение таблицы Е.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Невязка между участками 2 и BP3 = 46,96% ξ = 2,20 диафрагма 122													
BP4	262,6	0,2	4	0,152	0,16	0,02	3,62	37177	0,02	2,69	21		вр, тройник поворот
Невязка между участками 3 и BP4 = 53,72% ξ = 3,15 диафрагма													
BP5	262,6	0,2	4	0,152	0,16	0,02	3,62	37177	0,02	2,69	21		вр, тройник поворот
Невязка между участками 4 и BP5 = 63,24 % ξ = 4,68 диафрагма 110 мм													
Ответвление Б													
BP6	78,7	0,2	4	0,083	0,125	0,01	1,78	14253	0,03	2,5	5	5	ВР, отвод90
6	78,7	2,8	4	0,083	0,125	0,01	1,78	14253	0,03	1,07	3	8	отвод45, тройник проход
7	157,3	2,9	5	0,105	0,125	0,01	3,56	28505	0,02	0,67	9	17	отвод45, тройник проход
8	236,0	1,8	6	0,118	0,125	0,01	5,34	42758	0,02	1,39	29	47	тройник проход
Невязка между участками 5 и 8 = 54,43% ξ = 3,26 диафрагма 90 мм													
BP7	78,7	0,2	4	0,083	0,125	0,01	1,78	14253	0,03	2,65	5		вр, тройник поворот
Невязка между участками 6 и BP7 = 36,78% ξ = 1,57 диафрагма 99 мм													
BP8	78,7	0,2	4	0,083	0,125	0,01	1,78	14253	0,03	1,77	3		вр, тройник поворот
Невязка между участками 7 и BP8 = 80,27 % ξ = 7,39 диафрагма 79 мм													
Общий участок													
9	1549,0	14	9	0,247	0,25	0,05	8,76	140345	0,02	3,6	211	313	отвод90, отвод90, тройник поворот

Таблица Е.4 – Аэродинамический расчет В2

№ участка	Расход L, м³/ч	Длина l, м	Рекомендованная скорость V _{рек} , м/с	Рекомендованный диаметр d _{рек} , м	Фактический диаметр d, м	Фактическая площадь F _{факт} , м²	Фактическая скорость V _ф , м/с	Критерий Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	КМС	Потери давления ΔP, Па	Суммарные потери давления ΣΔP, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вр1	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,5	34	34	ВР, отвод90
1	534,7	1,1	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	0,6	10	43	диффузор, тройник проход
2	1069,4	1,1	5	0,275	0,25	0,05	6,05	96890	0,02	0,4	11	54	диффузор, тройник проход
3	1604,1	1,2	6	0,307	0,315	0,08	5,71	115345	0,02	0,45	10	64	тройник проход
4	2138,8	1,4	7	0,329	0,315	0,08	7,62	153793	0,02	0,86	33	97	диффузор, отвод60, тройник проход
5	2673,5	1,2	8	0,344	0,355	0,10	7,50	170580	0,02	0,3	12	109	тройник проход
6	3208,2	1,3	9	0,355	0,355	0,10	9,00	204697	0,02	0,2	13	121	тройник проход,
7	3743,0	18,5	10	0,364	0,355	0,10	10,49	238813	0,02	2,72	235	379	отвод45, отвод90, отвод90
вр2	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,6	35		вр,

													тройник поворот
Продолжение Е.4													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Невязка между участками 1 и Вр2 = 18,90 % $\xi = 0,61$ диафрагма 174 мм													
вр3	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,54	34		вр, тройник поворот
Невязка между участками 2 и ВР3 = 36,32 % $\xi = 1,46$ диафрагма 160 мм													
вр4	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,69	36		вр, тройник поворот
Невязка между участками 3 и ВР4 = 43,29% $\xi = 2,07$ диафрагма 154 мм													
вр5	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,56	35		вр, тройник поворот
Невязка между участками 4 и ВР5 = 64,24 % $\xi = 4,63$ диафрагма 137 мм													
вр6	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,65	36		вр, тройник поворот
Невязка между участками 5 и ВР6 = 67,09% $\xi = 5,44$ диафрагма 133 мм													
вр7	534,7	0,2	4	0,217	0,2	0,03	4,72	60556	0,02	2,65	36		вр, тройник поворот
Невязка между участками 6 и ВР7 = 70,52% $\xi = 6,39$ диафрагма 132 мм													
В1-В2 общий воздуховод													
13	5292,0	7,1	10	0,432	0,4	0,13	11,69	299662	0,02		22		

Таблица Е.5 – Аэродинамический расчет системы В3

№ участка	Расход L, м ³ /ч	Длина l, м	Рекомендованная скорость V _{рек} , м/с	Рекомендованный диаметр d _{рек} , м	Фактический диаметр d, м	Фактическая площадь F _{факт} , м ²	Фактическая скорость V _ф , м/с	Критерий Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	КМ С	Потери давления ΔР, Па	Суммарные потери давления ΣΔР, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ветвь А													
ВР1	100,3	0,2	4	0,094	0,1	0,01	3,55	22728	0,03	2,5	19	19	Вр, отвод90
1	100,3	2,3	4	0,094	0,1	0,01	3,55	22728	0,03	0,75	10	29	тройник проход
2	214,3	2,1	5	0,123	0,125	0,01	4,85	38829	0,02	0,35	10	40	тройник проход
3	328,2	1	6	0,139	0,125	0,01	7,42	59475	0,02	0,46	21	60	отвод30, тройник проход
ВР2	113,9	0,2	4	0,100	0,1	0,01	4,03	25808	0,02	2,65	26		вр, тройник поворот
Невязка между участками 1 и ВР2 = 10,61 % ξ = 0,32 диафрагма не требуется													
ВР3	113,9	0,2	4	0,100	0,1	0,01	4,03	25808	0,02	1,77	18		вр, тройник поворот
Невязка между участками 2 и ВР3 = 55,35% ξ = 2,27 диафрагма 74 мм													
Ветвь Б													
ВР4	79,8	0,2	4	0,084	0,125	0,01	1,80	14460	0,03	2,5	5	5	Вр, отвод90
4	79,8	2,9	4	0,084	0,125	0,01	1,80	14460	0,03	0,71	3	8	отвод30, тройник проход
5	133,8	2,9	5	0,097	0,125	0,01	3,03	24245	0,03	0,16	4	12	отвод30,

													тройник проход-0
Продолжение таблицы Е.5													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	148,8	4,4	6	0,094	0,125	0,01	3,37	26963	0,02	0,44	9	21	отвод45, тройник поворот
Невязка между участками 3 и 6 = 65,66 % ξ = 5,82 диафрагма 82 мм													
BP5	54,0	0,2	4	0,069	0,1	0,01	1,91	12231	0,03	2,62	6		вр, тройник поворот
Невязка между участками 4 и BP5 = 23,67% ξ = 0,83 диафрагма 85 мм													
BP6	15,0	0,2	4	0,036	0,1	0,01	0,53	3398	0,04	1,3	0		вр, тройник поворот-0
Невязка между участками 5 и BP 6 = 98,02 ξ = 68,51 дроссель клапан – число створок 1, угол наклона 60 град.													
общий участок А-Б													
7	477,0	5,1	6	0,168	0,16	0,02	6,58	67529	0,02	3	94	155	отвод90, отвод90, тройник проход
ВетвьВ													
BP6	141,5	0,2	4	0,112	0,125	0,01	3,20	25639	0,03	2,5	16	16	вр, отвод90
8	141,5	2	4	0,112	0,125	0,01	3,20	25639	0,03	0,91	8	24	отвод30, тройник проход
9	283,0	2,1	5	0,141	0,125	0,01	6,40	51278	0,02	0,67	25	49	отвод45, тройник проход
10	424,5	5,1	6	0,158	0,16	0,02	5,86	60092	0,02	3,04	76	125	отвод60, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками 7 и 10 = 19,39% ξ = 1,46 диафрагма 128 мм													
BP7	141,5	0,2	4	0,112	0,125	0,01	3,20	25639	0,03	2,65	17		вр, тройник

													поворот
Невязка между участками 8 и ВР7 = 30,13 ξ = 1,16 диафрагма 103 мм													
Продолжение таблицы Е.5													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ВР8	141,5	0,2	4	0,112	0,125	0,01	3,20	25639	0,03	1,82	11		вр, тройник поворот
Невязка между участками 9 и ВР8 = 76,58 % ξ = 6,08 диафрагма 82 мм													
Общий участок А-Б-В													
11	901,5	0,5	7	0,213	0,2	0,03	7,96	102097	0,02	0,15	7	162	тройник проход
12	1043,0	11,3	7	0,229	0,2	0,03	9,21	118121	0,02	4,24	268	430	отвод90, отвод90, отвод45, отвод45, отвод90
ВР9	141,5	0,2	4	0,112	0,125	0,01	3,20	25639	0,03	-3,5	-21		вр, тройник поворот
Невязка между участками 11 и ВР9 = 113,11 ξ = 29,84 дроссель-клапан – количество створок2, угол наклона 60 град.													

Таблица Е.6 – Аэродинамический расчет системы ПВ1 – приточная система

№ участка	Расход L, м³/ч	Длина l, м	Рекомендованная скорость V _{рек} , м/с	Рекомендованный диаметр d _{рек} , м	Фактический диаметр d, м	Фактическая площадь F _{факт} , м²	Фактическая скорость V _ф , м/с	Критерий Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	КМС	Потери давления ΔP, Па	Суммарные потери давления ΣΔP, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ветвь А													
ВР1	135,1	0,2	4	0,109	0,125	0,01	3,05	24477	0,03	2,5	14	14	рв, отвод90
1	135,1	1,5	4	0,109	0,125	0,01	3,05	24477	0,03	0,4	4	18	тройник проход
2	270,2	2	5	0,138	0,16	0,02	3,73	38246	0,02	0,47	6	24	отвод45, тройник проход
3	391,7	2,1	5	0,166	0,16	0,02	5,41	55446	0,02	0,41	12	36	отвод30, тройник проход
4	561,1	1,8	6	0,182	0,2	0,03	4,96	63549	0,02	0,47	10	46	отвод45, тройник проход
5	717,7	1,6	6	0,206	0,2	0,03	6,34	81285	0,02	0,15	7	53	тройник проход
6	874,4	6,8	7	0,210	0,2	0,03	7,72	99021	0,02	0,57	43	96	отвод45, тройник проход
7	1093,7	3	8	0,220	0,25	0,05	6,18	99090	0,02	0,15	9	105	тройник проход
8	1246,2	2,5	8	0,235	0,25	0,05	7,05	112907	0,02	0,15	10	115	тройник проход
9	1398,7	2,8	8	0,249	0,25	0,05	7,91	126725	0,02	0,15	13	128	тройник проход
10	1589,7	0,6	9	0,250	0,25	0,05	8,99	144029	0,02	0,2	12	139	тройник проход
11	1719,1	4,2	9	0,260	0,25	0,05	9,72	155755	0,02	1,45	99	238	отвод90, тройник проход
ВР2	135,1	0,2	4	0,109	0,125	0,01	3,05	24477	0,03	2,6	15		вр, тройник проход

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вр3	121,5	0,2	4	0,104	0,125	0,01	2,75	22016	0,03	4,7	21		вр, тройник проход
Невязка между участками 2 и ВР3 = 12,14% диафрагма не требуется													
вр4	169,5	0,2	4	0,122	0,125	0,01	3,83	30708	0,02	1,7	15		вр, тройник проход
Невязка между участками 3 и ВР4 = 57,89% $\xi = 2,39$ диафрагма 94 мм													
вр5	156,6	0,2	4	0,118	0,125	0,01	3,54	28378	0,02	4,7	36		вр, тройник проход
Невязка между участками 4 и ВР5 = 22,40 % $\xi = 1,37$ диафрагма 100мм													
вр6	156,6	0,2	4	0,118	0,125	0,01	3,54	28378	0,02	4,7	36		вр, тройник проход
Невязка между участками 5 и ВР6 = 33,05% $\xi = 2,34$ диафрагма 95 мм													
вр7	191,0	0,2	4	0,130	0,125	0,01	4,32	34609	0,02	2,7	31		вр, тройник проход
Невязка между участками 6 и ВР7 = 68,17 % $\xi = 5,86$ диафрагма 83 мм													
вр8	152,5	0,2	4	0,116	0,125	0,01	3,45	27635	0,02	6,65	48		вр, тройник проход
Невязка между участками 7 и ВР 8 = 54,44 % $\xi = 7,99$ диафрагма 78 мм													
вр9	152,5	0,2	4	0,116	0,125	0,01	3,45	27635	0,02	6,65	48		вр, тройник проход
Невязка между участками 8 и ВР9 = 58,36% $\xi = 9,38$ диафрагма 76 мм													
вр10	191,0	0,2	4	0,130	0,125	0,01	4,32	34609	0,02	6,65	75		вр, тройник проход
Невязка между участками 9 и ВР10 = 41,41% $\xi = 4,73$ диафрагма 84 мм													
вр11	129,4	3,4	4	0,107	0,125	0,01	2,93	23451	0,03	25,1	133		вр, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками 10 и ВР11 = 4,95% диафрагма не требуется													
ВетвьБ													

BP12	149,6	0,2	4	0,115	0,125	0,01	3,38	27112	0,02	2,5	17	17	вр, отвод90
------	-------	-----	---	-------	-------	------	------	-------	------	-----	----	----	-------------

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	149,6	2,7	4	0,115	0,125	0,01	3,38	27112	0,02	3,9	30	48	тройник проход, диафрагма 89мм кси3,6 для увязки с уч BP13
13	299,3	2,7	5	0,145	0,125	0,01	6,77	54225	0,02	0,3	21	68	тройник проход
14	485,9	1,1	6	0,169	0,16	0,02	6,71	68791	0,02	0,2	9	78	тройник проход
15	684,2	0,4	7	0,186	0,16	0,02	9,44	96855	0,02	0,8	45	123	тройник поворот
Невязка между участками 11 и 15 = 48,41% $\xi = 2,15$ диафрагма 122мм													
вр13	149,6	0,2	4	0,115	0,1	0,01	5,29	33890	0,02	2,8	48		вр, тройник проход
Невязка между участками BP13 и 12 = -0,32%													
вр14	186,7	0,2	4	0,128	0,125	0,01	4,22	33828	0,02	3,2	35		вр, тройник проход
Невязка между участками 13 и BP14 = 49,42% $\xi = 3,16$ диафрагма 90 мм													
вр15	305,0	2,3	4	0,164	0,2	0,03	2,69	34544	0,02	3,9	18		вр, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками 14 и BP15 = 76,58 % $\xi = 13,62$ диафрагма 114 мм													
Ветвь В													
BP16	93,2	0,2	4	0,091	0,1	0,01	3,29	21116	0,03	2,5	17	17	вр, отвод90
16	93,2	2,7	4	0,091	0,1	0,01	3,29	21116	0,03	1,1	12	28	тройник проход
17	286,0	0,8	5	0,142	0,125	0,01	6,47	51829	0,02	0,15	7	36	тройник проход
18	407,4	0,5	6	0,155	0,125	0,01	9,21	73813	0,02	1	55	90	тройник поворот
Невязка между участками 19 и 18 = 64,19% $\xi = 3,18$ диафрагма 90мм													
BP17	192,8	0,2	4	0,131	0,125	0,01	4,36	34937	0,02	2,2	26		вр, тройник поворот
Невязка между участками 16 и BP17 = 10,13% диафрагма не требуется													
Вр18	121,3	2,7	4	0,104	0,125	0,01	2,74	21983	0,03	6,5	32		ВР, отвод90, тройник поворот

Невязка между участками 17 и ВР19 = 10,24% диафрагма не требуется

Общие участки А-Б-В

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
19	2403,3	3,3	9	0,307	0,315	0,08	8,56	172811	0,02	0,15	14	252	тройник проход
20	2810,7	15,2	10	0,315	0,315	0,08	10,01	202102	0,02	3,01	229	481	отвод90, отвод75, тройник поворот
ВетвьГ													
ВР19	160,0	0,2	4	0,119	0,125	0,01	3,62	28986	0,02	2,5	20	20	рв, отвод90
21	160,0	2,3	4	0,119	0,125	0,01	3,62	28986	0,02	0,56	8	28	отвод30, тройник проход
22	319,9	1,1	5	0,150	0,16	0,02	4,42	45291	0,02	0,65	9	37	тройник проход, диафрагма 141мм кси0,5 для увязки с вр21
23	421,6	2,3	5	0,173	0,16	0,02	5,82	59680	0,02	0,41	14	51	отвод30, тройник проход
24	523,2	1,9	6	0,176	0,2	0,03	4,62	59255	0,02	0,31	6	58	отвод30, тройник проход
25	673,1	3,5	6	0,199	0,2	0,03	5,95	76229	0,02	0,47	17	75	отвод45, тройник проход
26	823,0	3	7	0,204	0,2	0,03	7,27	93204	0,02	0,25	17	92	тройник проход
27	1010,2	3,6	7	0,226	0,25	0,05	5,71	91521	0,02	0,15	8	100	тройник проход
28	1197,3	2,6	8	0,230	0,25	0,05	6,77	108478	0,02	0,15	9	109	тройник проход
29	1384,5	3,5	8	0,247	0,25	0,05	7,83	125435	0,02	0,15	15	124	тройник проход
30	1571,6	4,5	9	0,248	0,25	0,05	8,89	142392	0,02	1,5	86	210	отвод90, тройник проход
вр20	160,0	0,2	4	0,119	0,125	0,01	3,62	28986	0,02	2,6	21		рв, тройник поворот
Невязка между участками 21 и ВР20 = 25,56% $\xi = 0,91$ диафрагма 105 мм													
вр21	101,6	0,2	4	0,095	0,1	0,01	3,59	23022	0,03	4,7	37		рв, тройник

													поворот
Невязка между участками 22 и ВР21 = -1,13%													
Продолжение таблицы Е.6													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вр22	101,6	0,2	4	0,095	0,1	0,01	3,59	23022	0,03	2,7	21		рв, тройник поворот
Невязка между участками 23 и Вр22 = 58,6% ξ = 3,89 диафрагма 70 мм													
вр23	149,9	0,2	4	0,115	0,125	0,01	3,39	27160	0,02	4,7	33		рв, тройник поворот
Невязка между участками 24 и ВР23 = 43,54% ξ = 3,66 диафрагма 89 мм													
вр24	149,9	0,2	4	0,115	0,125	0,01	3,39	27160	0,02	4,7	33		рв, тройник поворот
Невязка между участками 25 и ВР24 = 56,45% ξ = 6,14 диафрагма 66мм													
вр25	187,2	0,2	4	0,129	0,125	0,01	4,23	33914	0,02	2,7	29		рв, тройник поворот
Невязка между участками 26 и ВР25 = 67,97% ξ = 5,81 диафрагма 82 мм													
вр26	187,2	0,2	4	0,129	0,125	0,01	4,23	33914	0,02	2,7	29		рв, тройник поворот
Невязка между участками 27 и ВР26 = 70,61 % ξ = 6,58 диафрагма 81 мм													
вр27	187,2	0,2	4	0,129	0,125	0,01	4,23	33914	0,02	6,65	72		рв, тройник поворот
Невязка между участками 28 и ВР27 = 34,32% ξ = 3,49 диафрагма 89 мм													
вр28	187,2	0,2	4	0,129	0,125	0,01	4,23	33914	0,02	6,65	72		рв, тройник поворот
Невязка между участками 29 и ВР28 = 42,09% ξ = 4,86 диафрагма 68 мм													
Ветвь Д													
Вр29	201,1	0,2	4	0,133	0,125	0,01	4,55	36435	0,02	2,5	31	31	вр, отвод90
31	201,1	3,6	4	0,133	0,125	0,01	4,55	36435	0,02	0,4	13	45	тройник проход
32	402,2	2,6	5	0,169	0,16	0,02	5,55	56930	0,02	0,25	11	55	тройник проход
33	594,6	5,9	6	0,187	0,2	0,03	5,25	67341	0,02	0,15	12	68	тройник проход
34	786,5	3,1	7	0,199	0,2	0,03	6,95	89066	0,02	0,15	13	80	тройник проход
35	978,3	1,6	8	0,208	0,2	0,03	8,64	110792	0,02	1	51	132	тройник поворот

Невязка между участком 30 и 35 = 37,32 % $\xi=1,75$ диафрагма 125 мм

Продолжение таблицы Е.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Вр30	201,1	0,2	4	0,133	0,125	0,01	4,55	36435	0,02	2,6	33		вр, тройник поворот
Невязка между участками 31 и ВР30 = 26,68% ξ =0,96 диафрагма 104 мм													
вр31	192,5	0,2	4	0,130	0,125	0,01	4,35	34875	0,02	2,9	33		вр, тройник поворот
Невязка между участками 32 и ВР31 = 39,73 % ξ =1,94 диафрагма 96 мм													
вр32	191,8	0,2	4	0,130	0,125	0,01	4,34	34761	0,02	4,7	53		вр, тройник поворот
Невязка между участками 33 и ВР32 = 20,79 % ξ =1,24 диафрагма 102 мм													
вр33	191,8	0,2	4	0,130	0,125	0,01	4,34	34761	0,02	4,7	53		вр, тройник поворот
Невязка между участками 34 и ВР33 = 33,42% ξ = 6,92 диафрагма 80 мм													
ВетвьЕ													
ВР34	167,5	0,2	4	0,122	0,125	0,01	3,79	30347	0,02	2,5	22	22	вр, отвод90
36	167,5	2,9	4	0,122	0,125	0,01	3,79	30347	0,02	0,4	8	30	тройник проход
37	335,0	2,2	5	0,154	0,16	0,02	7,42	76112	0,02	0,2	15	45	тройник проход
38	537,7	3,7	6	0,178	0,16	0,02	10,22	104807	0,02	0,25	42	88	тройник проход
39	740,4	1,2	7	0,193	0,2	0,03	6,54	83846	0,02	2	54	142	тройник поворот
Невязка между участками 39 и 40 = 37,88 % ξ =3,37 диафрагма 142 мм													
ВР35	167,5	0,2	4	0,122	0,125	0,01	3,79	30347	0,02	2,6	23		вр, тройник поворот
Невязка между участками 36 и ВР35 = 24,50% ξ =0,86 диафрагма 105 мм													
вр36	202,7	0,2	4	0,134	0,125	0,01	4,58	36730	0,02	3,2	41		вр, тройник поворот
Невязка между участками 37 и ВР36 = 10,29% диафрагма не требуется													
вр37	202,7	0,2	4	0,134	0,125	0,01	4,58	36730	0,02	2,9	37		вр, тройник поворот
Невязка между участками 38 и ВР37 = 57,81% ξ =4,02 диафрагма 87 мм													

Общие участки Г-Д-Е													
40	2549,9	3,3	9	0,316	0,315	0,08	9,08	183353	0,02	0,2	19	229	тройник проход
Продолжение таблицы Е.6													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
41	3290,3	10,1	10	0,341	0,355	0,10	9,23	209931	0,02	4	228	457	отвод90, отвод90, отвод90 тройник проход
Невязка между участками 20 и 41 = 5,08% диафрагма не требуется													
42	6100,9	32,6	10	0,464	0,45	0,16	10,65	307083	0,02	2,72	261	717	отвод90, отвод45, отвод90

Таблица Е.7 – Аэродинамический расчет системы ПВ1 – вытяжная система

№ участка	Расход L, м³/ч	Длина l, м	Рекомендованная скорость V _{рек} , м/с	Рекомендованный диаметр d _{рек} , м	Фактический диаметр d, м	Фактическая площадь F _{факт} , м²	Фактическая скорость V _ф , м/с	Критерий Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	КМ С	Потери давления ΔP, Па	Суммарные потери давления ΣΔP, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ветвь А													
вр1	108,1	0,2	4	0,098	0,1	0,01	3,82	24477	0,03	2,5	22	22	вр, отвод90
1	108,1	2,2	4	0,098	0,1	0,01	3,82	24477	0,03	0,6	10	32	тройник проход
2	216,1	2,7	5	0,124	0,125	0,01	4,89	39163	0,02	0,46	14	46	отвод30, тройник проход
3	313,3	3,9	5	0,149	0,16	0,02	4,32	44356	0,02	0,51	12	58	отвод30, тройник проход
4	448,9	3,1	6	0,163	0,16	0,02	6,20	63549	0,02	0,41	18	76	отвод 30, тройник проход
5	574,2	1,8	6	0,184	0,2	0,03	5,07	65028	0,02	0,6	12	88	тройник проход
6	1041,8	0,6	7	0,229	0,25	0,05	5,89	94384	0,02	0,35	8	96	тройник проход
7	1167,0	3,3	7	0,243	0,25	0,05	6,60	105735	0,02	0,2	12	108	тройник проход
8	1342,5	3,1	8	0,244	0,25	0,05	7,59	121633	0,02	0,2	15	122	тройник проход
9	1464,5	2,5	8	0,254	0,25	0,05	8,28	132687	0,02	0,2	15	138	тройник проход
10	1586,5	2,8	9	0,250	0,25	0,05	8,97	143741	0,02	0,2	19	157	тройник проход

Продолжение таблицы Е.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вр17	154,2	0,2	4	0,117	0,1	0,01	5,45	34937	0,02	2,65	48		вр, тройник проход
Невязка между участками 17 и ВР17 = 2,96% ξ =0,24 диафрагма не требуется													
общий участок А-Б-В													
19	2128, 1	3,3	10	0,274	0,3	0,07	8,36	160672	0,02	0,2	16	280	тройник проход
20	2422, 2	19,3	10	0,293	0,3	0,07	9,51	182875	0,02	3,21	233	512	отвод90, отвод75, отвод90
ВетвьГ													
ВР1 8	128,0	0,2	4	0,106	0,125	0,01	2,89	23189	0,03	2,5	13	13	рв, отвод90
21	128,0	3	4	0,106	0,125	0,01	2,89	23189	0,03	3,31	20	32	отвод30, диафрагма 94мм кси2,4 для увязки с вр19, тройник проход
22	255,9	3,6	5	0,134	0,125	0,01	5,79	46378	0,02	0,41	21	53	отвод30, тройник проход
23	337,3	2,7	5	0,154	0,16	0,02	4,66	47744	0,02	0,25	8	61	тройник проход
24	418,6	2,2	6	0,157	0,16	0,02	5,78	59255	0,02	0,41	14	75	отвод30, тройник проход
25	538,5	1,8	6	0,178	0,16	0,02	7,43	76229	0,02	0,35	19	94	тройник проход
26	658,4	2,8	7	0,182	0,2	0,03	5,82	74563	0,02	0,25	11	104	тройник проход
27	808,1	3	7	0,202	0,2	0,03	7,14	91521	0,02	0,25	16	121	тройник проход
28	957,9	3,3	8	0,206	0,2	0,03	8,46	108478	0,02	0,35	28	149	тройник проход
29	1107, 6	2,8	8	0,221	0,25	0,05	6,26	100348	0,02	0,2	10	158	тройник проход
30	1257, 3	0,3	9	0,222	0,25	0,05	7,11	113913	0,02	0,2	7	165	тройник проход

Продолжение таблицы Е.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
31	1451, 4	2,2	9	0,239	0,25	0,05	8,21	131502	0,02	1,75	77	242	отвод90, тройник проход
вр19	128,0	0,2	4	0,106	0,1	0,01	4,52	28986	0,02	2,65	33		вр, тройник поворот
Невязка между участками ВР19 и 21 = 1,85%													
вр20	81,3	0,2	4	0,085	0,1	0,01	2,87	18417	0,03	1,42	7		вр, тройник поворот
Невязка между участками 21 и ВР20 = 86,28 % $\xi = 9,27$ диафрагма 61 мм													
вр21	81,3	0,2	4	0,085	0,1	0,01	2,87	18417	0,03	2,03	10		вр, тройник поворот
Невязка между участками 22 и ВР21 = 83,12% $\xi = 10,26$ диафрагма 60 мм													
вр22	119,9	0,2	4	0,103	0,1	0,01	4,24	27160	0,02	2,03	22		вр, тройник поворот
Невязка между участками 23 и ВР22 = 70,12% $\xi = 4,88$ диафрагма 68 мм													
вр23	119,9	0,2	4	0,103	0,1	0,01	4,24	27160	0,02	2,62	29		вр, тройник поворот
Невязка между участками 24 и ВР23 = 69,34% $\xi = 6,04$ диафрагма 66 мм													
вр24	149,7	0,2	4	0,115	0,125	0,01	3,39	27131	0,02	2,03	14		вр, тройник поворот
Невязка между участками 25 и ВР24 = 86,36% $\xi = 13,10$ диафрагма 72 мм													
вр25	149,7	0,2	4	0,115	0,125	0,01	3,39	27131	0,02	2,03	14		вр, тройник поворот
Невязка между участками 26 и ВР25 = 88,2% $\xi = 15,47$ диафрагма 70 мм													
вр26	149,7	0,2	4	0,115	0,125	0,01	3,39	27131	0,02	2,54	18		вр, тройник поворот
Невязка между участками 27 и ВР26 = 88,06% $\xi = 19,02$ дроссель клапан – 1 створка 50 градусов													
вр27	149,7	0,2	4	0,115	0,125	0,01	3,39	27131	0,02	1,13	8		вр, тройник поворот
Невязка между участками 28 и ВР27 = 94,91% $\xi = 21,83$ дроссель клапан – 1 створка 50 градусов													

Продолжение таблицы Е.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
вр28	194,1	8,2	4	0,131	0,125	0,01	4,39	35177	0,02	1,13	31		вр, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками 29 и ВР28 = 81,45 % ξ =11,62 диафрагма 73 мм													
ВетвьД													
вр29	160,9	0,2	4	0,119	0,125	0,01	3,64	29148	0,02	2,5	20	20	вр, отвод90
32	160,9	3,6	4	0,119	0,125	0,01	3,64	29148	0,02	0,3	8	28	тройник проход
33	321,7	2,6	5	0,151	0,16	0,02	4,44	45544	0,02	0,35	8	36	тройник проход
34	475,7	5,9	6	0,167	0,16	0,02	6,57	67341	0,02	0,25	25	62	тройник проход
35	629,2	3,1	7	0,178	0,2	0,03	5,56	71253	0,02	0,25	10	72	тройник проход
36	782,6	1	8	0,186	0,2	0,03	6,91	88633	0,02	0,25	10	82	тройник проход
37	941,2	0,5	9	0,192	0,2	0,03	8,31	106594	0,02	1,39	60	141	тройник поворот
Невязка между участками 31 и 37 = 41,55 % ξ =2,42 диафрагма 150 мм													
вр30	160,9	0,2	4	0,119	0,125	0,01	3,64	29148	0,02	1,42	12		вр, тройник поворот
Невязка между участками 32 и ВР30 = 58,75 % ξ = 2,08 диафрагма 96 мм													
вр31	154,0	0,2	4	0,117	0,125	0,01	3,48	27900	0,02	2,03	15		вр, тройник поворот
Невязка между участками 33 и ВР31 = 58,63% ξ =2,93 диафрагма 91 мм													
вр32	153,5	0,2	4	0,116	0,125	0,01	3,47	27809	0,02	1,62	12		вр, тройник поворот
Невязка между участками 34 и ВР32 = 80,57 % ξ =6,88 диафрагма 81 мм													
вр33	153,5	0,2	4	0,116	0,125	0,01	3,47	27809	0,02	2,03	15		вр, тройник поворот
Невязка между участками 35 и ВР33 = 79,22% ξ = 7,89 диафрагма 78 мм													
вр34	158,6	6,8	4	0,118	0,125	0,01	3,59	28737	0,02	2,03	26		вр, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками 36 и ВР34 = 68,39% ξ =7,25 диафрагма 79 мм													
ВетвьЕ													
Вр3 5	134,0	0,2	4	0,109	0,125	0,01	3,03	24277	0,03	2,5	14	14	вр, отвод90,

Продолжение таблицы Е.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
38	134,0	2,9	4	0,109	0,125	0,01	3,03	24277	0,03	3,55	23	37	тройник проход, диафрагма 92мм кси2,8 для в=увязки с уч ВР36
39	268,0	2,2	5	0,138	0,125	0,01	6,06	48555	0,02	0,4	17	54	тройник проход
40	430,1	3,7	6	0,159	0,16	0,02	5,94	60890	0,02	0,4	18	72	тройник проход
41	592,3	0,5	7	0,173	0,2	0,03	5,23	67077	0,02	0,25	5	77	тройник проход
42	774,3	0,7	8	0,185	0,2	0,03	6,84	87686	0,02	1,12	33	110	тройник поворот
Невязка между участками 43 и 42 = 58,75% ξ = 5,60 диафрагма 133 мм													
вр36	134,0	0,2	4	0,109	0,1	0,01	4,73	30347	0,02	2,65	36		вр, тройник поворот
Невязка между участками ВР36 и 38 = -1,39%													
вр37	162,2	0,2	4	0,120	0,125	0,01	3,67	29384	0,02	2,24	18		вр, тройник поворот
Невязка между участками 39 и ВР37 = 65,87% ξ = 4,4 диафрагма 86 мм													
вр38	162,2	0,2	4	0,120	0,125	0,01	3,67	29384	0,02	2,54	21		вр, тройник поворот
Невязка между участками 40 и ВР38 = 71,16% ξ = 6,36 диафрагма 81 мм													
вр39	182,0	6,7	4	0,127	0,125	0,01	4,12	32975	0,02	3,23	46		вр, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками 41 и ВР39 = 40,82% ξ = 3,1 диафрагма 90 мм													
Общие участки Г-Д-Е													
43	2392, 7	3,3	10	0,291	0,3	0,07	9,39	180647	0,02	0,3	26	268	тройник проход
44	3166, 9	15,4	10	0,335	0,355	0,10	8,88	202060	0,02	3,57	203	470	отвод90, отвод90, тройник поворот
Невязка между участками 20 и 44 = 8,2% диафрагма не требуется													
45	5589, 1	31,1	10	0,444	0,45	0,16	9,75	281320	0,02	2,56	208	720	отвод90, отвод30, отвод90

Таблица Е.8 – Аэродинамический расчет систем П4 и В4

№ участка	Расход L, м³/ч	Длина l, м	Рекомендованная скорость V _{рек} , м/с	Рекомендованный диаметр d _{рек} , м	Фактический диаметр d, м	Фактическая площадь F _{факт} , м²	Фактическая скорость V _ф , м/с	Критерий Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	КМС	Потери давления ΔP, Па	Суммарные потери давления ΣΔP, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
П4													
вр1	321,8	0,4	4	0,169	0,2	0,03	2,84	36438	0,02	2,5	12	12	
В4													
вр1	241,3	0,2	4	0,146	0,16	0,02	3,33	34161	0,02	2,5	17	17	вр, отвод 90
1	241,3	2,3	4	0,146	0,16	0,02	3,33	34161	0,02	0,75	7	24	тройник проход
2	482,6	2,3	5	0,185	0,16	0,02	6,66	68322	0,02	1,2	40	64	отвод 90
ВР2	241,3	0,2	4	0,146	0,16	0,02	3,33	34161	0,02	2,65	18		вр, тройник проход
Невязка между участками 1 и ВР2 = 25,86% ξ = 0,93 диафрагма 134 мм													

Таблица Е.9 – Аэродинамический расчет естественной вентиляции

№	Расход $L, \text{ м}^3/\text{ч}$	Высота, h	Плотность внутреннего воздуха $\rho_v, \text{ м}^3/\text{ч}$	Плотность наружного воздуха $\rho_n, \text{ м}^3/\text{ч}$	Располагаемое давление $P_{\text{расп}}, \text{ Па}$	Диаметр $d, \text{ м}$	Фактическая скорость $V, \text{ м/с}$	Число Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения	Потери давления $\Delta P,$ Па	невязка	КМС	Диаметр диафрагмы $d_d, \text{ мм}$
1	50	4	1,21	1,27	2,23	0,125	1,13	9060	0,03	1,95	12,54	0,36	114
2	50	7,3			4,06	0,125	1,13	9060	0,03	2,60	35,91	1,90	97
3	50	7,3			4,06	0,125	1,13	9060	0,03	2,60	35,91	1,90	97
4	50	10,6			5,90	0,125	1,13	9060	0,03	3,26	44,73	3,44	89
5	50	10,6			5,90	0,125	1,13	9060	0,03	3,26	44,73	3,44	89
6	50	4			2,23	0,125	1,13	9060	0,03	1,95	12,54	0,36	114
7	50	7,3			4,06	0,125	1,13	9060	0,03	2,60	35,91	1,90	97
8	50	10,6			5,90	0,125	1,13	9060	0,03	3,26	44,73	3,44	89

Таблица Ж.1 – Ведомость трудоемкости строительно-монтажных работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	§ ЕНиР	Норма времени, чел-час	Трудоемкость						Всего, чел-дн	Состав звена
					I захватка			II захватка				
					Объем работ	чел-дн	Маш-см	Объем работ	чел-дн	Маш-см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Прокладка воздуховодов диаметром: До Ø 250 мм До Ø 355 мм До Ø 560 мм	м²	Е10 -5	0,69 0,61 0,42	205,56	15,29		52,62 125,56	3,91 6,43			Монтаж- ник систем вентиля- ции: 5 разр. -1 4р.-1 3р.-1 2р.-1
	Монтаж воздухораспределителей До 10 кг	шт	Е10-11	0,72	66,5	5,84		66,5	5,84			5р.-1 3р.-1 2р.-1
	Монтаж жалюзийных решеток	шт	Е 10-16	0,66	4	0,32						4р.-1 3р.-2
	Монтаж ячейковых фильтров	шт	Е10-18	0,65	10	0,79						5р.-1 4р.-1 3р.-1
	Монтаж вентиляционных блоков, периметр до: 5000 мм 8000 мм	м²	Е10-7	0,29 0,22	5,1 28,46	0,18 0,77						5р.-1 4р.-1 3р.-1 2р.-2

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

	Монтаж шумоглушителей	1м ²	Е10-20	1,1	5.91	0,79						5р.-1 3р.-1 2р.-1
	Монтаж клапанов Огнезадерживающих лепестковых	шт	Е 10-10	3,5 0,92	20 10	8,5 1,12						4р.-1 3р.-1
	Узлы прохода вентиляционных вытяжных шахт Ø до 250мм Ø до 355мм Ø до 560мм	шт	Е10-6	1,1 1,3 1,6	5 6 6	0,67 0,95 1,17						4р.-1 3р.-1 2р.-1
	Монтаж вентиляторов до 0,005т до 0,12т до 0,2т	шт	Е 34-27	6,7 6,7 7,3	1 7 1	0,82 5,72 0,88						5р.-2 3р.-3
	Монтаж кондиционеров до: 500 кг	шт	Е10-1	5	1	0,61						5р.-1 4р.-1 3р.-1
	Монтаж калориферов	шт	Е9-1-14	3,5	3	1,28						5р.-1 4р.-1 3р.-1
	Монтаж приточных камер производительностью по воздуху: До 50 тыс. м ³ /ч	шт	Е 10-2	22,5	3	8,23						6р. – 1 4р. – 1 3р. - 2