

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

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

**08.03.01 Строительство**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**Теплогазоснабжение и вентиляция**

(направленность (профиль)/специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему г. о. Набережные Челны. Завод ООО НПО «Завод тормозных механизмов».

Отопление и вентиляция

Студент

Д.О. Рожков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

П.А. Корчагин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.Ю. Амирджанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент, И.А. Лушкин

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

(личная подпись)

«    » 20      г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе был произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, определены теплопотери помещений, и теплопоступления согласно заданию на проектирования. По результатам расчета составлены тепловой и воздушный балансы.

Спроектирована система отопления и вентиляции здания. Описана система автоматизации приточной вентиляционной установки.

Проработаны разделы монтажных работы и безопасность при монтаже, просчитаны трудоемкости работы.

Объем бакалаврской работы состоит из пояснительной записки в количестве 60 листов без приложений формата А4, и 6 листов формата А1 графической части работы.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	6
1.1 Параметры наружного воздуха.....	6
1.2 Параметры внутреннего воздуха.....	6
1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта .....	7
1.4 Источники тепло- и холодоснабжения. ....	8
1.5 Описание технологического процесса.....	9
2. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ И ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС.....	10
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих ограждений.....	10
2.2 Расчет теплотерь через наружные ограждения. ....	11
2.3 Теплотери на инфильтрацию .....	12
2.4 Затраты тепла на нагрев материала.....	20
2.5 Расчет тепlopоступлений.....	20
2.6 Тепловой баланс.....	21
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	23
3.1 Конструирование и расчет системы вентиляции.....	23
3.2 Расчет воздухообмена.....	25
3.3 Расчет воздухораспределительных устройств .....	30
3.4 Аэродинамический расчет систем механической вентиляции .....	30
3.5 Расчет аэрации.....	30
3.7 Подбор оборудования.....	33
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ .....	36
4.1 Конструирование системы отопления .....	36
4.2 Гидравлический расчет системы отопления .....	36
4.3 Тепловой расчет нагревательных приборов.....	38
5. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ.....	40
6. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ .....	44
6.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции .....	44
6.2 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции .....	45

6.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции .....	48
<b>7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ..</b>	<b>50</b>
7.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта .....	50
7.2 Идентификация профессиональных рисков.....	50
7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	50
7.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	51
7.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	52
7.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра .....	53
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>54</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>55</b>
Приложение А .....	58
Приложение Б .....	64
Приложение В.....	69
Приложение Г .....	71
Приложение Д.....	90
Приложение Е.....	95
Приложение Ж.....	97

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данной бакалаврской работы состоит из проектирования системы, отопления и вентиляции промышленного здания г.о. Набережные Челны, согласно требования нормативных документов и заданию на проектирования.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

1. Произвести теплотехнический расчет ограждающих конструкций;
2. Спроектировать систему отопления здания;
3. Спроектировать систему вентиляции здания;
4. Описать схему автоматизации приточной установки;
5. Разработать раздел и определить необходим объем монтажных работ;
6. Разработать комплекс мер по безопасности во время проведения монтажных работ.

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Исходные данные состоят из параметров наружного и внутреннего воздуха, архитектурно-планировочного описания объекта и технологического процесса.

## 1.1 Параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха для проектирования систем вентиляции и отопления принимаются в соответствии с СП [1] для республики Татарстан

Для холодного времени года (Параметры Б):

Средняя температура наиболее холодной пятидневки с учетом коэффициента обеспеченности 0,92 t°	-32°C,
Средняя температура отопительного сезона на данной территории t <sub>от</sub>	- 5,2°C
Продолжительность отопительного периода	209 суток
Максимальная из средних скоростей по румбам за январь V	4,1 м/с
Удельная энтальпия наружного воздуха I	-28,7 кДж/кг

Для теплого времени года (Параметры А):

Среднемесячная температура наиболее теплого месяца с учетом коэффициента обеспеченности 0,95 t°	24°C
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль V	1 м/с
Удельная энтальпия наружного воздуха I	51,1 кДж/кг

## 1.2 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего микроклимата принимаются по минимальным из допустимых параметрах воздуха в рабочей зоне производственных

помещений на постоянных рабочих местах при категории работ средней тяжести *IIб* и *IIа*, согласно ГОСТ [2, табл.1] и СП [3].

Таблица 1.1 – Параметры внутреннего воздуха

Наименование участка	Температура воздуха в помещении в Х.П.	Скорость движения воздуха м/с в Х.П	Температура воздуха в помещении в Т.П.	Скорость движения воздуха м/с в Т.П
Прессовый участок	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Сварочный участок	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Ремонтный участок	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Механический участок	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Штамповый участок	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Заточной участок	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Участок резки металла	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Участок окраски	17 °С	0,3	28 °С	0,4
Участок упаковки и сборки	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Склад	15 °С	0,4	28 °С	0,5
Участок грунта	17 °С	0,3	28 °С	0,4
Венткамера	15 °С	0,4	28 °С	0,5
АБК	18 °С	0,3	27 °С	0,25

### 1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта

Проектируемое производственное здание, расположенное в городе Набережные Челны. Ориентация главного фасада на юг. Площадь застройки 5522 м<sup>2</sup>, а размеры здания в плане 78x120 м. Высота помещения здания составляет 9,85 метров, а высота здания – 12,77 м. Имеются светоаэрационные фонари. В производственном здании имеются:

- Прессовый участок (в осях 1-3 Д-И),
- Сварочный участок (в осях 1-2 Д-Ж),
- Ремонтный участок (в осях 1-2 Г-Е),
- Механический участок (в осях 1-4 Г-Е),
- Штамповый участок (в осях 3-5 Г-Ж),

Заточной участок (в осях 4-5 Д-Ж),  
Участок резки металла (в осях 4-6 В-Е),  
Участок окраски (в осях 6-8 В-Д),  
Участок упаковки и сборки (в осях 8-10 В-Д),  
Два склада (в осях 9-11 Б-Д и 1-5 А-Г),  
Участок грунта (в осях 3-10 Б-Г),  
Венткамера (в осях 1-2 А-В),  
Два помещения АБК на отметке +4.000 (в осях 1-3 А-В и 9-11 Б-В).

В здании предусмотрены ворота, остекление – окна с двойным остеклением. Стены здания выполнены из сэндвич-панелей компании Теплант толщиной – 80 мм. Кровельное покрытие выполнено из сэндвич-панелей компании Теплант толщиной – 100 мм.

На участках предусмотрено круглосуточное водяное отопление, поддерживающее температуру +5 °С

#### **1.4 Источники тепло- и холодоснабжения.**

Теплоснабжение производственных зданий в данном случае предусматривается от ТЭЦ. Теплоноситель - вода с температурой 150-70 °С и подается до потребителя данный теплоноситель по тепловым сетям.



## 1.5 Описание технологического процесса

Таблица 1.2-Спецификация технологического оборудования

№ поз	Наименования оборудования	Кол-во	Примечания
1	Сварочный полуавтомат в среде защитного газа CO2	4	
2	Универсальный фрезерный станок 6r12	2	
3	Токарный станок SP-1000	2	
4	Координатнорасточной станок 2D450	1	
5	Плоскошлифовальный станок PS-2150	1	
6	Голтовочный барабан SM100	1	
7	Компрессор BERG	1	
8	Компрессор Remeza	1	
9	х/высод	3	
10	Протяжной станок горизонтальный 7Б56	1	
11	Штамп 1Б240	1	
12	Штамп 1Б216	1	
13	Токарный станок ДИП-300	1	
14	Лентошлифовальный станок	1	
15	Настольный сверлильный станок	4	
16	Ручная шлифовка УШМ	4	
17	Оптоволоконный лазерный станок для резки металла МеталлТЕК 1530	1	
18	Камера ручной окраски и ручного обезжиривания	2	

## 2. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ И ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС

Теплотехнический расчет наружных ограждений заключается в том, чтобы проверить существующие конструкции по сопротивлению теплопередачи с нормативными показателями.

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих ограждений.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится по методике СП [4]. Все формулы и примеры расчета приведены в своде правил.

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи наружных стен:

$$ГСОП = 15 + 5,2 \cdot 209 = 4221,8 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$$

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,0002 \cdot 4221,8 + 1,0 = 1,844 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи кровельного покрытия:

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,00025 \cdot 4221,8 + 1,5 = 2,555 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи окон:

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,000025 \cdot 4221,8 + 0,2 = 0,306 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Определение требуемого значения сопротивления теплопередачи фонарей:

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,000025 \cdot 4221,8 + 0,15 = 0,256 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,6 \cdot 1,844 = 1,106 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Действительное сопротивление теплопередачи наружных стен с учётом коэффициента неоднородности  $R_0^{\text{СТ}}=2,110 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  при толщине панелей 80 мм.

Действительное сопротивление теплопередачи кровельного покрытия с учётом коэффициента неоднородности  $R_0^{\text{СТ}}=2,784 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  при толщине панелей 100 мм.

Действительное сопротивление теплопередачи двойного остекления из обычного стекла в спаренных переплетах:  $R_0^{ст}=0,4\text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$  .

Действительное сопротивление теплопередачи двойное остекление из органического стекла для зенитных фонарей:  $R_0^{ст}=0,36\text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$  .

Вывод: все наружные ограждения соответствуют нормам по сопротивлению теплопередачи.

Таблица 2.1 – Характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждающих конструкций	Толщина утеплителя	Толщина ограждающей конструкции	Приведенное сопротивление	Коэффициент теплопередачи
Наружная стена	0,080	0,080	2,11	0,474
Безчердачное покрытие	0,100	0,100	2,78	0,359
Полы по зонам: I зона	-	-	2,1	0,476
II зона	-	-	4,3	0,233
III зона	-	-	8,6	0,116
IV зона	-	-	14,2	0,070
Окна	Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете из стекла: обычного (с межстекольным расстоянием 8 мм)		0,50	2,00
	Двойное остекление из обычного стекла в спаренных переплетах		0,40	2,50
Наружная дверь	Дверь наружная стальная		1,55	0,64
Ворота	Ворота наружные стальные		1,55	0,64

## 2.2 Расчет теплотерь через наружные ограждения.

Определение потерь тепла  $Q$  , Вт , через ограждающие конструкции при не учёте добавочных теплотерь

Расчет теплотерь сводится в таблицу. А теплотери через полы расписываются подробно и оформляются в таблице согласно учебнику Е. Г. Малявина «Теплотери здания» стр. 93 табл. 25.

Теплотери через полы:

Так как полы лежат на грунте, расчет теплотерь для них следует выполнять методом разбивки на зоны:

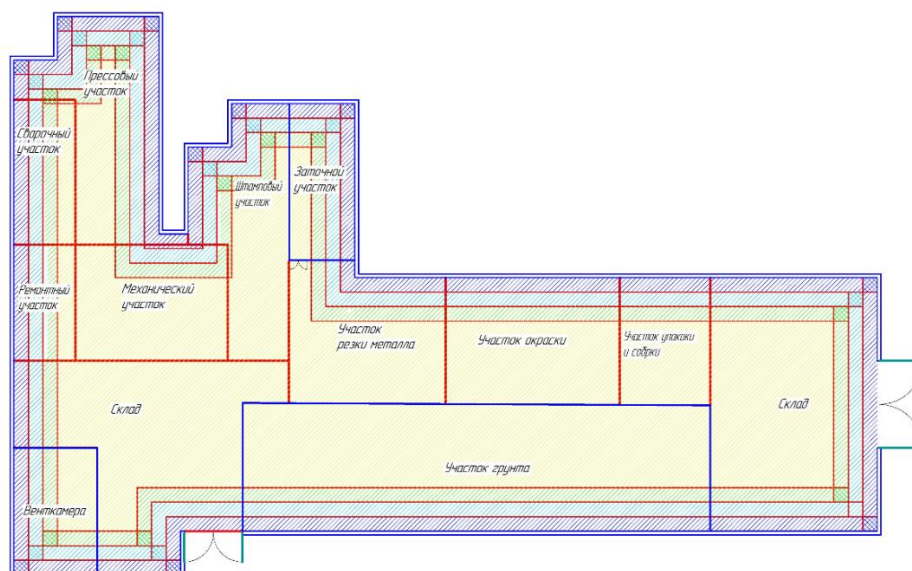


Рисунок 3.1 - План здания с разбивкой на зоны.

Полы здания делятся на 4 зоны: ширина 1 зоны-2 метра от стены, 2 и 3 зоны так же принимаются по два метра в ширину. 4 зона – это та площадь, что осталась. Площадь внешних углов зоны у наружных ограждений необходимо учитывать два раза.

Сопротивления теплопередачи неутепленных полов равны:

$$R_1 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} ; R_2 = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} ; R_3 = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} ; R_4 = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

### 2.3 Теплотери на инфильтрацию

Так как в АБК есть окна, тепло будет тратиться и на нагрев инфильтрующего воздуха, следовательно необходим расчет потерь теплоты на инфильтрацию.

Потери теплоты на инфильтрацию выполняются по методике СП [4]. Все формулы и примеры расчета приведены в своде правил.

Плотность внутреннего воздуха:

$$\rho = \frac{353}{15+273} = 1,23 \text{ кг/м}^3.$$

Плотность наружного воздуха:

$$\rho = \frac{353}{(-32)+273} = 1,46 \text{ кг/м}^3.$$

$$\Delta p = 0,55 \cdot 11,68 \cdot 9,81 \cdot 1,46 - 1,23 + 0,3 \cdot 1,46 \cdot 4,1^2 = 21,86 \text{ Па}$$

$$R_{\text{инф}} = \frac{1}{8} \cdot \frac{21,86}{10}^{\frac{2}{3}} = 0,21 \text{ м}^2 \cdot \text{час} \text{ кг}$$

$$p_{\text{в}} = 0,5 \cdot 11,68 \cdot 9,81 \cdot 1,46 - 1,23 + 0,25 \cdot 1,46 \cdot 4,1^2 \cdot 0,8 - -0,5 = 21,15 \text{ Па},$$

Расчет разности давлений по обе стороны окна:

$$\Delta p = 11,68 - 5,91 \cdot 9,81 \cdot 1,46 - 1,23 + 0,5 \cdot 1,46 \cdot 4,1^2 \cdot 0,8 - -0,5 \cdot 0,68 - 21,15 = 2,72 \text{ Па.}$$

Расчет расхода воздуха на инфильтрацию:

$$G_0 = \frac{1}{0,21} \cdot \frac{2,72}{10}^{\frac{2}{3}} = 2,00 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}),$$

$$Q = 0,28 \cdot 2,00 \cdot 1,005 \cdot 63,31 \cdot (19 - (-32)) \cdot 1 = 1817 \text{ Вт.}$$

Расчет теплопотерь на инфильтрацию через южные ворота:

Расчет разности давлений по обе стороны ворот:

$$\Delta p = 11,68 - 2,50 \cdot 9,81 \cdot 1,46 - 1,23 + 0,5 \cdot 1,46 \cdot 4,1^2 \cdot 0,8 - -0,5 \cdot 0,68 - 21,15 = 10,41 \text{ Па.}$$

Расчет расхода воздуха на инфильтрацию:

$$G_0 = \frac{1}{0,21} \cdot \frac{10,41}{10}^{\frac{2}{3}} = 4,89 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}),$$

$$Q = 0,28 \cdot 4,89 \cdot 1,005 \cdot 60 \cdot (15 - (-32)) \cdot 1 = 1817 \text{ Вт.}$$

Расчет теплопотерь на инфильтрацию через западные ворота:

$$Q = 0,28 \cdot 4,89 \cdot 1,005 \cdot 40 \cdot (15 - (-32)) \cdot 1 = 1817 \text{ Вт.}$$

Расчет теплопотерь сведен в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Теплотери через наружные ограждения

№ участка	Наименование участка	Ограждающие конструкции							Основные потери через ограждение	Добавочные теплотери $\beta$		Коэффициент $(1+\beta)$	Теплотери		
		Наименование	Ориентация	Размеры, м		Площадь $A$ , м <sup>2</sup>	Коэффициент теплопередачи	$t=(t_{в}-t_{н})$		На ориентацию	прочие		Через ограждения с учётом доб.	На инфильтрацию $Q_{инф}$	Расчетные $Q_0$
				a	h										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ПРУ	НС	С	32,00	9,95	318,40	0,474	47	7092	0,1		1,1	7802		
		НС	В	24,00	9,95	238,80	0,474	47	5319	0,1		1,1	5851		
		НС	Ю	30,00	9,95	298,50	0,474	47	6649	0		1	6649		
		ПТ	-	32,99	13,98	429,36	0,359	47	7249			1	7249		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	65,96	2,00	131,91	0,476	47	2951			1	2951		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	50,96	2,00	101,92	0,233	47	1114			1	1114		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	40,84	2,00	81,67	0,116	47	445			1	445		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	21,65	5,49	118,88	0,070	47	391			1	391		
												<b>32452</b>	<b>0</b>	<b>32452</b>	
2	СВУ	НС	С	20,00	9,95	199,00	0,474	47	4433	0,1		1,1	4876		
		ПТ	-	20,00	8,49	169,80	0,359	47	2867			1	2867		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	20,00	2,00	40,00	0,476	47	895			1	895		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	20,00	2,00	40,00	0,233	47	437			1	437		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	20,63	2,00	41,27	0,116	47	225			1	225		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	19,49	2,49	48,53	0,070	47	160			1	160		
												<b>9459</b>	<b>0</b>	<b>9459</b>	

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	PMY	HC	C	16,00	9,95	159,20	0,474	47	3546	0,1		1,1	3901		
$t_b=15^\circ\text{C}$		ПТ	-	16,00	8,49	135,84	0,359	47	2293			1	2293		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	16,00	2,00	32,00	0,476	47	716			1	716		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	16,00	2,00	32,00	0,233	47	350			1	350		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	16,00	2,00	32,00	0,116	47	174			1	174		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	16,00	2,49	39,84	0,070	47	131			1	131		
													<b>7565</b>	<b>0</b>	<b>7565</b>
4	MXU	ПТ	-	21,00	16,00	336,00	0,249	47	3931			1	3931		
$t_b=15^\circ\text{C}$		ПЛ <sub>I</sub>	-	8,02	0,51	4,09	0,476	47	92			1	92		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	13,04	2,00	26,08	0,233	47	285			1	285		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	19,89	2,00	39,78	0,116	47	217			1	217		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	12,67	21,00	266,05	0,070	47	875			1	875		
													<b>5399</b>	<b>0</b>	<b>5399</b>
5	ШТУ	HC	C	20,00	9,95	199,00	0,474	47	4433	0,1		1,1	4876		
$t_b=15^\circ\text{C}$		HC	B	19,85	9,95	197,46	0,474	47	4399	0,1		1,1	4838		
		HC	Ю	22,09	5,95	131,44	0,474	47	2928	0		1	2928		
		ПТ	-	32,37	17,49	566,22	0,359	47	9559			1	9559		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	35,41	2,00	70,81	0,476	47	1584			1	1584		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	27,41	2,00	54,81	0,233	47	599			1	599		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	24,56	2,00	49,11	0,116	47	268			1	268		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	25,69	7,92	203,33	0,070	47	669			1	669		
													<b>25321</b>	<b>0</b>	<b>25321</b>
6	ЗТУ	HC	B	9,57	4,00	38,30	0,474	47	853	0,1		1,1	938		
$t_b=15^\circ\text{C}$		HC	Ю	22,16	4,00	88,62	0,474	47	1974	0		1	1974		

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		ПЛ <sub>I</sub>	-	30,71	2,00	61,42	0,476	47	1374			1	1374		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	24,71	2,00	49,42	0,233	47	540			1	540		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	40,71	2,00	41,42	0,116	47	226			1	226		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	15,65	3,06	47,94	0,070	47	158			1	158		
													<b>5210</b>	<b>0</b>	<b>5210</b>
7	УРМ	НС	Ю	2,35	9,95	23,42	0,474	47	522	0		1	522		
t <sub>в</sub> =15°C		НС	В	12,51	9,95	124,47	0,474	47	2773	0,1		1,1	3050		
		О	В	21,57	2,82	60,79	2,500	47	7143	0,1		1,1	7857		
		О	3	21,57	2,82	60,79	2,500	47	7143	0,05		1,05	7500		
		ПТ	-	18,40	21,57	396,87	0,359	47	6700			1	6700		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	16,86	2,00	33,73	0,476	47	755			1	755		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	20,86	2,00	41,73	0,233	47	456			1	456		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	24,86	2,00	49,73	0,116	47	271			1	271		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	23,82	11,41	271,69	0,070	47	894			1	894		
													<b>28005</b>	<b>0</b>	<b>28005</b>
8	УОКР	НС	В	24,00	9,95	238,80	0,474	49	5546	0,1		1,1	6100		
t <sub>в</sub> =17°C		ПТ	-	24,00	17,41	417,77	0,359	49	7353			1	7353		
		О	В	24,00	2,82	67,63	2,500	49	8285	0,1		1,1	9113		
		О	3	24,00	2,82	67,63	2,500	49	8285	0,05		1,05	8699		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	24,00	2,00	48,00	0,476	49	1120			1	1120		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	24,00	2,00	48,00	0,233	49	547			1	547		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	24,00	2,00	48,00	0,116	49	273			1	273		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	24,00	11,41	273,77	0,070	49	939			1	939		
													<b>34144</b>	<b>0</b>	<b>34144</b>



Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9	УУиС	НС	В	12,50	9,95	124,38	0,474	47	2770	0,1		1,1	3047		
$t_b=15^{\circ}\text{C}$		ПТ	-	12,50	17,41	217,59	0,359	47	3673			1	3673		
		О	В	12,50	2,82	35,23	2,500	47	4139	0,1		1,1	4553		
		О	3	12,50	2,82	35,23	2,500	47	4139	0,05		1,05	4346		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	12,50	2,00	25,00	0,476	47	559			1	559		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	12,50	2,00	25,00	0,233	47	273			1	273		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	12,50	2,00	25,00	0,116	47	136			1	136		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	12,50	11,41	142,59	0,070	47	469			1	469		
													<b>17057</b>	<b>0</b>	<b>17057</b>
10	Склад №1	НС	В	23,50	9,95	233,83	0,474	47	5208	0,1		1,1	5729		
$t_b=15^{\circ}\text{C}$		НС	Ю	36,00	9,95	275,70	0,381	47	4930	0		1	4930		
		ВР	Ю	4,80	5,40	24,04	0,644	47	727	0		1	727		
		ДВ	Ю	2,07	0,91	1,88	0,644	47	57	0	2,57	3,57	203		
		НС	3	23,50	4,00	94,00	0,381	47	1681	0,05		1,05	1765		
		ПТ	-	34,98	22,99	580,71	0,359	47	9804			1	9804		
		О	В	22,99	2,82	64,79	2,500	47	7612	0,1		1,1	8374		
		О	Ю	6,00	2,82	16,91	2,500	47	1987	0		1	1987		
		О	3	22,99	2,82	64,79	2,500	47	7612	0,05		1,05	7993		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	80,96	2,00	161,92	0,476	47	3622			1	3622		
	ПЛ <sub>II</sub>	-	68,96	2,00	137,92	0,233	47	1507			1	1507			
	ПЛ <sub>III</sub>	-	60,96	2,00	121,92	0,116	47	665			1	665			
	ПЛ <sub>IV</sub>	-	16,99	22,98	390,43	0,070	47	1285			1	1285			
													<b>48591</b>	<b>1676</b>	<b>50267</b>
11	УГ	НС	3	64,50	9,95	641,78	0,474	49	14904	0,05		1,05	15649		
$t_b=17^{\circ}\text{C}$		ПТ	-	64,50	17,49	1128,11	0,359	49	19855			1	19855		

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		ПЛ <sub>I</sub>	-	64,50	2,00	129,00	0,476	49	3009			1	3009		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	64,50	2,00	129,00	0,233	49	1470			1	1470		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	64,50	2,00	129,00	0,116	49	733			1	733		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	64,50	11,57	746,27	0,070	49	2560			1	2560		
													<b>43276</b>	<b>0</b>	<b>43276</b>
12	Склад №2	НС	С	11,97	9,95	119,10	0,474	47	2653	0,1		1,1	2918		
t <sub>в</sub> =15°C		НС	3	22,49	4,00	104,04	0,474	47	2317	0,05		1,05	2433		
		ВР	3	4,80	5,40	24,04	0,644	47	727	0,05		1,05	763		
		ДВ	3	2,07	0,91	1,88	0,644	47	57	0,05	2,57	3,62	206		
		НС	Ю	6,00	4,00	24,00	0,474	47	535	0		1	535		
		О	В	37,92	2,82	106,92	2,500	47	12563	0,1		1,1	13820		
		О	С	6,00	2,82	16,92	2,500	47	1988	0,1		1,1	2187		
		О	3	37,92	2,82	106,92	2,500	47	12563	0,05		1,05	13192		
		ПТ	-	25,57	20,00	511,35	0,359	47	8633			1	8633		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	40,00	2,00	79,99	0,476	47	1790			1	1790		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	38,00	2,00	75,99	0,233	47	830			1	830		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	38,00	2,00	75,99	0,116	47	414			1	414		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	32,09	17,49	561,22	0,070	47	1846			1	1846		
													<b>49567</b>	<b>1676</b>	<b>51244</b>
13	ВК	НС	С	17,97	4,00	71,87	0,474	47	1601	0,1		1,1	1761		
t <sub>в</sub> =15°C		НС	3	11,97	4,00	47,87	0,474	47	1066	0,05		1,05	1120		
		ПЛ <sub>I</sub>	-	28,91	2,00	57,83	0,476	47	1294			1	1294		
		ПЛ <sub>II</sub>	-	22,91	2,00	45,83	0,233	47	501			1	501		
		ПЛ <sub>III</sub>	-	18,91	2,00	37,83	0,116	47	206			1	206		
		ПЛ <sub>IV</sub>	-	11,46	5,46	62,52	0,070	47	206			1	206		

## Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
													<b>5087</b>	<b>0</b>	<b>5087</b>
14	АБК №2	НС	Ю	9,51	5,95	56,58	0,474	55	1475	0		1	1475		
$t_b=23^{\circ}\text{C}$		НС	3	23,50	5,95	139,83	0,474	55	3645	0,05		1,05	3827		
		ПТ	-	23,50	9,51	223,49	0,359	55	4415			1	4415		
													<b>9717</b>	<b>0</b>	<b>9717</b>
15	АБК №1	НС	Ю	6,00	5,95	35,70	0,474	50	846	0		1	846		
$t_b=18^{\circ}\text{C}$		ОК	Ю	6,00	1,81	10,86	2,000	50	1086	0		1	1086		
		НС	3	22,98	5,95	136,73	0,474	50	3240	0,05		1,05	3402		
		ОК	3	22,98	1,81	41,59	2,000	50	4159	0,05		1,05	4367		
		НС	С	17,52	5,95	104,26	0,474	50	2471	0,1		1,1	2718		
		ОК	С	6,00	1,81	10,86	2,000	50	1086	0,1		1,1	1195		
		ПТ	-	22,98	17,52	402,66	0,359	50	7232			1	7232		
													<b>20845</b>	<b>1782</b>	<b>22627</b>
														<b>ΣQ</b>	<b>346830</b>

## **2.4 Затраты тепла на нагрев материала**

Расчет ведется согласно методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий».

Материал – листовый металл, завозится на склад, расположенный в осях 1-5 А-Г.

$$Q_m = 0,28 \cdot 104,17 \cdot 0,46 \cdot 15 - (-32) \cdot 0,2 = 126 \text{ Вт.}$$

## **2.5 Расчет теплопоступлений**

### **Теплопоступления от людей**

Поступление тепло от людей зависит от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха и определяется по методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий».

Расчет теплопоступлений от людей сведен в таблицу А1 Приложение А.

### **Тепловыделения от источников искусственного освещения**

Расчет ведется по методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий».

Расчет тепловыделения от источников освещения сведен в таблицу А2 Приложение А

### **Теплопоступления от солнечной радиации**

Поступления тепла от солнечной радиации рассчитывается только в теплый период по методике...

Географическая широта расположения данного города - 55° 44' с.ш.

Расчет теплопоступлений от солнечной радиации сводим в таблицу А3 Приложение А.

### **Теплопоступления от оборудования**

Расчет ведется по методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий»

Расчет тепловыделения от источников освещения сведен в таблицу А4  
Приложение А

### **Теплопоступления от системы отопления**

Количество теплоты, которое сообщается системой отопления в нерабочее время  $Q_{с.о.}$ , Вт компенсирует теплопотери через ограждающие конструкции  $Q_{огр}$  с учетом потерь тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха и рассчитывается по методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий».

Результат расчета теплопоступления от системы отопления приведен в таблице А5 Приложение А.

## **2.6 Тепловой баланс**

Тепловой баланс расчетного помещения составляется для определения избытков или недостатков тепла, которые должна компенсировать система вентиляции.

Уравнение теплового баланса помещения имеет вид:

$$\pm \Delta Q_{я} = Q_{осв} + Q_{л} + Q_{сол.р} + Q_{об} + Q_{со} + Q_{пр} - Q_{инф} - Q_{огр} - Q_{мет} - Q_{пр}, \quad (2.1)$$

где:  $Q_{пр}$ - прочие(неучтенные) теплопотери и теплопоступления, принимаемые в размере 10% от суммы теплопотерь или теплопоступлений.  
Результаты расчета сводятся в таблицу 2.3

Таблица 2.3 – Тепловой баланс

Наименование участка	Объём помещения, м <sup>3</sup>	Период года	Теплопотери					Теплопоступления							Теплоизбытки, Вт	Удельные, Вт/м <sup>3</sup>
			Qогр	Qинф	Qм	Qпр	∑Q	Qл	Qосв	Qсол	Qс.о	Qобор	Qпр	∑Q		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Прессовый	4272	ХП	32452	0	0	3245	35697	540	7298	0	25547	12334	4572	50291	14594	3,416
		ТП	0	0	0	0	0	232	0	0	0	12334	1257	13823	13823	3,236
Сварочный	1690	ХП	9459	0	0	946	10405	540	2853	0	7446	4672	1551	17062	6657	3,939
		ТП	0	0	0	0	0	232	0	0	0	4672	490	5394	5394	3,192
Ремонтный	1352	ХП	7565	0	0	757	8322	540	2282	0	5955	5476	1425	15678	7357	5,441
		ТП	0	0	0	0	0	232	0	0	0	5476	571	6279	6279	4,644
Механический	3343	ХП	5399	0	0	540	5939	540	5645	0	4250	726	1116	12277	6338	1,896
		ТП	0	0	0	0	0	232	0	0	0	726	96	1054	1054	0,315
Штамповый	4833	ХП	25321	0	0	2532	27853	810	6351	0	19934	29524	5662	62281	34428	7,123
		ТП	0	0	0	0	0	348	0	0	0	29524	2987	32859	32859	6,799
Заточной	801	ХП	5210	0	0	521	5731	810	2975	0	4101	5966	1385	15237	9506	11,868
		ТП	0	0	0	0	0	348	0	0	0	5966	631	6945	6945	8,671
Резки металла	4292	ХП	28005	0	0	2801	30806	540	6668	0	22046	1846	3110	34210	3405	0,793
		ТП	0	0	0	0	0	232	0	30987	0	1846	3307	36372	36372	8,474
Окраски	4539	ХП	34144	0	0	3414	37558	484	9358	0	25782	1854	3748	41226	3667	0,808
		ТП	0	0	0	0	0	232	0	34474	0	1854	3656	40216	40216	8,861
Упаковки и сборки	2362	ХП	17057	0	0	1706	18763	810	3656	0	13428	0	1789	19683	921	0,390
		ТП	0	0	0	0	0	348	0	17958	0	0	1831	20137	20137	8,526
Грунта	12478	ХП	43276	0	0	4328	47604	484	9385	0	32678	16376	5892	64815	17212	1,379
		ТП	0	0	0	0	0	232	0	0	0	16376	1661	18269	18269	1,464

### 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### 3.1 Конструирование и расчет системы вентиляции

В данной бакалаврской работе запроектирована система вентиляции для промышленного здания, в котором есть выделения различных видов вредностей. Помещения цеха разделено на 14 участков: прессовый, сварочный, ремонтный, механический, штамповый, заточной, резки металла, окрасочный, упаковки и сборки, грунтования, два склада и два помещения АБК на 2 этаже. С учетом этого была предусмотрена местная вытяжная вентиляция в виде местных отсосов, соответствующих типу оборудования; общеобменная вытяжная вентиляция, а также механическая приточная вентиляция и аэрация через оконные проемы в теплый период года.

Имеются семь систем механической общеобменной приточной системы вентиляции. Первая (П1) подает воздух в сварочный и механический участки с температурой  $t_{п} = 13,8^{\circ}\text{C}$ , при этом расход системы составляет  $L = 36114 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Воздуховоды проложены по краю помещения по колоннам на высоте 4,2 м от пола. Воздухораспределительные решетки (РВ-3 в количестве 5 штук и РВ-5 в количестве 10 штук) подают воздух в рабочую зону под углом  $45^{\circ}$  к горизонтальной плоскости.

Вторая (П2) в ремонтный, прессовый, штамповый, заточной, резки металла и упаковки и сборки с температурой  $t_{п} = 10^{\circ}\text{C}$ , при этом расход системы составляет  $L = 38807 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Воздуховоды проложены на подвесках прикрепленным к фермам на высоте 7,6 м от пола. На ремонтном участке воздух подается с помощью воздухораспределителей ПРМ-3 в количестве 3 штук, на прессовом ПРМ-4 в количестве 5 штук, на штамповом ПРМ-4 10 штук, на участке резки металла ПРМ-2 2 штук, на участке упаковки ПРМ-1 1 штука. На заточном участке подача воздуха осуществляется по схеме «сверху-вниз» с помощью ПРМ-3 в количестве 4 шт. Воздуховоды проложены на перекрытии заточного участка на высоте 4,25 м от пола.

Третья (ПЗ) система обслуживает два участка: склад №1 и склад №2 и подает воздух с температурой  $t_{п} = 15^{\circ}\text{C}$ , при расходе  $L = 13964 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Воздуховоды проложены на подвесках прикрепленным к фермам на высоте 7,6 м от пола. На склад №1 и склад №2 воздух подается с помощью воздухораспределителей ПРМ-4 в количествах 4 и 3 единицы соответственно.

Четвертая (П4) система обслуживает участок окраски. Воздух подается с температурой  $t_{п} = 18,5^{\circ}\text{C}$ , при расходе  $L = 28010 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Воздуховоды проложены на подвесках прикрепленным к фермам на высоте 7,6 м от пола. Воздух подается через ПРМ-4 в количестве 10 единиц.

Пятая (П5) система обслуживает участок грунтования. Воздух подается с температурой  $t_{п} = 14,9^{\circ}\text{C}$ , при расходе  $L = 11883 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Воздуховоды проложены на подвесках прикрепленным к фермам на высоте 7,6 м от пола. Воздух подается через ПРМ-4 в количестве 7 единиц.

Шестая (П6) система обслуживает помещение АБК №1 (офисное помещение). Воздух подается с температурой  $t_{п} = 18^{\circ}\text{C}$ , при расходе  $L = 600 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Воздуховоды проложены на подвесках прикрепленным к фермам на высоте 7,6 м от пола. Воздух подается через ПРМ-1 в количестве 2 единиц.

Седьмая (П7) система обслуживает помещение АБК №2 (раздевалки, совмещенные с душем) Воздух подается с температурой  $t_{п} = 23^{\circ}\text{C}$ , при расходе  $L = 5580 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Воздуховоды проложены на подвесках прикрепленным к фермам на высоте 7,6 м от пола. Воздух подается через ПРМ-2 в количестве 9 единиц.

Во всех участках используются воздуховоды круглого сечения.

Естественная вентиляция осуществляется посредством аэрации в летний период года.

Местные отсосы были предусмотрены от столов сварщика, от плоскошлифовального станка, лентошлифовального станка, окрасочной камеры и ванны с раствором грунта.



Типы местных отсосов и объем отсасываемого воздуха приведены в таблице 3.1. Для перемещения воздуха от местных отсосов в окружающую среду используют центробежные вентиляторы. Так как местные отсосы не могут удалить все количество выделяющихся вредностей, и до 30% их попадает в объем помещения, то необходимо предусмотреть общеобменную вытяжную вентиляцию в верхней зоне. Она осуществляется при помощи крышных вентиляторов, установленных на кровле здания. В заточном участке предусмотрена общеобменная вытяжная система, которая располагается в наружной стене (осевой вентилятор).

Системы аспирации предусмотрены от плоскошлифовального и лентошлифовального станков.

Воздух от местных отсосов от столов сварщика плоскошлифовального и лентошлифовального станков обрабатывается в пылеочистителях и фильтрах, работающих на циркуляцию внутреннего воздуха.

На складах имеются раздвижные ворота, площадь которых составляет по  $S = 25,92 \text{ м}^2$ . Были предусмотрены воздушно-тепловые завесы шибберного типа периодического действия. Это вентиляционные устройства для защиты проемов в ограждающих частях здания от прорывания в помещение холодного воздуха.

## **3.2 Расчет воздухообмена**

### **Определение объемов местной вытяжной вентиляции**

Наиболее значительные вредные выделения на участках производства образуются в местах резки, сварки и окраски, то есть в зоне дыхания сварщика, маляра или резчика. В таком случае ухудшаются условия труда, возникает проблема сохранения здоровья и жизни рабочих. Для удаления вредных выделений из рабочих зон устраиваются местные отсосы. В таблице 3.1 представлены типы используемых отсосов и количество удаляемого ими воздуха.

Местные отсосы на участках заточном и механической обработки металла предусматривают от шлифовальных и заточных станков без охлаждения кругов.

Местная вытяжная вентиляция от станков выполняется в виде защитно – обеспыливающих укрытий – кожухов, захватывающих и удаляющих пыль в месте её образования.

На участке окраски используются две проходные камеры окраски ТЕCHNOMAX ТМХ-3. Объем удаляемого воздуха, задается в техническом паспорте камеры.

Расчет ведется согласно методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий».

Объемы воздуха, удаляемого местными отсосами приведены в таблице Б1 Приложение Б.

#### **Расчёт общеобменной вентиляции по явному теплу**

Расчет воздухообмена по явному теплу производится для двух периодов года: теплого и холодного.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

Определяются параметры приточного воздуха

Температура приточного воздуха ( $t_p$ , °С) для теплого периода года принимается равной температуре наружного воздуха.

Расчет ведется согласно методике...

Расчет воздухообмена по явному теплу приведен в таблице Б2 Приложение Б.

#### **Расчет вредных выделений**

Расчет ведется по методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий».

Удельные выделения различных вредных веществ  $m$ , г/кг, определяются для каждого типа материала с учетом способа обработки по [9, табл.7.19].

При подсчете количество станков учитывают станки с одинаковым расходом одного и того же материала.

После определения выделений вредных веществ от отдельных станков  $M$ , г/ч, определяют суммарные выделения вредных веществ по участку  $\sum M$ , г/ч. Для этого суммируются выделения вредных веществ (одинаковые) от всех станков.

Определение выделений загрязняющих веществ при нанесении лакокрасочных материалов согласно методике [16] Отопление и вентиляция основных цехов машиностроительных заводов:

Применяется грунт Гф-031 и разбавитель рп.

Необходимо определить предельно допустимую концентрацию в рабочей зоне ПДК<sub>рз</sub>, мг/м<sup>3</sup>, выделяемых в цехе вредных веществ. ПДК<sub>рз</sub> по [10].

Расчет вредных выделений сведен в таблицу Б3 Приложение Б.

#### **Расчёт воздухообмена на разбавление вредных выделений**

Расчет воздухообмена на разбавление вредных выделений  $L_{вр}$ , м<sup>3</sup>/ч, осуществляется методике из учебника Торговников «Вентиляция промышленных зданий».

Расчет воздухообмена на разбавление вредностей приведен в таблице Б4 Приложение Б.

#### **Воздушный баланс**

В результате проектирования систем вентиляции в помещении должен установиться баланс:  $L_{прит} = L_{выт}$ .

Результаты сводятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Воздушный баланс

Период года	Объём пом., V, м3	Избытки тепла Qя Вт	Вытяжная вентиляция, м3/ч							Приточная вентиляция, м3/ч				
			Местная		Общеобменная		Всего	Кратность	t <sub>y</sub> °C	Общеобменная		Всего	Кратность	t <sub>п</sub> °C
			Естественная	Механическая	Естественная	Механическая				Естественная	Механическая			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Прессовый участок														
ТП	4272	13823	-	-	-	8252	8252	1,93	30	-	8252	8252	1,93	24
ХП		14594	-		-	8252	8252	1,93	17	-	8252	8252	1,93	10,7
Сварочный участок														
ТП	1690	5394	-	-	-	7543	7543	4,46	30	-	7543	7543	4,46	24
ХП		6657	-		-	7543	7543	4,46	17	-	7543	7543	4,46	13,8
Ремонтный участок														
ТП	1352	6279	-	-	-	3749	3749	2,77	30	-	3749	3749	2,77	24
ХП		7357	-		-	3749	3749	2,77	17	-	3749	3749	2,77	10
Механический участок														
ТП	3343	1054	-	-	-	28571	28571	8,55	30	-	28571	28571	8,55	24
ХП		6338	-		-	28571	28571	8,55	17	-	28571	28571	8,55	16,2
Штамповый участок														
ТП	4833	32859	-	-	-	19617	19617	4,06	30	-	19617	19617	4,06	24
ХП		34428	-		-	19617	19617	4,06	17	-	19617	19617	4,06	10,7
Заточной участок														

## Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ТП	801	6945	-	-	-	4976	4976	6,21	29	-	4976	4976	6,21	24
ХП		9506	-		-	4976	4976	6,21	17,4	-	4976	4976	6,21	10,2
Участок резки металла														
ТП	4292	36372	-	-	19972	1742	21714	5,06	30	19972	1742	21714	5,06	24
ХП		3405	-		-	1742	1742	0,41	17	-	1742	1742	0,41	10
Участок окраски														
ТП	4539	40216	-	12000	16010	-	28010	6,17	30	-	28010	28010	6,17	24
ХП		3667	-		-	16010	28010	6,17	19	-	28010	28010	6,17	18,5
Участок упаковки и сборки														
ТП	2362	20137	-	-	11551	471	12022	5,09	30	11551	471	12022	5,09	24
ХП		921	-		-	-	471	471	0,20	17	-	471	471	0,20
Участок грунта														
ТП	12478	18269	-	3268	-	8615	11883	0,95	30	-	11883	11883	0,95	24
ХП		17212	-		-	-	6376	9644	0,77	19	-	11883	11883	0,95
Склад №1														
ТП	7286	0	-	-	7286	-	7286	1,00	30	-	7286	7286	1,00	24
ХП		0	-		-	-	7286	7286	1,00	15	-	7286	7286	1,00
Склад №2														
ТП	6078	0	-	-	6078	-	6078	1,00	30	-	6078	6078	1,00	24
ХП		0	-		-	-	6078	6078	1,00	15	-	6078	6078	1,00
АБК №1														
ТП	2396	0	-	-	-	600	600	0,25	24	-	600	600	0,25	24
ХП		0	-		-	-	600	600	0,25	18	-	600	600	0,25
АБК №2														
ТП	1116	0	-	-	-	5580	5580	5,00	24	-	5580	5580	5,00	24
ХП		0	-		-	-	5580	5580	5,00	23	-	5580	5580	5,00

### **3.3 Расчет воздухораспределительных устройств**

Расчет воздухораспределительных устройств производится по методике справочника Богословский Внутренние санитарно-технические устройства книга 3 часть 2. В зависимости от конструктивных характеристик помещения и принятой схемы воздухообмена выбирается тип, количество и место установки воздухораспределителя.

Расчет воздухораспределителей приведен в таблице В1 Приложение В.

### **3.4 Аэродинамический расчет систем механической вентиляции**

Аэродинамический расчет вентиляционных систем выполняется с целью подбора диаметров воздуховодов и регулирующих устройств и определения потерь давления.

Аэродинамический расчет сети воздуховодов производится по методике справочника Богословский Внутренние санитарно-технические устройства книга 3 часть 2.

Подбор диаметра диафрагмы производится по [11, табл.22.48]

Данные расчета сведем в таблицы Г1-Г9 Приложение Г.

### **3.5 Расчет аэрации**

Аэрацией здания называется организованная, регулируемая естественная вентиляция, которая осуществляется под действием аэростатического и ветрового давления.

Расчет аэрации сводится к определению площади необходимых аэрационных проёмов, которые должны быть открыты для подачи приточного воздуха в теплый период года при условии, что скорость воздуха в помещении не превышает допустимую.

Расчет ведется по методике [11] справочника Богословский Внутренние санитарно-технические устройства книга 3 часть 1.

Участок резки металла:

$$\Delta p = 9,8 \cdot (12,77 - 3,5) \cdot (1,189 - 1,173) + 9,8 \cdot (12,77 - 11,68) \cdot (1,189 - 1,165) = 1,69 \text{ Па}$$

$$\Delta p_1 = 0,3 \cdot 1,69 = 0,51 \text{ Па}$$

Угол открытия приточного аэрационного проёма  $\alpha = 60^\circ$

$$G = \frac{19972 \cdot 1,189}{3600} = 6,596 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$F_0 = \frac{6,596}{\frac{2 \cdot 1,189 \cdot 0,51}{3,2}} = 10,71 \text{ м}^2$$

Участок упаковки и сборки:

Угол открытия приточного аэрационного проёма  $\alpha = 60^\circ$

$$G = \frac{11551 \cdot 1,189}{3600} = 3,815 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$F_0 = \frac{3,815}{\frac{2 \cdot 1,189 \cdot 0,51}{3,2}} = 6,20 \text{ м}^2$$

### 3.6 Расчет воздушных тепловых завес

Воздушные завесы устраивают в отапливаемых зданиях для обеспечения требуемой температуры воздуха в рабочей зоне и на постоянных рабочих местах, расположенных вблизи ворот и технологических проемов.

Завесы шиберного типа в результате частичного перекрытия проема воздушной струей существенно сокращает прорыв наружного воздуха через открытый проем, а в помещение поступает образующаяся смесь холодного воздуха с нагретым.

Расчет ведется по методике [12] учебного пособия Прохоренко, А.П. Расчет двухсторонних воздушных завес у наружных ворот и технологических проемов производственных зданий.

Расчет воздушной тепловой завесы:

Значение  $\bar{q}=0,65$  принимается согласно [12, табл. 3.1]. В этом случае при  $F=20\div 30$  для раздвижных ворот находится  $\mu_{пр}=0,3$ .

По [12, табл.3.4] для принятых размеров ворот и высоте здания находится расчетная величина  $h=4,9$  м.

Расчетная разность давлений:

$$\Delta P = 9,8 \cdot 3,28 \cdot 1,46 - 1,23 + \frac{0,2 \cdot 0,8 \cdot 4,1^2 \cdot 1,46}{2} = 9,36 \text{ Па};$$

Общий расход воздуха завесы определяем по (3.1):

$$G_3 = 5100 \cdot 0,65 \cdot 0,3 \cdot 25,92 \cdot \sqrt{9,36 \cdot 1,24} = 87819 \text{ кг/ч};$$

По [12, табл.1.1] к установке принимается завеса типа ЗВТ8-4 суммарной производительностью по воздуху  $G_3=85800$  кг/ч. Для принятого типа завесы по [12, табл.1.1] значение  $\bar{F} = 16$ , а фактическое значение величины находится из (6.1):

$$\bar{q} = \frac{85800}{5100 \cdot 0,3 \cdot 25,92 \cdot \sqrt{9,36 \cdot 1,24}} = 0,64;$$

Требуемая температура воздуха, подаваемого завесой, находится по формуле (6.5):

$$t_3 = -32 + \frac{12 - (-32)}{0,64 \cdot (1 - 0,05)} = 40,4^\circ \text{C};$$

где  $\bar{q}=0,05$  – величина, определенная по [12, рис.3.1];

Требуемая суммарная тепловая мощность калориферов завесы вычисляется по (3.35):

$$Q_3 = 0,28 \cdot 85800 \cdot 40,4 - 12 = 682\,282 \text{ Вт};$$

Суммарная тепловая мощность принятой к установке типовой конструкции завесы, согласно [12, табл.1.1] составляет 959 400 Вт. Принимаем типовую комплектацию завесы - двухрядная установка калориферных секций для каждого из двух агрегатов завесы.

При ширине щели  $b_s=0,15$  м [12, табл.1.1] скорость выпуска воздуха из щелей завесы находится по формуле (3.36):



$$v_3 = \frac{85800}{2 \cdot 3600 \cdot 0,15 \cdot 5,4 \cdot 1,13} = 13 \text{ м/с};$$

Полученная величина скорости выпуска воздуха через щели завесы не превышает предельного ее значения, равного 25м/с/

Аэродинамическое сопротивление раздаточного короба завесы:

$$\Delta P_3 = 2 \cdot \frac{13^2}{2} \cdot 1,13 = 191 \text{ Па} .$$

### **3.7 Подбор оборудования**

#### **Подбор приточных установок**

Подбор приточных систем осуществляется в программе фирмы ВЕЗА, бланк заказа приведен в приложении.

#### **Подбор вентиляторов общеобменных вытяжных систем**

Подбор крышных вентиляторов вытяжных систем осуществляется в программе фирмы ВЕЗА.

В1 (сварочный участок):  $L=7543 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Подобран крышной вентилятор КРОМ-5-Н-У1-0,55х1410-220/380.

В2-В4 (механический участок):  $L=28571 \text{ м}^3/\text{ч}$  (3 вентилятора по  $9524 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Подобран крышной вентилятор КРОМ-6,3-Н-У1-0,55х920-220/380.

В5-В6 (прессовый участок):  $L=8252 \text{ м}^3/\text{ч}$  (2 вентилятора по  $4126 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Подобран крышной вентилятор КРОМ-5-Н-У1-0,25х860-220/380.

В7-В8 (штамповый участок):  $L=19617 \text{ м}^3/\text{ч}$  (2 вентилятора по  $9809 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Подобран крышной вентилятор КРОМ-6,3-Н-У1-0,55х920-220/380.

В9 (ремонтный участок):  $L=3749 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Подобран крышной вентилятор КРОМ-4-Н-У1-0,18х1350-220/380.

В10 (участок резки металла):  $L=1742 \text{ м}^3/\text{ч}$  Подобран крышной вентилятор КРОМ-4-Н-У1-0,25х860-220/380.

В11 (участок упаковки и сборки):  $L=471 \text{ м}^3/\text{ч}$  Подобран крышной вентилятор КРОМ-3,1-Н-У1-0,25х860-220/380.

В12 (склад №1):  $L=7286 \text{ м}^3/\text{ч}$  Подобран крышной вентилятор КРОМ-6,1-Н-У1-0,25х700-220/380.

В13 (склад №2):  $L=6078 \text{ м}^3/\text{ч}$  Подобран крышной вентилятор КРОМ-5,6-Н-У1-0,25х860-220/380.

В14-В16 (участок окраски):  $L=28010 \text{ м}^3/\text{ч}$  (3 вентилятора по  $9337 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) Подобран крышной вентилятор КРОМ-6,3-Н-У1-0,55х920-220/380.

В17-В18 (участок грунтования):  $L=11883 \text{ м}^3/\text{ч}$  (2 вентилятора по  $5942 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) Подобран крышной вентилятор КРОМ-5,6-Н-У1-0,25х860-220/380.

В19 (АБК №1 – офисное помещение)  $L=600 \text{ м}^3/\text{ч}$   $\Delta P=12,54 \text{ Па}$  Подобран центробежный вентилятор ВСК6-2,5, АИР56В4

В20 (АБК №2 – раздевалки, совмещенные с душами)  $L=5580 \text{ м}^3/\text{ч}$   $\Delta P=34,31 \text{ Па}$  Подобран вентилятор ВОСК9-4, А71А4.

В21-В22 (заточной участок)  $L=4976 \text{ м}^3/\text{ч}$  (2 вентилятора по 2488). Подобраны вентиляторы осевые ОСА 301-040/А-45-00018/04-Н-00018/04-У1-01

Бланки заказа приведены в приложениях.

### **Подбор Оборудования для очистки воздуха от местных отсосов**

Оборудование для очистки воздуха от местных отсосов сварочных постов, лентошлифовального и плоскошлифовального станков подобрано от компании СовПлим.

От шлифовальных станков воздух очищается в пылеуловителях СовПлим ПУ-800. Вентилятор СовПлим FUA-1100. Объем воздуха от лентошлифовального станка  $630 \text{ м}^3/\text{ч}$ , от плоскошлифовального станка  $360 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

От сварочных постов воздух удаляется с помощью местных отсосов СовПлим KUA-200-3S и очищается в фильтрах EF-3000.

Весь воздух от местных отсосов после очистки идет на рециркуляцию в помещение.

### **Подбор воздухозаборной решетки**

Скорость воздуха в живом сечении воздухозаборных решеток и утепленных клапанов принимается 4 м/с.

Определяются потери давления в жалюзийной решетке по графику из каталога на воздухозаборные решетки компании Веза:  $\Delta P=2,95$  Па

Утепленный клапан был подобран регулируемы ВЕЗА ГЕРМИК-П 1400x1810 по площади живого сечения. Площадь живого сечения данного клапана  $1,978\text{м}^2$ .

## 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

### 4.1 Конструирование системы отопления

В здании запроектирована двухтрубная, горизонтальная система отопления с тупиковым движением теплоносителя с параметрами теплоносителя 95°С-70 °С. В качестве нагревательных приборов применяются гладкотрубные регистры. В верхней части прибора установлены воздухоотводчики с шаровым краном. Система выполнена из стальных водогазопроводных труб, проложена открыто. Уклон трубопроводов, равный 0,002, предусмотрен в сторону ввода в здание.

### 4.2 Гидравлический расчет системы отопления

Последовательность гидравлического расчета:

1. Определяется расчетное циркуляционное давление  $\Delta P_p$ , Па:

$$\Delta p_p = \Delta p_H + B \cdot \Delta p_E, \quad (4.1)$$

где  $\Delta p_H$  – давление, создаваемое насосом или элеватором. Находится по формуле:

$$\Delta p_H = 100 \cdot \sum l_{гцк} \quad (4.2)$$

$B$  – поправочный коэффициент, учитывающий значение естественного циркуляционного давления в период поддержания расчетного гидравлического режима в системе, для двухтрубных систем  $B=0,48$ ;

$\Delta p_E$  – естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце от охлаждения воды в нагревательных приборах и в трубах, определяется по формуле:

$$\Delta p_{E_{np}} = \beta \cdot g \cdot h \cdot 1 \cdot (t_2 - t_0), \quad (4.3)$$

где  $\beta$  – среднее приращение плотности при понижении температуры воды на 1°С. Принимается по [14, табл. 10.4]. Для двухтрубной системы отопления  $\beta=0,64$ ;

$g$  - ускорение свободного падения,  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$h$  1- вертикальное расстояние от условного центра охлаждения прибора до центра нагревания воды в системе отопления (до центра элеватора в индивидуальном тепловом пункте).

$\Delta p E_{тр}$  принимаем условно равное нулю.

Определяются средние удельные потери давление на трение:

$$R_{cp} = 0,65 \cdot \Delta p_p \cdot 0,9 \Sigma l_{гцк}, \quad (4.4)$$

где  $0,65$  – коэффициент, учитывающий что  $65\%$  располагаемого давления расходуется на преодоление линейных потерь.

1. Определяется расход воды на участках:

$$G_{уч} = 0,86 \cdot Q_{уч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / (t_2 - t_o), \quad (4.5)$$

где  $Q_{уч}$  - тепловая нагрузка соответствующего участка, Вт;

$\beta_1$  - коэффициент, учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов по мощности. Принимается по [14, табл. 9.4].  $\beta_1 = 1,04$ .

$\beta_2$  - коэффициент, учитывающий способ установки отопительного прибора. Принимается по [14, табл. 9.5].  $\beta_2 = 1,03$ .

3. По  $R_{cp}$  и  $G_{уч}$  подбираются возможные диаметры трубопровода для расчетного кольца по [14]

4. Для каждого участка находится сумма коэффициентов местных сопротивлений  $\Sigma \xi$  по [14, прил II, табл. II.10-II.13] и  $P_{дин}$ .

5. Определяются общие потери давления в расчетном кольце:

$$\Delta p_{уч} = R_{ф} \cdot l_{уч} + Z \quad (4.6)$$

6. Общие потери давления в главном циркуляционном кольце сравнивают с располагаемым перепадом давления:

$$\Delta P_p - \Sigma \Delta P_{уч} \Delta P_p \cdot 100\% \leq 5\% \quad (4.7)$$

7. Аналогично проводится расчет второстепенного кольца.

8. После расчета строят эпюру циркуляционного давления в магистралях. По эпюре выявляют располагаемое давление в точках присоединения к магистралям промежуточных стояков, входящие во второстепенные кольца. Эпюра циркуляционного давления представлена в приложении Д.

При невозможности увязки потерь давления путем изменения диаметров труб прибегают к установке диафрагм у крана на подъемной части стояка в месте присоединения к подающей магистрали. Диаметр диафрагмы, мм, определяется по формуле:

$$d_D = 3,54 \left( \frac{G_{ст}^2}{\Delta P_D} \right)^{0,25}, \text{ мм}, \quad (4.8)$$

где  $G_{ст}$  – расход воды в стояке, кг/ч;

$\Delta P_D$  – необходимые для увязки потери давления в диафрагме, Па.

Диаметр диафрагмы должен быть не менее 3 мм.

Расчетная схема СО1 представлена в приложении Е.

Результаты гидравлического расчета представлены в приложении Д, таблица Д1.

### 4.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

Расчет нагревательных приборов ведется по методике...

Расчет для участков сведен в таблицу. Расчет сведен в приложение Е таблица Е1.

На участке механической обработки предусмотрено воздушное отопление. Так как температура приточного воздуха была изменена с 16,2°C до 13,8°C то требуемая мощность системы отопления на данном участке пересчитывается с учетом понижения температуры притока воздуха:  $Q_{с.о.}=21412$  Вт. Подобрана установка воздушного отопления ЕВРОМАШ VOLCANO VR1:

Параметры установки:

Теплоноситель – вода 95/70

Расход воды 1,07 м<sup>3</sup>/ч

Расход воздуха 5300 м<sup>3</sup>/ч

Дальнобойность струи до 12 метров.

Температура на выходе из агрегата 28,6°C    Ширина струи до 15 метров.

Гидравлические потери в агрегате 17,5

кПа

Крепится установка на строительные фермы на высоте 8,35м.

## **5. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

Автоматизация – это работа, связанная с управлением технологическими процессами при помощи различных технических средств без участия человека. Существует три основных задачи автоматизации:

1. Управление протеканием процесса;
2. Управление направлением процесса;
3. Управление режимом процесса, как совокупность качественных и количественных показателей.

Проектирование систем автоматизации нормируется СП 77.13330.2016 Системы автоматизации.

### **Автоматизации приточной камеры**

- 1 Основные задачи, выполняемые автоматикой вентиляции.
- 2 Оборудование для системы автоматического управления вентиляцией.
- 3 Щитовая для обслуживания автоматики с водяными калориферами.

Автоматические устройства контроля за работой вентиляционной системы предназначены для поддержания комфортных условий в производственных и жилых помещениях.

Современные системы – это комплекс автоматического управления микроклиматом помещения. Для поддержки слаженной работы всех механизмов разработчики устанавливают сложную аппаратуру с различными датчиками и реле. Только такое обустройство щита автоматики позволяет корректировать действие всей системы вентиляции.

1. Решение задач по управлению и мониторингу нормальной работы схемы. Должен устанавливаться сигнализатор аварии, опасных режимах эксплуатации оборудования. Новые разработки позволяют управлять работой схемы удаленно. Оператор наблюдает за функционированием устройства, может вносить коррективы, устанавливать оптимальные режимы.
2. Производство индивидуального анализа и мониторинга работы каждого отдельного механизма и общей деятельности схемы вентиляции. Датчики



устройства доставляют информацию, автоматика производит исследование ситуации и вносит корректировки в работу вентиляционного оборудования. В случае аварии, подается сигнал на кнопку пуска для выключения оборудования.

В систему автоматизации приточной установки входят следующие компоненты:

1. Реле перепада давления для контроля запыленности фильтра. Работает по принципу «до и после», измеряя давление до фильтра и после, и при критическом значении перепада давления датчик покажет, что фильтр необходимо очистить или поменять.
2. Канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем. Служит для автоматической регулировки мощности калорифера, для поддержания заданной температуры приточного воздуха.
3. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воде. Измеряет температуру воды и сигнализирует если температура воды будет критической.
4. Датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху. Измеряет температуру воздуха и сигнализирует если температура воздуха будет такой, при которой возможно замораживание теплообменника.
5. 2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю. Обеспечивает оптимальные параметры теплоносителя за счет изменения расхода воды для подогрева воздуха до заданной температуры.
6. Электропривод регулирующего водяного клапана. Обеспечивает автоматическое регулирование расхода теплоносителя
7. Циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя. Обеспечивает напор и необходимую температуру теплоносителя.

8. Реле перепада давления для контроля работы вентилятора. Измеряет перепад давления до и после вентилятора для обнаружения неисправностей в вентиляторе.
  9. Шкаф приборов автоматики. Обеспечивает контроль и управление автоматикой в одном месте.
  10. Контроллер.
3. Обеспечивает возможность управления процессом вентилирования помещения, переключая режимы эксплуатации оборудования. При перепадах нагрузки, температуры в помещении – система управления способна понижать скорость вращения вентиляторов, полностью выключать оборудование и поддерживать комфортные условия в обслуживаемом помещении.
  4. В случае короткого замыкания и других аварийных ситуаций, производит блокировку механизмов, для исключения пожара и поражения людей током. Автоматика приточной вентиляции призвана обеспечивать безопасность при эксплуатации приборов подогрева воздуха, вентиляции помещения. Основным прибором щита – это контроллер. Остальные составляющие устанавливают для решения следующих вопросов:
    - производят управление вентиляторными устройствами;
    - поддерживают заданную температуру воздушных масс;
    - переключают режимы эксплуатации;
    - управляют приводами клапанов с возвратными пружинами, обеспечивающими закрытие воздухозаборными клапанами, в случае выключения вентиляторных установок, коротком замыкании фазы на корпус;
    - управляют работой насоса циркуляции воды в калорифере, устанавливаемом в узле обвязки;
    - осуществляют контролирование за температурой воды в обратной магистрали при разных режимах работы, при выключении калорифера;
    - выключают подачу энергии при загрязнении воздушного фильтра.

Автоматизация вентиляции позволяет решать сложные задачи в любых условиях и при различных режимах эксплуатации оборудования. Каждая схема вентилирования воздуха монтируется с автоматической системой управления процессом.

В заключение, отметим основные моменты, на которые следует обращать пристальное внимание при покупке приборов оснащения щита автоматического управления устройством вентилирования зданий.

Каждый прибор должен иметь паспорт, инструкцию, схему подключения. Сегодня на рынке вентиляционного оборудования, различные производители предлагают разнообразный ассортимент комплектующих и схем устройств щитов вентиляции. Сделав правильный выбор, качественно выполнив монтаж автоматических шкафов, вы получаете надежное, безопасное оборудование, на достаточно долгое время.

## **6. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

### **6.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции**

Системы вентиляции включают в себя вентиляторы, приточные камеры, воздухонагреватели, отопительно-вентиляционные агрегаты, фильтры для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, прокладочные и вспомогательные детали.

Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции воздуха включают в себя вспомогательные процессы:

- подготовку объекта к монтажу указанных систем;
- прием и складирование воздуховодов и оборудования, комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей;
- подбор и комплектование вентиляционного оборудования;
- сборка и доставка узлов, деталей, элементов к месту монтажа;
- установка креплений;
- укрупнительная сборка оборудования;
- монтаж магистральных, в т.ч. вертикальных, горизонтальных воздуховодов;
- монтаж опусков и деталей систем;
- обкатка смонтированного оборудования;
- наладка и регулирование систем;
- сдача систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены общестроительные работы:

- устройство стен, перекрытий, перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования;
- устройство фундаментов и других опорных конструкций для присоединения к ним деталей воздуховодов, герметичных дверей и других деталей вентиляционных систем;

- устройство монтажных проемов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа;
- пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены;
- оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов;
- установка воздухораспределительных устройств;
- устройство вентиляционных каналов в строительном оформлении;
- нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах;
- остекление окон и фонарей и установка наружных дверей и ворот.

Все вышеуказанные работы должны быть выполнены в отдельных захватках на всем объекте.

После приёмки объекта под монтаж:

- уточняется совмещенный график производства работ с корректировкой сроков выполнения строительных, монтажных, технических и других работ;
- принимается к монтажу вентиляционное оборудование по акту;
- завозится ручной инструмент, инвентарь и приспособления.

## **6.2 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции**

Воздуховоды монтируются в соответствии с проектными привязками и отметками. Прокладки между фланцами воздуховодов должны выступать внутрь воздуховодов. Прокладки изготавливаются из ленточной монолитной резины. Болты по фланцам затягиваются, все гайки болтов располагаются с одной стороны фланца.

Крепление растяжек и подвесок непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Напряжение регулируемых подвесок должно быть равномерным. Воздуховоды крепятся так, чтобы их вес не передавался на вентиляционное оборудование. Виброизолирующие гибкие вставки

устанавливаются непосредственно перед индивидуальными испытаниями. Вентилятор устанавливается на пружинных виброизоляторах.

Шахты вытяжной вентиляции выступают над кровлей на высоту 1 м. Воздуховоды систем приняты из тонколистовой оцинкованной стали круглого сечения.

При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие требования:

1. воздуховоды необходимо надежно прикреплять к строительным конструкциям здания; не допускается опирание воздуховодов на вентиляционное оборудование;

2. вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 метр высоты.

Объем работ представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Объем монтажных работ

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Монтаж воздуховодов d=200 мм	м	35,8
	d=400 мм		26,4
	d=500 мм		93,4
	d=560 мм		9,9
	d=630 мм		133,5
	d= 710 мм		78,3
	d=800 мм		33,0
	d=900 мм		14,2
	d=1000 мм		105,4
	d=1120 мм		24,6
	d=1250 мм		68,1
	1200×700		3,2
	1200×500		2,5
	800×400		0,6
	250×250		3,5
400×400	4,8		
600×400	5,5		
2	Монтаж диафрагм		32
3	Монтаж блочных приточных установок	шт	7
4	Монтаж вытяжных вентиляторов	шт	22
5	Монтаж узлов прохода через кровлю	шт	20

Трудоемкость определяется по формуле:

$$T_p = \frac{H_{вр} \cdot V}{8}, \text{ чел.-дни}, \quad (6.1)$$

где  $H_{вр}$  - норма времени на единицу объема работ, чел.-час[17],[18],[19];

$V$  – фактический объем работ;

8 – продолжительность смены, час.

Результаты расчета трудоёмкости работ сведены в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Ведомость затрат труда

№	Шифр	Наименование работ	Ед. изм.	Норма времени на ед-цу изм.	Трудоемкость захватки		Состав звена
					объем работ	чел.-дни	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ЕНиР 10-5	Монтаж диафрагм	шт	0,92	11,00	1,27	Монтажник систем вентиляции 4разр. - 1, 3 разр. - 1
3	ЕНиР 10-2	Монтаж блочных приточных установок L=12810	шт	6,77	1,00	0,85	Монтажник систем вентиляции 6 разр. - 1, 4 разр. - 1, 3 разр. - 2
		L=1888		3,42	1,00	0,43	
4	ЕНиР 34-27	Монтаж вытяжных вентиляторов	шт	12	4,3	6,45	монтажник систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 2
5	ЕНиР 10-11.2	Монтаж воздухораспределителей	шт	0,75	66	6,19	монтажник систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8
6	ЕНиР 10-6	Монтаж узлов прохода	шт	0,88	12	1,32	монтажник систем вентиляции 5 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1
7	ЕНиР 10-5	Монтаж воздуховодов	м	0,65	277,8	22,57	монтажник систем вентиляции 5 разр. - 1, 4 разр. - 1, 3 разр. - 1, 2 разр. - 1
Итого:						39,8	
Подготовительными работами 8 %:						3,2	
Пуск и регулировка систем 5 %:						2,0	
Накладными расходами 10%:						4,0	
Всего:						49,0	

### 6.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции

Перед пусконаладочными испытаниями проверяют соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, устройства вентиляционных шахт каналов и монтажа воздуховодов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других устройств.

Установка вентиляции до её испытания должна непрерывно и исправно проработать в течение времени, определяемого по паспорту испытываемого оборудования или по техническим условиям.

При испытании проверяют работоспособность системы, соответствие производительности вентилятора проектным данным, равномерность прогрева водонагревателей и распыления воды форсунками, герметичность



соединений, соответствие проектным данным объема воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства.

Величина подсоса и утечек воздуха в системах вентиляции при длине сети 50 м не должна превышать 10%, а при большей длине сети 15% производительности вентилятора.

После окончания работ по предпусковым испытаниям и регулировке установок составляют приёмочный акт, включающий в себя: исполнительные чертежи с пояснительной запиской и со всеми внесёнными в рабочую документацию изменениями, допущенными при производстве работ, акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приёмки ответственных конструкций, паспорта на оборудование, акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок.

Комплексное опробование систем вентиляции воздуха осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

## **7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА**

### **7.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта**

Техническим объектом является система вентиляции промышленного производства ООО НПО «Завод тормозных механизмов» расположенное в городе Набережные Челны. Вид выполняемых работ, рассмотренные в данном разделе – монтаж воздуховодов из листовой стали системы вентиляции, который выполняет специалист монтажник вентиляционных систем. Паспорт технологического объекта приведен в таблице Ж1  
Приложение Ж:

### **7.2 Идентификация профессиональных рисков**

Монтаж воздуховодов на промышленном производстве сопровождается с рисками, связанными с высотой проводимых работ и различными механизмами, и машинами, работающими параллельно выполнению работ по монтажу воздуховодов. Монтаж вентиляторов производится на крыше и так же сопровождается рисками, связанными с высотой выполнения работ. Монтаж приточной установки сопровождается рисками... Все риски, относящиеся к данным работам, приведены согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Все производственные риски и их источники приведены в таблице Ж2:

### **7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

Во избежание или частичного снижения производственных рисков организуются методы устранения опасного или вредного производственного фактора и прописываются средства индивидуальной защиты работников в

соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. Все данные занесены в таблицу Ж3.

#### **7.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта**

Произведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с последующей разработкой модифицированных или альтернативных технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта – система вентиляции в промышленном здании. Пожары классифицируются по виду горючего материала, данным объект относится к классу Е, согласно ГОСТ 12.1.004-91. К пожару могут привести опасные факторы такие как пламя и искры. Сопутствующие проявления опасных факторов - вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества.

Результат идентификации оформлен в виде таблицы Ж4. Необходимые эффективные организационно-технические методы и технические средства, принятые для защиты от пожара основаны на действующих нормативных документах – ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ Р 12.3.047-2012, приведены в таблице Ж5.

В соответствии с действующими нормативными документами – ГОСТ и с учетом типа и особенностей реализуемого процесса работ по монтажу систем вентиляции, выполняемого технологических операций, а также действующими нормативными требованиями, предъявляемыми к выполняемым работам в отношении соблюдения противопожарной безопасности, указаны реализованные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара в таблице Ж6.

## **7.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

Проведена идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализациях монтажа системы вентиляции, и возникающих при утилизации производственно-технологических отходов, и брака. Предложены конкретные организационно-технические мероприятия по потенциальному снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом в процессе его установки и монтажа.

Анализ негативных экологических факторов реализуемого производственно-технологического процесса с точки зрения обеспечения его экологической безопасности.

Проведена идентификация возникающих негативных экологических факторов, результаты которой оформлены в таблице Ж7. При идентификации негативных экологических факторов используются действующие нормативные документы: ФЗ от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемым техническим объектом – системы вентиляции в промышленном здании требований нормативных документов – Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления". Таблица Ж8.

## **7.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра**

При работе над данным разделом бакалаврской работы были выявлены и проанализированы опасные и вредные производственные факторы при монтаже систем вентиляции. Разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара с разработкой дополнительных технических средств и организационных мер по обеспечению пожарной безопасности. Разработанные организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта удовлетворяют действующим нормативным требованиям.

Идентифицированы негативные экологические факторы, связанные с реализацией производственно-технологического процесса и разработаны соответствующие организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности на заданном техническом объекте, согласно действующим требованиям нормативных документов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения бакалаврской работы были выполнены следующие задачи: проанализировано техническое задание и на его основе проведены расчеты, спроектированы системы отопления и вентиляции, изучены основы автоматизированной работы в узле управления, рассчитан объем монтажных работ систем вентиляции, разработаны меры безопасности при монтаже систем отопления и вентиляции.

Все расчеты и чертежи были выполнены согласно действующим нормативным документам.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012 - Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01. – 01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>
2. ГОСТ 12.1.005-88\*. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Стандартинформ, 2008.-78 с.
3. 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>
4. 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>
5. СП 20.13330.2016 - Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* [Электронный ресурс]. – Введ. 2011.- 05. – 20. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084848>
6. СП 60.13330.2012 - Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.- 01. – 01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>
7. ГН 2.2.5.1313-03. - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]. – Введ. 2003.- 04.– 30. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901862250>
8. СП 77.13330.2016
9. Проектирование промышленной вентиляции: Справочник / Б.М. Торговников, В.Е. Табачник и др.-Киев.: Будивельник,1983. – 256 с.
10. ГН 2.2.5.1313-03. - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]. –

Введ. 2003.- 04.- 30. – Режим доступа:  
<http://docs.cntd.ru/document/901862250>

11. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. В60 Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов и др.-М.: Стройиздат, 1992.-319с.
12. Прохоренко, А.П. Расчет двухсторонних воздушных завес у наружных ворот и технологических проемов производственных зданий: учебное пособие. /А.П. Прохоренко. – Тольятти: ТГУ, 2003. – 20с.
13. Малявина, Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.:АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с.
14. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление. /Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканава А.Н. – М.: Стройиздат, 1990 – 344 с.
- 15.Гримитлин,М.И., Распределение воздуха в помещениях. – СПб. : АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 2004. – 339 с.
- 16.Новосельцев, Б.П., Отопление и вентиляция основных цехов машиностроительных заводов учеб.-справочное пособие/Б.П. Новосельцев; Воронеж. гос. арх. строит. ун-т. -Воронеж, 2010. – 233 с.
- 17.ЕНиР Сборник Е10. Сооружение систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации [Электронный ресурс]. – Введ. 1986. - 12. - 05. – Режим доступа: <https://dikipedia.ru/document/4276214>
- 18.ЕНиР Сборник Е34. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов. Сооружение систем вентиляции, кондиционирования и воздуха, пневмотранспорта и аспирации [Электронный ресурс]. – Введ. 1986. – 12. – 05. – Режим доступа: <https://dikipedia.ru/document/4276214>.
- 19.ГЭСН Сборник 20. Вентиляция и кондиционирование воздуха. [Электронный ресурс]. – Введ. 2009. – 11. – 17. – Режим доступа: [https://www.defsmeta.com/rgsn/gsn\\_20.php](https://www.defsmeta.com/rgsn/gsn_20.php).



20. Журавлев, Б.А., Справочник мастера-вентиляционника. – М. : Стойиздат, 1983. – 367 с.
21. ГОСТ 12.1.003-2014 Межгосударственный стандарт. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М. : Стандартинформ, 2015. – 27 с.
22. СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. – 48 с.
23. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – М. : Стандартинформ, 2006. – 68 с.
24. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Национальный стандарт Российской Федерации. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М. : Стандартинформ, 2014. – 65 с.
25. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/).
26. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19109/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/).

## Приложение А

Таблица А1 – Теплопоступления от людей

Наименование участка	Холодный период			Теплый период		
	q, Вт/чел	n, чел	Q <sub>Л</sub> <sup>хп</sup> , Вт	q, Вт/чел	n, чел	Q <sub>Л</sub> <sup>тп</sup> , Вт
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Прессовый	135	4	540	58	4	232
Сварочный	135	4	540	58	4	232
Ремонтный	135	4	540	58	4	232
Механический	135	4	540	58	4	232
Штамповый	135	6	810	58	6	348
Заточной	135	6	810	58	6	348
Резки металла	135	4	540	58	4	232
Окраски	121	4	484	58	4	232
Упаковки и сборки	135	6	810	58	6	348
Грунта	121	4	484	58	4	232
Σ			6098	Σ		2668

Таблица А2 – Тепловыделения от освещения

Наименование участка	Освещенность рабочих поверхностей, Лк	Площадь пола помещения, м <sup>2</sup>	Удельные тепловыделения Вт/м <sup>2</sup> ·Лк	Доля тепла, поступающего в помещение	Тепловыделения, Вт
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Прессовый	300	434,38	0,056	1	7298
Сварочный	300	169,80	0,056	1	2853
Ремонтный	300	135,84	0,056	1	2282
Механический	300	336,00	0,056	1	5645
Штамповый	300	378,06	0,056	1	6351
Заточной	300	170,97	0,058	1	2975
Резки металла	300	396,88	0,056	1	6668
Окраски	400	417,77	0,056	1	9358
Упаковки и сборки	300	217,59	0,056	1	3656
Грунта	150	1117,27	0,056	1	9385
				Σ	56470

Таблица А3 – Теплопоступления от солнечной радиации

	Часы суток															
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
	Географическая широта г. Набережные Челны 55°44'.															
	Участок резки металла															
	В															
$q_{вп}$	258	482	594	621	579	461	283	105								
$q_{вр}$	36	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41	17
$F, м^2$	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79
$k_1$	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
$k_2$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{ср}$	9723	19280	24802	25993	24273	19247	12732	6482	6531	6070	5840	5686	4995	4457	3150	1306
	3															
$q_{вп}$									105	283	461	579	621	594	482	258
$q_{вр}$	17	41	58	65	74	76	79	85	91	102	121	155	165	156	101	36
$F, м^2$	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79	60,79
$k_1$	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
$k_2$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$\beta_{сз}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{ср}$	1306	3150	4457	4995	5686	5840	6070	6531	6482	12732	19247	24273	25993	24802	19280	9723
$Q_{сум}$	11029	22430	29259	30987	29959	25086	18802	13013	13013	18802	25086	29959	30987	29259	22430	11029
$Q_{max}$	30987															
	Участок окраски															
	В															
$q_{вп}$	258	482	594	621	579	461	283	105								
$q_{вр}$	36	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41	17

**Продолжение таблицы АЗ**

	<b>4-5</b>	<b>5-6</b>	<b>6-7</b>	<b>7-8</b>	<b>8-9</b>	<b>9-10</b>	<b>10-11</b>	<b>11-12</b>	<b>12-13</b>	<b>13-14</b>	<b>14-15</b>	<b>15-16</b>	<b>16-17</b>	<b>17-18</b>	<b>18-19</b>	<b>19-20</b>
F, м <sup>2</sup>	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63
k <sub>1</sub>	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
k <sub>2</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
β <sub>сз</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>ср</sub>	10816	21449	27593	28918	27004	21412	14164	7211	7266	6753	6497	6326	5556	4958	3505	1453
	3															
q <sub>вн</sub>									105	283	461	579	621	594	482	258
q <sub>вр</sub>	17	41	58	65	74	76	79	85	91	102	121	155	165	156	101	36
F, м <sup>2</sup>	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63	67,63
k <sub>1</sub>	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
k <sub>2</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
β <sub>сз</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>ср</sub>	1453	3505	4958	5556	6326	6497	6753	7266	7211	14164	21412	27004	28918	27593	21449	10816
Q <sub>сум</sub>	12270	24954	32551	34474	33330	27909	20918	14477	14477	20918	27909	33330	34474	32551	24954	12270
Q <sub>max</sub>	34474															
	Участок упаковки и сборки															
	B															
q <sub>вн</sub>	258	482	594	621	579	461	283	105								
q <sub>вр</sub>	36	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41	17
F, м <sup>2</sup>	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23
k <sub>1</sub>	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
k <sub>2</sub>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
β <sub>сз</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q <sub>ср</sub>	5635	11173	14374	15064	14067	11154	7379	3756	3785	3518	3384	3295	2894	2583	1826	757
	3															
q <sub>вн</sub>									105	283	461	579	621	594	482	258

**Продолжение таблицы А3**

	<b>4-5</b>	<b>5-6</b>	<b>6-7</b>	<b>7-8</b>	<b>8-9</b>	<b>9-10</b>	<b>10-11</b>	<b>11-12</b>	<b>12-13</b>	<b>13-14</b>	<b>14-15</b>	<b>15-16</b>	<b>16-17</b>	<b>17-18</b>	<b>18-19</b>	<b>19-20</b>
$q_{BP}$	17	41	58	65	74	76	79	85	91	102	121	155	165	156	101	36
$F, M^2$	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23	35,23
$k_1$	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
$k_2$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
$\beta_{c3}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{cp}$	757	1826	2583	2894	3295	3384	3518	3785	3756	7379	11154	14067	15064	14374	11173	5635
$Q_{cyM}$	6392	12999	16957	17958	17362	14538	10896	7541	7541	10896	14538	17362	17958	16957	12999	6392
$Q_{max}$	17958															

Таблица А4 – Теплопоступления от оборудования

Наименование участка	Трансформаторы Qтр Вт	Эл. Двигатели Qэ.д. Вт	Печи Qпр Вт	Всего Q Вт	Примечание
Прессовый	560	6178	0	12334	Пресс 1000 т. 2шт. 18кВт
		1888			Пресс 100 т. 2шт. 5,5кВт
	448	686			Голт.барaban 4кВт
		686			Комп 4кВт
		944			Комп 5,5кВт
		944			Гильот. 5,5кВт
Сварочный	416	4256	0	4672	свароч. аппарат 4шт. 6,2кВт
Ремонтный	448	1682	0	5476	ФР станок 9,8кВт
		1287			Токар. станок 7,5кВт
		515			Коорд. станок 3кВт
		1544			Плоск.шлиф. станок 9кВт
Механический	208	518	0	726	Руч. шлиф. маш. 755Вт
Штамповый	560	5148	0	29524	Х/высад 3шт. 10кВт
	1680	5148			Протяж. станок 30кВт
		11326			Станок для штамп. 33кВт
		5663			Станок для штамп. 33кВт
Заточной	560	2574	0	5966	Токар. станок 15кВт
		1682			ФР станок 9,8кВт
	224	644			Лент. шлиф. станок 3,75кВт
		283			Настол. сверл. станок 3шт. 550Вт
Резки металла	224	1287	0	1846	Токар. станок 7,5кВт
		94			Настол. сверл. станок 550Вт
		240			Лаз.станок для резки 1,4кВт
Окраски	224	686	0	1854	Комп 4кВт
		944			Комп 5,5кВт
Грунта	448	1287	4098	16376	Насос 3шт. 7,5кВт
		378			Насос 2шт. 2,2кВт
		63			Насос 370Вт
		407			Насос 2,37кВт
		9438			Вентилятор 10шт. 5,5кВт
		257			Мотор-редуктор 1,5кВт

Таблица А5 – Теплопоступления от системы отопления

Наименование участка	Температура внутреннего воздуха $t_{в}$ , °C	Общие теплопотери $Q_{отр}$ , Вт	Теплопоступления от системы отопления $Q_{с.о}$ , Вт
Прессовый	15	32452	25547
Сварочный	15	9459	7446
Ремонтный	15	7565	5955
Механический	15	5399	4250
Штамповый	15	25321	19934
Заточной	15	5210	4101
Резки металла	15	28005	22046
Окраски	17	34144	25782
Упаковки и сборки	15	17057	13428
Грунта	17	43276	32678
		Σ	161169

## Приложение Б

Таблица Б1 – Определение объемов местной вытяжной вентиляции

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт	Тип местного отсоса	Количество удаляемого воздуха, м <sup>3</sup> /ч		Скорость движения воздуха, м/с
				одним отсосом	всего	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Сварочный участок</b>						
1	Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа	4	Вытяжная установка КУА-200-3S	2000	8000	
<b>Ремонтный участок</b>						
2	Плоскошлифовальный станок PS-2150	1	защитно – обеспыливающий кожух	360	360	8 во всасывающем отверстии (15 в гибком рукаве)
<b>Заточной участок</b>						
3	лентошлифовальный станок float bsm 75	1	Укрытие	630	630	
<b>Участок окраски</b>						
4	Окрасочная камера TECHNOMAX TMX-3	2	Встроенный	6000	12000	
<b>Участок грунта</b>						
5	Ванна с раствором грунта	1	Бортовые отсосы	3098	3098	
			Поддув	-170	-170	
			Σ	2928	2928	



Таблица Б2 – Расчет воздухообмена по явному теплу

Наименование участка	Период года	тп	ты	grad t	Ля	Лсн	Лрасч
1	2	3	4	5	6	7	8
Прессовый	ХП	10	17	0,5	7468	80	7468
	ТП	24	30	0,5	8252	80	8252
Сварочный	ХП	10	17	0,5	3407	80	3407
	ТП	24	30	0,5	3221	80	3221
Ремонтный	ХП	10	17	0,5	3765	80	3765
	ТП	24	30	0,5	3749	80	3749
Механический	ХП	10	17	0,5	3243	80	3243
	ТП	24	30	0,5	629	80	629
Штамповый	ХП	10	17	0,5	17618	120	17618
	ТП	24	30	0,5	19617	120	19617
Заточной	ХП	10	17,4	1,2	4602	120	4602
	ТП	24	29	0,5	4976	120	4976
Резки металла	ХП	10	17	0,5	1742	80	1742
	ТП	24	30	0,5	21714	80	21714
Окраски	ХП	12	19	0,5	5305	80	5305
	ТП	24	30	0,5	28010	80	28010
Упаковки и сборки	ХП	10	17	0,5	471	120	471
	ТП	24	30	0,5	12022	120	12022
Грунта	ХП	12	19	0,5	9644	80	9644
	ТП	24	30	0,5	11883	80	11883

Таблица Б3 – Расчет выделений вредностей

Наименование оборудования, сварочный материал, способ сварки	Расход, G кг/ч	Кол-во, п, шт.	МО, м3/ч	Выделение вредных веществ, г/ч								
				Сварочный аэрозоль	Марганец и его окислы	Никель и его окись	Пыль	Аэрозоль масла	Ксилол	Уайт-спирит	Сольвент	Ацетон
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Прессовый участок												
Гильотина MetalMaster HСJ 4040 с масляным охлаждением		1						0,2 на 1 кВт установленной мощности				
M, г/ч								1,1				
Механический участок												
Ручная шлифовальная машина УШМ		4					30					
M, г/ч							120					
Сварочный участок												
Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа	1,1	4	8000	12	0,14	0,2						
M, г/ч				15,84	0,18	0,26						
Участок грунта												
Ванна с раствором грунта Гф-031									0,06	0,08	0,08	
Разбавитель рп									0,37			0,12
M, г/ч									0,43	0,08	0,08	0,12
ΣM, г/ч				15,84	0,18	0,26	120	1,10	0,43	0,08	0,08	0,12
Z <sub>пдк</sub> , мг/м <sup>3</sup>				4	0,3	0,05	6	5	50	300	100	200

Таблица Б4 – Расчет воздухообмена на разбавление вредных выделений

1	Выделения вредных веществ, г/ч								
	Сварочный аэрозоль	Марганец и его окислы	Никель и его окись	Пыль	Аэрозоль масла	Ксилол	Уайт-спирит	Сольвент	Ацетон
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Прессовый участок</b>									
ΣМ, г/ч					1,10				
Z <sub>ПДК</sub> , мг/м <sup>3</sup>					5				
L <sub>врд</sub> , м <sup>3</sup> /ч					314				
L <sup>т.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	8252								
L <sup>х.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	7468								
<b>Сварочный участок</b>									
ΣМ, г/ч	15,84	0,18	0,26						
Z <sub>ПДК</sub> , мг/м <sup>3</sup>	4	0,3	0,05						
L <sub>врд</sub> , м <sup>3</sup> /ч	5657	880	7543						
L <sup>т.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	3221								
L <sup>х.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	3407								
L <sub>МО</sub> , м <sup>3</sup> /ч	8000								
<b>Ремонтный участок</b>									
L <sup>т.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	3749								
L <sup>х.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	3765								
L <sub>МО</sub> , м <sup>3</sup> /ч	360								
<b>Механический участок</b>									
ΣМ, г/ч				120					
Z <sub>ПДК</sub> , мг/м <sup>3</sup>				6					
L <sub>врд</sub> , м <sup>3</sup> /ч				28571					
L <sup>т.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	629								
L <sup>х.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	3243								
<b>Штамповый участок</b>									
L <sup>т.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	19617								
L <sup>х.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	17618								
<b>Заточной участок</b>									
L <sup>т.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	4976								
L <sup>х.п.</sup> <sub>расч</sub> , м <sup>3</sup> /ч	4602								
L <sub>МО</sub> , м <sup>3</sup> /ч	630								
<b>Участок резки металла</b>									

Продолжение таблицы Б4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{расч}^{т.п.}, M^3/ч$	21714								
$L_{расч}^{х.п.}, M^3/ч$	1742								
Участок окраски									
$L_{расч}^{т.п.}, M^3/ч$	28010								
$L_{расч}^{х.п.}, M^3/ч$	5305								
$L_{МО}, M^3/ч$	12000								
Участок упаковки и сборки									
$L_{расч}^{т.п.}, M^3/ч$	12022								
$L_{расч}^{х.п.}, M^3/ч$	471								
Участок грунта									
$\Sigma M, г/ч$						0,43	0,08	0,08	0,12
$Z_{ПДК}, мг/м^3$						50	300	100	200
$L_{вд}, M^3/ч$						12	0	1	1
$L_{расч}^{т.п.}, M^3/ч$	11883								
$L_{расч}^{х.п.}, M^3/ч$	9644								
$L_{МО}, M^3/ч$	3268								

## Приложение В

Таблица В1 – Расчет воздухораспределителей

Наименование участка	Кол-во приточного воздуха $L$ м <sup>3</sup> /ч	Тип ВР	Площадь живого сечения ВР м <sup>2</sup>	Количество ВР N шт.	Кол-во воздуха через 1 ВР $L_o$ м <sup>3</sup> /ч	Скорость воздуха на выходе из ВР $V_o$ м/с	Коэффициенты		
							кс	кв	кн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прессовый участок	8252	ПРМ4	0,2	5	1650,46	2,29	1	1	1,22
Сварочный участок	7543	РВ - 3	0,1	5	1508,60	4,19	0,9	1	0,76
Ремонтный участок	3749	ПРМ3	0,13	3	1249,51	2,67	0,9	1	1,20
Механический участок	28571	РВ - 5	0,24	10	2857,10	3,31	0,75	1	0,76
Штамповый участок	19617	ПРМ4	0,2	10	1961,74	2,72	1	1	1,16
Заточной участок	4976	ПРМ3	0,13	4	1243,95	2,66	1	1	1,20
Уч. резки металла	1742	ПРМ2	0,08	3	580,67	2,02	1	1	1,32
Участок окраски	28010	ПРМ4	0,2	10	2800,96	3,89	0,75	1	1,03
Уч. упаковки и сборки	471	ПРМ1	0,05	1	471,00	2,62	1	1	1,22
Участок грунта	11883	ПРМ4	0,2	7	1697,56	2,36	1	1	1,16
Склад №1	7286	ПРМ4	0,2	4	1821,50	2,53	1	1	1,00
Склад №2	6078	ПРМ4	0,2	3	2026,00	2,81	1	1	1,00
АБК №1	600	ПРМ1	0,05	2	300,00	1,67	1	1	1,00
АБК №2	5580	ПРМ2	0,08	9	620,00	2,15	1	1	1,00

Продолжение таблицы В1

Н	$H/(F)^{0,5}$	Дальнобойность струи х	y	m	Максимальная скорость воздуха в струе $V_x$ м/с	Нормируемая скорость воздуха в струе с уч. коэф. перехода $V_{вК}$	n	Максимальная разность температур $\Delta t_x$	Нормируемая разность температур $\Delta t_n$
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5,38	12,04	4		1,57	0,49	0,54	1,37	0,54	5
18,09	57,21	4	4,2	2,20	0,50	0,54	2,10	0,28	5
5,73	15,90	4		1,89	0,49	0,54	1,65	0,69	5
17,44	35,61	4	4,2	2,20	0,51	0,54	2,10	0,54	5
6,43	14,39	4		1,57	0,53	0,54	1,37	0,59	5
5,82	16,13	4		1,89	0,54	0,54	1,65	0,60	5
4,28	15,14	4		2,34	0,44	0,54	2,04	0,55	5
15,37	34,37	4		1,57	0,53	0,54	1,37	0,30	5
5,48	24,50	4		2,89	0,51	0,54	2,53	0,58	5
6,45	14,43	4		1,57	0,48	0,54	1,37	0,42	5
-	-	4		1,57	0,44	0,54	1,37	0,00	5
-	-	4		1,57	0,49	0,54	1,37	0,00	5
-	-	3,5		2,89	0,31	0,42	2,00	0,00	5
-	-	3,5		2,34	0,41	0,42	2,00	0,00	5

## Приложение Г

### Таблица Г1 - Аэродинамический расчет системы П1

Данные по схеме			длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности 1 м (периметр x 1 м), ф, кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление $v^{*2}/2$ , Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент, учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па
кол-во воздуха		прямоугольных			круглых d, мм	ширина, мм	высота, мм	Dэв=2AB/(A+B)						на 1 метр, Па/м	поправочный коэф. учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па							
м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Магистраль																								
PВ	1650	0,458		4,58		400	250	348	0,100	1,300		105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,000	12,64	2,000	1,00	25,28		25,28	25,28
1.1	1650	0,458	0,3	4,58		400	250	348	0,100	1,300	0,1	105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,189	12,64	4,080	1,00	51,56		51,75	77,03
1	1650	0,458	3,2	9,34	250			250	0,049	0,785	0,1	155046	0,0173	3,6313	1,00	1,00	11,620	52,56	0,450	1,00	23,65		35,27	112,30
2	3301	0,917	3,2	7,30	400			400	0,126	1,257	0,1	193891	0,0166	1,3357	1,00	1,00	4,274	32,11	0,400	1,00	12,84		17,12	129,42
3	4951	1,375	3,2	7,00	500			500	0,196	1,571	0,1	232404	0,0161	0,9533	1,00	1,00	3,051	29,52	0,380	1,00	11,22		14,27	143,69
4	6602	1,834	3,2	7,45	560			560	0,246	1,759	0,1	277025	0,0157	0,9363	1,00	1,00	2,996	33,44	0,360	1,00	12,04		15,03	158,72
5	8252	2,292	19,4	7,35	630			630	0,312	1,979	0,1	307470	0,0154	0,7961	1,00	1,00	15,425	32,55	0,830	1,00	27,02		42,44	201,16
6	36114	10,032	23,1	8,17	1250			1250	1,227	3,927	0,1	678121	0,0135	0,4346	1,00	1,00	10,050	40,22	0,840	1,00	33,78		43,83	245,00
Ответвление 1																								
PВ	1650,46	0,458		4,58		400	250	348	0,100	1,300		105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,000	12,64	2,000	1,00	25,28		25,28	25,28
7	1650,46	0,458	0,3	4,58		400	250	348	0,100	1,300	0,1	105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,189	12,64	2,620	1,00	33,11		33,30	58,58
Невязка $(77,03-58,58)/77,03*100\%=24\%$ $\xi=(\Delta p_m-\Delta p_{от})/p_d=(77,03-58,58)/12,64=1,46$ ; a x b = 189 x 339 мм.																								
Ответвление 2																								
PВ	1650,46	0,458		4,58		400	250	348	0,100	1,300		105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,000	12,64	2,000	1,00	25,28		25,28	25,28
8	1650,46	0,458	0,3	4,58		400	250	348	0,100	1,300	0,1	105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,189	12,64	2,470	1,00	31,22		31,41	56,68
Невязка $(112,30-56,68)/112,30*100\%=49\%$ $\xi=(\Delta p_m-\Delta p_{от})/p_d=(112,30-56,68)/12,64=4,4$ ; a x b = 154 x 304 мм.																								
Ответвление 3																								

Продолжение таблицы Г1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
PВ	1650,46	0,458		4,58		400	250	348	0,100	1,300		105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,000	12,64	2,000	1,00	25,28		25,28	25,28
9	1650,46	0,458	0,3	4,58		400	250	348	0,100	1,300	0,1	105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,189	12,64	2,730	1,00	34,50		34,69	59,97
Невязка (129,42-59,97)/129,42*100%=54% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(129,42-59,97)/12,64=5,5$ ; а x b = 148 x 298 мм.																								
Ответвление 4																								
PВ	1650,46	0,458		4,58		400	250	348	0,100	1,300		105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,000	12,64	2,000	1,00	25,28		25,28	25,28
10	1650,46	0,458	0,3	4,58		400	250	348	0,100	1,300	0,1	105745	0,0184	0,6692	1,00	1,00	0,189	12,64	2,680	1,00	33,87		34,06	59,34
Невязка (143,69-59,34)/143,69*100%=63% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(143,69-59,34)/12,64=6,7$ ; а x b = 143 x 293 мм.																								
Ответвление 5																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
11.1	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	3,630	1,00	23,96		24,02	37,23
11	2857	0,794	1,3	6,32	400			400	0,126	1,257	0,1	167862	0,0170	1,0255	1,00	1,00	1,333	24,07	0,620	1,00	14,92		16,25	53,48
12	5714	1,587	1,3	8,08	500			500	0,196	1,571	0,1	268260	0,0158	1,2402	1,00	1,00	1,550	39,34	0,400	1,00	15,73		17,28	70,76
13	8571	2,381	1,3	7,64	630			630	0,312	1,979	0,1	319602	0,0153	0,8547	1,00	1,00	1,068	35,17	0,370	1,00	13,01		14,08	84,84
14	11428	3,175	1,3	8,02	710			710	0,396	2,231	0,1	378101	0,0149	0,8126	1,00	1,00	1,016	38,75	0,360	1,00	13,95		14,97	99,81
15	14286	3,968	1,3	7,89	800			800	0,503	2,513	0,1	419124	0,0146	0,6861	1,00	1,00	0,858	37,51	0,350	1,00	13,13		13,99	113,80
16	17143	4,762	1,3	7,49	900			900	0,636	2,827	0,1	447610	0,0145	0,5436	1,00	1,00	0,680	33,80	0,340	1,00	11,49		12,17	125,97
17	20000	5,555	1,3	7,07	1000			1000	0,785	3,142	0,1	469456	0,0144	0,4325	1,00	1,00	0,541	30,12	0,340	1,00	10,24		10,78	136,75
18	22857	6,349	1,3	8,08	1000			1000	0,785	3,142	0,1	536521	0,0140	0,5524	1,00	1,00	0,691	39,34	0,340	1,00	13,37		14,06	150,81
19	25714	7,143	1,3	5,82	1250			1250	1,227	3,927	0,1	483068	0,0143	0,2333	1,00	1,00	0,292	20,41	0,340	1,00	6,94		7,23	158,04
20	28571	7,936	10,1	6,47	1250			1250	1,227	3,927	0,1	537019	0,0140	0,2833	1,00	1,00	2,869	25,22	0,310	1,00	7,82		10,69	168,73
Невязка (70,76-47,26)/70,76*100%=33% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(70,76-47,26)/6,6=3,6$ ; а x b = 264 x 464 мм.																								
Ответвление 1																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
21	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	5,740	1,00	37,89		37,95	51,15
Невязка (53,48-51,15)/53,48*100%=4,3% - допустимо																								
Ответвление 2																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
22	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	5,150	1,00	34,00		34,06	47,26
Невязка (70,76-47,26)/70,76*100%=33% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(70,76-47,26)/6,6=3,6$ ; а x b = 264 x 464 мм.																								
Ответвление 3																								



Продолжение таблицы Г1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
23	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	5,650	1,00	37,30		37,36	50,56
Невязка (84,84-50,56)/84,84*100%=40% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(84,84-50,56)/6,6=5,2$ ; a x b = 245 x 445 мм.																								
Ответвление 4																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
24	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	5,490	1,00	36,24		36,30	49,50
Невязка (99,81-49,50)/99,81*100%=50% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(99,81-49,50)/6,6=7,6$ ; a x b = 226 x 426 мм.																								
Ответвление 5																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
25	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	4,960	1,00	32,74		32,80	46,01
Невязка (113,80-46,01)/113,80*100%=60% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(113,80-46,01)/6,6=10,3$ ; a x b = 209 x 409 мм.																								
Ответвление 6																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
26	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	4,460	1,00	29,44		29,50	42,70
Невязка (125,97-42,70)/125,97*100%=64% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(125,97-42,70)/6,6=12,6$ ; a x b = 199 x 399 мм.																								
Ответвление 7																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
27	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	5,740	1,00	37,89		37,95	51,15
Невязка (136,75-51,15)/136,75*100%=63% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(136,75-51,15)/6,6=13,0$ ; a x b = 195 x 395 мм.																								
Ответвление 8																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
28	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	3,140	1,00	20,73		20,79	33,99
Невязка (150,81-33,99)/150,81*100%=77% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(150,81-33,99)/6,6=16,0$ ; a x b = 191 x 391 мм.																								
Ответвление 8																								
PВ	2857	0,794		3,31		600	400	539	0,240	2,000		118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,000	6,60	2,000	1,00	13,20		13,20	13,20
29	2857	0,794	0,3	3,31		600	400	539	0,240	2,000	0,1	118559	0,0181	0,2210	1,00	1,00	0,062	6,60	3,790	1,00	25,02		25,08	38,28
Невязка (158,04-38,28)/158,04*100%=76% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(158,04-38,28)/6,6=16,5$ ; a x b = 191 x 391 мм.																								

Таблица Г2 - Аэродинамический расчет системы П2

Данные по схеме			длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, кв. м	Площадь поверхности 1 м (периметр х 1м), ф, кв. м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление v <sup>2</sup> ·ρ/2, Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па
кол-во воздуха		Dэв=2AB/(A+B)			круглых d, мм	прямоугольных		на 1 метр, Па/м						поправочный коэф. Учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па								
м³/ч	м³/с					ширина, мм	высота, мм																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Магистраль																								
ПРМ	471	0,131		2,67	250			250	0,049	0,785		44323	0,0213	0,3656	1,00	1,00	0,000	4,30	1,400	1,00	6,01		6,01	6,01
1	471	0,131	36,4	2,67	250			250	0,049	0,785	0,1	44323	0,0213	0,3656	1,00	1,00	13,309	4,30	1,020	1,00	4,38		17,69	23,70
2	1052	0,292	3,0	3,75	315			315	0,078	0,990	0,1	78436	0,0193	0,5205	1,00	1,00	1,561	8,47	0,130	1,00	1,10		2,66	26,37
3	1632	0,453	3,0	5,82	315			315	0,078	0,990	0,1	121733	0,0180	1,1651	1,00	1,00	3,495	20,41	0,130	1,00	2,65		6,15	32,51
4	2213	0,615	15,0	7,89	315			315	0,078	0,990	0,1	165030	0,0171	2,0354	1,00	1,00	30,561	37,51	0,980	1,00	36,76		67,32	99,83
5	7189	1,997	9,8	8,11	560			560	0,246	1,759	0,1	301567	0,0155	1,0940	1,00	1,00	10,705	39,63	0,560	1,00	22,19		32,90	132,73
6	26806	7,446	13,2	7,56	1120			1120	0,985	3,519	0,1	562231	0,0139	0,4284	1,00	1,00	5,662	34,44	0,200	1,00	6,89		12,55	145,28
7	35058	9,738	11,0	7,94	1250			1250	1,227	3,927	0,1	659031	0,0136	0,4124	1,00	1,00	4,536	37,98	0,160	1,00	6,08		10,61	155,89
8	38807	10,780	37,4	8,78	1250			1250	1,227	3,927	0,1	728752	0,0133	0,4959	1,00	1,00	18,521	46,45	0,840	1,00	39,01		57,54	213,43
Ответвление 1																								
ПРМ	580,7	0,161		2,07	315			315	0,078	0,990		43297	0,0214	0,1751	1,00	1,00	0,000	2,58	1,400	1,00	3,61		3,61	3,61
9	580,7	0,161	1,6	2,07	315			315	0,078	0,990	0,1	43297	0,0214	0,1751	1,00	1,00	0,630	2,58	2,000	1,00	5,16		5,79	9,41
Невязка (23,70-9,41)/23,70*100%=60% ξ=(Δрм-Δрот)/рд=(23,70-9,41)/2,58=5,5; d = 210 мм.																								
Ответвление 2																								
ПРМ	580,7	0,161		2,07	315			315	0,078	0,990		43297	0,0214	0,1751	1,00	1,00	0,000	2,58	1,400	1,00	3,61		3,61	3,61
10	580,7	0,161	1,6	2,07	315			315	0,078	0,990	0,1	43297	0,0214	0,1751	1,00	1,00	0,630	2,58	5,380	1,00	13,89		14,52	18,13
Невязка (26,37-18,13)/26,37*100%=31% ξ=(Δрм-Δрот)/рд=(26,37-18,13)/2,58=3,2; d = 228 мм.																								
Ответвление 3																								
ПРМ	580,7	0,161		2,07	315			315	0,078	0,990		43297	0,0214	0,1751	1,00	1,00	0,000	2,58	1,400	1,00	3,61		3,61	3,61

Продолжение таблицы Г2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
11	580,7	0,161	1,6	2,07	315			315	0,078	0,990	0,1	43297	0,0214	0,1751	1,00	1,00	0,630	2,58	10,760	1,00	27,78		28,41	32,02
Невязка (32,51-32,02)/32,51*100%=1% - допустимо																								
Ответвление 4 (Заточной)																								
ПРМ	1244	0,346		2,75	400			400	0,126	1,257		73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,000	4,56	1,400	1,00	6,38		6,38	6,38
12	1244	0,346	0,3	2,75	400			400	0,126	1,257	0,1	73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,074	4,56	2,490	1,00	11,35		11,42	17,80
13	2488	0,691	1,5	5,50	400			400	0,126	1,257	0,1	146082	0,0174	0,7949	1,00	1,00	1,192	18,23	1,000	1,00	18,23		19,42	37,22
14	4976	1,382	14,8	7,04	500			500	0,196	1,571	0,1	233732	0,0161	0,9633	1,00	1,00	14,257	29,86	1,050	1,00	31,35		45,61	82,83
Невязка (99,83-82,83)/99,83*100%=17% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(99,83-82,83)/29,86=0,6$ ; d = 441 мм.																								
Ответвление 5																								
ПРМ	1244	0,346		2,75	400			400	0,126	1,257		73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,000	4,56	1,400	1,00	6,38		6,38	6,38
15	1244	0,346	3,3	2,75	400			400	0,126	1,257	0,1	73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,743	4,56	1,050	1,00	4,78		5,53	11,91
Невязка (17,80-11,91)/17,80*100%=33% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(17,80-11,91)/4,56=1,3$ ; d = 321 мм.																								
Ответвление 6																								
ПРМ	1244	0,346		2,75	400			400	0,126	1,257		73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,000	4,56	1,400	1,00	6,38		6,38	6,38
16	1244	0,346	0,3	2,75	400			400	0,126	1,257	0,1	73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,074	4,56	2,490	1,00	11,35		11,42	17,80
17	2488	0,691	1,5	5,50	400			400	0,126	1,257	0,1	146082	0,0174	0,7949	1,00	1,00	1,192	18,23	1,000	1,00	18,23		19,42	37,22
Невязка (37,22-37,22)/37,22*100%=0% - допустимо																								
Ответвление 7																								
ПРМ	1244	0,346		2,75	400			400	0,126	1,257		73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,000	4,56	1,400	1,00	6,38		6,38	6,38
18	1244	0,346	3,3	2,75	400			400	0,126	1,257	0,1	73041	0,0196	0,2230	1,00	1,00	0,743	4,56	1,050	1,00	4,78		5,53	11,91
Невязка (17,80-11,91)/17,80*100%=33% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(17,80-11,91)/4,56=1,3$ ; d = 321 мм.																								
Ответвление 8 (Штамповый)																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571		92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
19	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	2,490	1,00	11,59		12,23	18,74
20	3923	1,090	1,0	5,55	500			500	0,196	1,571	0,1	184263	0,0168	0,6229	1,00	1,00	0,623	18,56	0,220	1,00	4,08		4,71	23,45
21	5885	1,635	1,0	6,64	560			560	0,246	1,759	0,1	246906	0,0160	0,7582	1,00	1,00	0,758	26,56	0,210	1,00	5,58		6,34	29,79
22	7847	2,180	1,0	6,99	630			630	0,312	1,979	0,1	292410	0,0155	0,7261	1,00	1,00	0,726	29,44	0,130	1,00	3,83		4,55	34,34
23	9809	2,725	1,0	8,74	630			630	0,312	1,979	0,1	365618	0,0150	1,0937	1,00	1,00	1,094	46,02	0,210	1,00	9,66		10,76	45,10
24	11770	3,270	1,0	8,26	710			710	0,396	2,231	0,1	389416	0,0148	0,8577	1,00	1,00	0,858	41,11		1,00	0,00		0,86	45,96
25	13732	3,814	1,0	7,59	800			800	0,503	2,513	0,1	403187	0,0147	0,6390	1,00	1,00	0,639	34,71		1,00	0,00		0,64	46,60

Продолжение таблицы Г2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	15694	4,359	1,0	8,67	800			800	0,503	2,513	0,1	460558	0,0144	0,8156	1,00	1,00	0,816	45,29		1,00	0,00		0,82	47,41
27	17656	4,904	1,0	7,71	900			900	0,636	2,827	0,1	460757	0,0144	0,5733	1,00	1,00	0,573	35,82		1,00	0,00		0,57	47,98
28	19617	5,449	7,6	8,57	900			900	0,636	2,827	0,1	512151	0,0142	0,6959	1,00	1,00	5,289	44,25		1,00	0,00		5,29	53,27
Невязка $(132,73-53,27)/132,73*100\%=60\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(132,73-53,27)/44,25=1,8$ ; $d = 702$ мм.																								
Ответвление 9																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
29	1962	0,545	2,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,807	4,66	1,050	1,00	4,89		5,70	12,21
Невязка $(18,74-12,21)/18,74*100\%=35\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(18,74-12,21)/4,66=1,4$ ; $d = 401$ мм.																								
Ответвление 10																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
30	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	3,720	1,00	17,32		17,95	24,47
Невязка $(24,47-23,45)/24,47*100\%=4\%$ - допустимо																								
Ответвление 11																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
31	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	4,190	1,00	19,51		20,14	26,66
Невязка $(29,79-26,66)/29,79*100\%=10\%$ - допустимо																								
Ответвление 12																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
32	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	6,980	1,00	32,50		33,13	39,65
Невязка $(39,65-34,34)/39,65*100\%=13\%$ - допустимо																								
Ответвление 13																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
33	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	6,130	1,00	28,54		29,17	35,69
Невязка $(45,10-35,69)/45,10*100\%=21\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(45,10-35,69)/4,66=2,0$ ; $d = 385$ мм.																								
Ответвление 14																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
34	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	5,060	1,00	23,56		24,19	30,71
Невязка $(45,96-30,71)/45,96*100\%=33\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(45,96-30,71)/4,66=3,3$ ; $d = 361$ мм.																								
Ответвление 14																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52

Продолжение таблицы Г2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
35	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	6,860	1,00	31,94		32,57	39,09
Невязка (46,60-39,09)/46,60*100%=16% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(46,60-39,09)/4,66=1,6$ ; d = 395 мм.																								
Ответвление 15																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
36	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	5,240	1,00	24,40		25,03	31,55
Невязка (47,40-31,55)/47,40*100%=33% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(47,40-31,55)/4,66=3,4$ ; d = 355 мм.																								
Ответвление 16																								
ПРМ	1962	0,545		2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,000	4,66	1,400	1,00	6,52		6,52	6,52
37	1962	0,545	1,6	2,78	500			500	0,196	1,571	0,1	92297	0,0188	0,1754	1,00	1,00	0,631	4,66	6,670	1,00	31,06		31,69	38,21
Невязка (47,98-38,21)/47,98*100%=20% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(47,98-38,21)/4,66=2,1$ ; d = 380 мм.																								
Ответвление 17 (Прессовый)																								
ПРМ	1650	0,458		2,33	500			500	0,196	1,571		77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,000	3,27	1,400	1,00	4,58		4,58	4,58
38	1650	0,458	1,6	2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,457	3,27	2,490	1,00	8,14		8,60	13,18
39	3301	0,917	2,5	4,67	500			500	0,196	1,571	0,1	155046	0,0173	0,4539	1,00	1,00	1,135	13,14	0,220	1,00	2,89		4,03	17,21
40	4951	1,375	2,5	5,58	560			560	0,246	1,759	0,1	207490	0,0165	0,5512	1,00	1,00	1,378	18,76	0,210	1,00	3,94		5,32	22,52
41	6602	1,834	2,5	5,88	630			630	0,312	1,979	0,1	245976	0,0160	0,5288	1,00	1,00	1,322	20,83	0,130	1,00	2,71		4,03	26,55
42	8252	2,292	10,8	7,35	630			630	0,312	1,979	0,1	307470	0,0154	0,7961	1,00	1,00	8,559	32,55	0,770	1,00	25,06		33,62	60,17
Невязка (145,28-60,17)/145,28*100%=59% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(145,28-60,17)/32,55=2,6$ ; d = 474 мм.																								
Ответвление 18																								
ПРМ	1650	0,458		2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,000	3,27	1,400	1,00	4,58		4,58	4,58
43	1650	0,458	4,1	2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,774	3,27	1,040	1,00	3,40		4,18	8,75
Невязка (13,18-8,75)/13,18*100%=34% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(13,18-8,75)/3,27=1,4$ ; d = 401 мм.																								
Ответвление 19																								
ПРМ	1650	0,458		2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,000	3,27	1,400	1,00	4,58		4,58	4,58
44	1650	0,458	1,6	2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,457	3,27	3,730	1,00	12,20		12,66	17,24
Невязка (17,24-17,21)/17,24*100%=0% - допустимо																								
Ответвление 20																								
ПРМ	1650	0,458		2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,000	3,27	1,400	1,00	4,58		4,58	4,58
45	1650	0,458	1,6	2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,457	3,27	4,200	1,00	13,74		14,19	18,77

Продолжение таблицы Г2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Невязка $(22,52-18,77)/22,52*100\%=17\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(22,52-18,77)/3,27=1,1$ ; $d = 411$ мм.																								
Ответвление 21																								
ПРМ	1650	0,458		2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,000	3,27	1,400	1,00	4,58		4,58	4,58
46	1650	0,458	1,6	2,33	500			500	0,196	1,571	0,1	77357	0,0194	0,1269	1,00	1,00	0,457	3,27	6,990	1,00	22,86		23,32	27,90
Невязка $(27,90-26,55)/27,90*100\%=5\%$ - допустимо																								
Ответвление 22 (Ремонтный)																								
ПРМ	1250	0,347		2,76	400			400	0,126	1,257		73307	0,0196	0,2245	1,00	1,00	0,000	4,59	1,400	1,00	6,43		6,43	6,43
47	1250	0,347	1,6	2,76	400			400	0,126	1,257	0,1	73307	0,0196	0,2245	1,00	1,00	0,808	4,59	2,490	1,00	11,43		12,24	18,66
48	2499	0,694	2,4	5,52	400			400	0,126	1,257	0,1	146614	0,0174	0,8002	1,00	1,00	1,920	18,36	0,260	1,00	4,77		6,69	25,36
49	3749	1,041	2,9	5,30	500			500	0,196	1,571	0,1	175963	0,0169	0,5724	1,00	1,00	1,660	16,92	1,650	1,00	27,92		29,59	54,94
Невязка $(155,89-54,94)/155,89*100\%=65\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(155,89-54,94)/16,92=6,0$ ; $d = 324$ мм.																								
Ответвление 23																								
ПРМ	1250	0,347		2,76	400			400	0,126	1,257	0,1	73307	0,0196	0,2245	1,00	1,00	0,000	4,59	1,400	1,00	6,43		6,43	6,43
50	1250	0,347	4,0	2,76	400			400	0,126	1,257	0,1	73307	0,0196	0,2245	1,00	1,00	1,347	4,59	1,050	1,00	4,82		6,17	12,59
Невязка $(18,66-12,59)/18,66*100\%=33\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(18,66-12,59)/4,59=1,3$ ; $d = 321$ мм.																								
Ответвление 24																								
ПРМ	1250	0,347		2,76	400			400	0,126	1,257	0,1	73307	0,0196	0,2245	1,00	1,00	0,000	4,59	1,400	1,00	6,43		6,43	6,43
51	1250	0,347	1,6	2,76	400			400	0,126	1,257	0,1	73307	0,0196	0,2245	1,00	1,00	0,808	4,59	2,270	1,00	10,42		11,23	17,65
Невязка $(25,36-17,65)/25,36*100\%=30\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(25,36-17,65)/4,59=1,7$ ; $d = 316$ мм.																								

Таблица Г3 - Аэродинамический расчет системы ПЗ

Данные по схеме			длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности l м (периметр x l м), f, кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление v <sup>2</sup> /2, Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент, учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па
кол-во воздуха		Dэв=2AB/(A+B)			круглых d, мм	прямоугольных		на 1 метр, Па/м						поправочный коэф. Учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па								
м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с					ширина, мм	высота, мм																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Магистраль																								
ПРМ	1821,5	0,506		2,58	500			500	0,196	1,571		85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,000	4,01	1,400	1,00	5,61		5,61	5,61
1	1821,5	0,506	2,4	2,58	500			500	0,196	1,571	0,1	85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,367	4,01	2,490	1,00	9,99		10,35	15,97
2	3643	1,012	2,4	5,15	500			500	0,196	1,571	0,1	170983	0,0170	0,5431	1,00	1,00	1,303	15,98	0,220	1,00	3,52		4,82	20,79
3	5464,5	1,518	2,4	6,16	560			560	0,246	1,759	0,1	229057	0,0162	0,6608	1,00	1,00	1,586	22,86	0,210	1,00	4,80		6,39	27,17
4	7286	2,024	73,0	6,49	630			630	0,312	1,979	0,1	271494	0,0157	0,6337	1,00	1,00	46,263	25,38	0,130	1,00	3,30		49,56	76,74
5	9312	2,587	6,0	8,30	630			630	0,312	1,979	0,1	347211	0,0151	0,9949	1,00	1,00	5,969	41,51	0,210	1,00	8,72		14,69	91,42
6	11338	3,149	6,0	7,95	710			710	0,396	2,231	0,1	374801	0,0149	0,7996	1,00	1,00	4,798	38,08	0,220	1,00	8,38		13,18	104,60
7	13364	3,712	29,0	7,39	800			800	0,503	2,513	0,1	392563	0,0148	0,6085	1,00	1,00	17,647	32,90	1,050	1,00	34,55		52,20	156,79
Ответвление 1																								
ПРМ	1821,5	0,506		2,58	500			500	0,196	1,571		85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,000	4,01	1,400	1,00	5,61		5,61	5,61
8	1821,5	0,506	4,0	2,58	500			500	0,196	1,571	0,1	85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,918	4,01	1,050	1,00	4,21		5,13	10,74
Невязка (15,97-10,74)/15,97*100%=33% $\xi=(\Delta p_m-\Delta p_{от})/p_d=(15,97-10,74)/4,01=1,3$ ; d = 401 мм.																								
Ответвление 2																								
ПРМ	1821,5	0,506		2,58	500			500	0,196	1,571		85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,000	4,01	1,400	1,00	5,61		5,61	5,61
9	1821,5	0,506	1,6	2,58	500			500	0,196	1,571	0,1	85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,551	4,01	3,720	1,00	14,92		15,47	21,08
Невязка (21,08-20,79)/21,08*100%=1% - допустимо																								
Ответвление 3																								
ПРМ	1821,5	0,506		2,58	500			500	0,196	1,571		85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,000	4,01	1,400	1,00	5,61		5,61	5,61

Продолжение таблицы Г3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10	1821,5	0,506	1,6	2,58	500			500	0,196	1,571	0,1	85657	0,0191	0,1529	1,00	1,00	0,551	4,01	4,190	1,00	16,80		17,35	22,97
Невязка (27,17-22,97)/27,17*100%=16% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(27,17-22,97)/4,01=1,1$ ; d = 411 мм.																								
Ответвление 4																								
ПРМ	2026	0,563		2,87	500			500	0,196	1,571		95286	0,0187	0,1859	1,00	1,00	0,000	4,96	1,400	1,00	6,95		6,95	6,95
11	2026	0,563	1,6	2,87	500			500	0,196	1,571	0,1	95286	0,0187	0,1859	1,00	1,00	0,669	4,96	7,340	1,00	36,43		37,10	44,04
Невязка (76,74-44,04)/76,74*100%=43% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(76,74-44,04)/4,96=6,6$ ; d = 324 мм.																								
Ответвление 5																								
ПРМ	2026	0,563		2,87	500			500	0,196	1,571		95286	0,0187	0,1859	1,00	1,00	0,000	4,96	1,400	1,00	6,95		6,95	6,95
12	2026	0,563	1,6	2,87	500			500	0,196	1,571	0,1	95286	0,0187	0,1859	1,00	1,00	0,669	4,96	6,670	1,00	33,10		33,77	40,72
Невязка (91,42-40,72)/91,42*100%=55% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(91,42-40,72)/4,96=10$ ; d = 301 мм.																								
Ответвление 6																								
ПРМ	2026	0,563		2,87	500			500	0,196	1,571		95286	0,0187	0,1859	1,00	1,00	0,000	4,96	1,400	1,00	6,95		6,95	6,95
13	2026	0,563	1,6	2,87	500			500	0,196	1,571	0,1	95286	0,0187	0,1859	1,00	1,00	0,669	4,96	5,630	1,00	27,94		28,61	35,56
Невязка (104,60-35,56)/104,60*100%=66% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/р_{д}=(104,60-35,56)/4,96=14$ ; d = 282 мм.																								



Таблица Г4 - Аэродинамический расчет системы П4

Данные по схеме			длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности 1 м (периметр x l м), f, кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление $v^{2*P}/2$ , Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент, учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	
кол-во воздуха		м³/ч			м³/с	круглых d, мм	прямоугольных							на 1 метр, Па/м	поправочный коэф. Учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па								
1	2						3	4																	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Магистраль																									
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23	
1	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	1,530	1,00	14,46		15,66	28,89	
2	5602	1,556	2,0	6,32	560			560	0,246	1,759	0,1	235007	0,0161	0,6926	1,00	1,00	1,385	24,07	0,220	1,00	5,29		6,68	35,57	
3	8403	2,334	2,0	7,49	630			630	0,312	1,979	0,1	313327	0,0154	0,8242	1,00	1,00	1,648	33,80	0,210	1,00	7,10		8,75	44,32	
4	11204	3,112	2,0	7,86	710			710	0,396	2,231	0,1	370558	0,0149	0,7831	1,00	1,00	1,566	37,22	0,210	1,00	7,82		9,38	53,70	
5	14005	3,890	2,0	7,74	800			800	0,503	2,513	0,1	411155	0,0147	0,6624	1,00	1,00	1,325	36,09	0,210	1,00	7,58		8,90	62,60	
6	16806	4,668	2,0	7,34	900			900	0,636	2,827	0,1	438645	0,0145	0,5238	1,00	1,00	1,048	32,46	0,140	1,00	4,54		5,59	68,20	
7	19607	5,446	2,0	8,56	900			900	0,636	2,827	0,1	511554	0,0142	0,6944	1,00	1,00	1,389	44,15	0,150	1,00	6,62		8,01	76,21	
8	22408	6,224	2,0	9,78	900			900	0,636	2,827	0,1	584462	0,0138	0,8865	1,00	1,00	1,773	57,63	0,210	1,00	12,10		13,88	90,08	
9	25209	7,002	2,0	8,92	1000			1000	0,785	3,142	0,1	592297	0,0138	0,6623	1,00	1,00	1,325	47,94	0,150	1,00	7,19		8,52	98,60	
10	28010	7,780	89,1	9,91	1000			1000	0,785	3,142	0,1	658035	0,0136	0,8032	1,00	1,00	71,566	59,17	1,050	1,00	62,13		133,70	232,29	
Ответвление 1																									
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23	
11	2801	0,778	3,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,879	9,45	1,080	1,00	10,20		12,08	25,31	
Невязка (28,89-25,31)/28,89*100%=12% - допустимо																									
Ответвление 2																									
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23	
12	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	2,190	1,00	20,69		21,90	35,13	

Продолжение таблицы Г4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Невязка $(35,57-35,13)/35,57*100\%=1\%$ - допустимо																								
Ответвление 3																								
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23
13	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	2,440	1,00	23,05		24,26	37,49
Невязка $(44,32-37,49)/44,32*100\%=16\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_{д}=(44,32-37,49)/9,45=0,7$ ; $d = 429$ мм.																								
Ответвление 4																								
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23
14	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	2,360	1,00	22,30		23,51	36,73
Невязка $(53,70-36,73)/53,70*100\%=31\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_{д}=(53,70-36,73)/9,45=1,8$ ; $d = 390$ мм.																								
Ответвление 5																								
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23
15	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	2,100	1,00	19,84		21,05	34,28
Невязка $(62,60-34,28)/62,60*100\%=45\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_{д}=(62,60-34,28)/9,45=3$ ; $d = 361$ мм.																								
Ответвление 6																								
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23
16	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	2,960	1,00	27,97		29,17	42,40
Невязка $(68,20-42,40)/68,20*100\%=38\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_{д}=(68,20-42,40)/9,45=2,7$ ; $d = 368$ мм.																								
Ответвление 7																								
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23
17	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	4,010	1,00	37,89		39,09	52,32
Невязка $(76,21-52,32)/76,21*100\%=31\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_{д}=(76,21-52,32)/9,45=2,5$ ; $d = 376$ мм.																								
Ответвление 8																								
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23
18	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	3,240	1,00	30,61		31,82	45,05
Невязка $(90,08-45,05)/90,08*100\%=50\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_{д}=(90,08-45,05)/9,45=4,8$ ; $d = 344$ мм.																								
Ответвление 9																								
ПРМ	2801	0,778		3,96	500			500	0,196	1,571		131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	0,000	9,45	1,400	1,00	13,23		13,23	13,23
19	2801	0,778	1,6	3,96	500			500	0,196	1,571	0,1	131474	0,0178	0,3355	1,00	1,00	1,208	9,45	4,120	1,00	38,93		40,13	53,36
Невязка $(96,60-53,36)/96,60*100\%=45\%$ $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_{д}=(96,60-53,36)/9,45=4,6$ ; $d = 344$ мм.																								

Таблица Г5 - Аэродинамический расчет системы П5

Данные по схеме			длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности 1 м (периметр х 1м), ф. кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление $V^{2*ρ}/2$ , Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент, учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па
Участок	кол-во воздуха				круглых d, мм	прямоугольных								на 1 метр, Па/м	поправочный коэф. Учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па							
	М <sup>3</sup> /ч	М <sup>3</sup> /с				ширина, мм	высота, мм	Dэв=2AB/(A+B)																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Магистраль																								
ПРМ	1698	0,472		2,40	500			500	0,196	1,571		79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,000	3,47	1,400	1,00	4,86		4,86	4,86
1	1698	0,472	0,5	2,40	500			500	0,196	1,571	0,1	79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,067	3,47	2,490	1,00	8,64		8,71	13,57
2	3395	0,943	5,0	4,80	500			500	0,196	1,571	0,1	159363	0,0172	0,4774	1,00	1,00	2,387	13,88	0,220	1,00	3,05		5,44	19,01
3	5093	1,415	5,0	5,74	560			560	0,246	1,759	0,1	213440	0,0164	0,5805	1,00	1,00	2,903	19,85	0,210	1,00	4,17		7,07	26,08
4	6790	1,886	5,0	6,05	630			630	0,312	1,979	0,1	253088	0,0159	0,5572	1,00	1,00	2,786	22,05	0,130	1,00	2,87		5,65	31,73
5	8488	2,358	5,0	7,56	630			630	0,312	1,979	0,1	316255	0,0153	0,8383	1,00	1,00	4,192	34,44	0,210	1,00	7,23		11,42	43,15
6	10185	2,829	5,0	7,15	710			710	0,396	2,231	0,1	337085	0,0152	0,6583	1,00	1,00	3,292	30,80	0,140	1,00	4,31		7,60	50,76
7	11883	3,301	52,7	8,34	710			710	0,396	2,231	0,1	393187	0,0148	0,8730	1,00	1,00	46,044	41,91	0,840	1,00	35,20		81,25	132,00
Ответвление 1																								
ПРМ	1698	0,472		2,40	500			500	0,196	1,571		79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,000	3,47	1,400	1,00	4,86		4,86	4,86
8	1698	0,472	5,5	2,40	500			500	0,196	1,571	0,1	79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,737	3,47	1,050	1,00	3,64		4,38	9,24
Невязка (13,57-9,24)/13,57*100%=32% $\xi=(\Delta p_m-\Delta p_{от})/\rho d=(13,57-9,24)/3,47=1,2$ ; d = 411 мм.																								
Ответвление 2																								
ПРМ	1698	0,472		2,40	500			500	0,196	1,571		79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,000	3,47	1,400	1,00	4,86		4,86	4,86
9	1698	0,472	0,5	2,40	500			500	0,196	1,571	0,1	79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,067	3,47	3,720	1,00	12,91		12,98	17,84
Невязка (19,01-17,84)/19,01*100%=6% - допустимо																								
Ответвление 3																								
ПРМ	1698	0,472		2,40	500			500	0,196	1,571		79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,000	3,47	1,400	1,00	4,86		4,86	4,86
10	1698	0,472	0,5	2,40	500			500	0,196	1,571	0,1	79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,067	3,47	4,190	1,00	14,54		14,61	19,47

Продолжение таблицы Г5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Невязка (26,08-19,47)/26,08*100%=25% $\xi=(\Delta_{\text{рм}}-\Delta_{\text{рот}})/\rho_{\text{д}}=(26,08-19,47)/3,47=1,9$ ; d = 390 мм.																								
Ответвление 4																								
ПРМ	1698	0,472		2,40	500			500	0,196	1,571		79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,000	3,47	1,400	1,00	4,86		4,86	4,86
11	1698	0,472	0,5	2,40	500			500	0,196	1,571	0,1	79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,067	3,47	6,980	1,00	24,22		24,29	29,15
Невязка (31,73-29,15)/31,73*100%=8% - допустимо																								
Ответвление 5																								
ПРМ	1698	0,472		2,40	500			500	0,196	1,571		79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,000	3,47	1,400	1,00	4,86		4,86	4,86
12	1698	0,472	0,5	2,40	500			500	0,196	1,571	0,1	79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,067	3,47	6,130	1,00	21,27		21,34	26,20
Невязка (43,15-26,20)/43,15*100%=39% $\xi=(\Delta_{\text{рм}}-\Delta_{\text{рот}})/\rho_{\text{д}}=(43,15-26,20)/3,47=4,9$ ; d = 344 мм.																								
Ответвление 6																								
ПРМ	1698	0,472		2,40	500			500	0,196	1,571		79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,000	3,47	1,400	1,00	4,86		4,86	4,86
13	1698	0,472	0,5	2,40	500			500	0,196	1,571	0,1	79681	0,0193	0,1340	1,00	1,00	0,067	3,47	8,710	1,00	30,23		30,29	35,15
Невязка (50,76-35,15)/50,76*100%=31% $\xi=(\Delta_{\text{рм}}-\Delta_{\text{рот}})/\rho_{\text{д}}=(50,76-35,15)/3,47=4,5$ ; d = 344 мм.																								

Таблица Г6 - Аэродинамический расчет системы П6

Участок	Данные по схеме		длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности 1 м (периметр х 1 м), ф, кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление $V^{2*P}/2$ , Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па
	кол-во воздуха				круглых d, мм	прямоугольных		на 1 метр, Па/м						поправочный коэф. учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па								
	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с				ширина, мм	высота, мм										Dэв=2AB/(A+B)							
Магистраль																								
ПРМ	300	0,083		1,70	250			250	0,049	0,785		28220	0,0229	0,1598	1,00	1,00	0,000	1,74	1,400	1,00	2,44		2,44	2,44
1	300	0,083	0,2	1,70	250			250	0,049	0,785	0,1	28220	0,0229	0,1598	1,00	1,00	0,032	1,74	2,490	1,00	4,34		4,37	6,81
2	600	0,167	5,2	3,40	250			250	0,049	0,785	0,1	56441	0,0204	0,5695	1,00	1,00	2,976	6,96	0,160	1,00	1,11		4,09	10,90
Ответвление 1																								
ПРМ	300	0,083		1,70	250			250	0,049	0,785	0,1	28220	0,0229	0,1598	1,00	1,00	0,000	1,74	1,400	1,00	2,44		2,44	2,44
3	300	0,083	4,2	1,70	250			250	0,049	0,785	0,1	28220	0,0229	0,1598	1,00	1,00	0,671	1,74	1,050	1,00	1,83		2,50	4,94
Невязка $(6,81-4,94)/6,81*100\%=27\%$ $\xi=(\Delta p_m-\Delta p_{от})/\rho d=(6,81-4,94)/1,74=1,1$ ; d = 206 мм.																								

Таблица Г7 - Аэродинамический расчет системы П7

Данные по схеме			длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов				Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности 1 м (периметр х 1м), ф. кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление $v^{2*1/2}$ , Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент, учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па
Участок	кол-во воздуха				круглых d, мм	прямоугольных								на 1 метр, Па/м	поправочный коэф. учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па							
	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с				ширина, мм	высота, мм	Dэв=2AB/(A+B)																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Магистраль																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
1	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	2,490	1,00	7,33		7,37	11,49
2	1240	0,344	1,8	4,42	315			315	0,078	0,990	0,1	92450	0,0188	0,7035	1,00	1,00	1,266	11,77	0,220	1,00	2,59		3,86	15,34
3	1860	0,517	1,8	5,22	355			355	0,099	1,115	0,1	123048	0,0180	0,8302	1,00	1,00	1,494	16,42	0,210	1,00	3,45		4,94	20,28
4	2480	0,689	1,8	5,48	400			400	0,126	1,257	0,1	145551	0,0175	0,7896	1,00	1,00	1,421	18,09	0,130	1,00	2,35		3,77	24,06
5	3100	0,861	1,8	6,85	400			400	0,126	1,257	0,1	181939	0,0168	1,1887	1,00	1,00	2,140	28,27	0,210	1,00	5,94		8,08	32,13
6	3720	1,033	1,8	6,50	450			450	0,159	1,414	0,1	194223	0,0166	0,9411	1,00	1,00	1,694	25,46	0,140	1,00	3,56		5,26	37,39
7	4340	1,206	1,8	7,58	450			450	0,159	1,414	0,1	226494	0,0162	1,2474	1,00	1,00	2,245	34,62	0,150	1,00	5,19		7,44	44,83
8	4960	1,378	1,8	8,66	450			450	0,159	1,414	0,1	258765	0,0159	1,5924	1,00	1,00	2,866	45,18	0,210	1,00	9,49		12,36	57,18
9	5580	1,550	5,2	7,89	500			500	0,196	1,571	0,1	261952	0,0158	1,1872	1,00	1,00	6,221	37,51	0,160	1,00	6,00		12,22	69,41
Ответвление 1																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
10	620	0,172	2,0	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,395	2,94	1,050	1,00	3,09		3,48	7,60
Невязка (11,49-7,60)/11,49*100%=34% $\xi=(\Delta p_m-\Delta p_{от})/p_d=(11,49-7,60)/2,94=1,3$ ; d = 253 мм.																								
Ответвление 2																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
11	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	3,620	1,00	10,65		10,69	14,81
Невязка (15,34-14,81)/15,34*100%=3% - допустимо																								
Ответвление 1																								

Продолжение таблицы Г7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
12	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	4,050	1,00	11,92		11,96	16,08
Невязка (20,28-16,08)/20,28*100%=21% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_d=(20,28-16,08)/2,94=1,4$ ; d = 253 мм.																								
Ответвление 3																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
13	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	6,740	1,00	19,83		19,87	23,99
Невязка (24,06-23,99)/24,06*100%=0,3% - допустимо																								
Ответвление 4																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
14	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	5,970	1,00	17,57		17,61	21,73
Невязка (32,13-21,73)/32,13*100%=32% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_d=(32,13-21,73)/2,94=3,5$ ; d = 224 мм.																								
Ответвление 5																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
15	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	8,480	1,00	24,95		24,99	29,11
Невязка (37,39-29,11)/37,39*100%=22% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_d=(37,39-29,11)/2,94=2,8$ ; d = 232 мм.																								
Ответвление 6																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
16	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	11,480	1,00	33,78		33,82	37,94
Невязка (44,83-37,94)/44,83*100%=16% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_d=(44,83-37,94)/2,94=2,3$ ; d = 239 мм.																								
Ответвление 7																								
ПРМ	620	0,172		2,21	315			315	0,078	0,990		46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,000	2,94	1,400	1,00	4,12		4,12	4,12
17	620	0,172	0,2	2,21	315			315	0,078	0,990	0,1	46225	0,0211	0,1974	1,00	1,00	0,039	2,94	9,300	1,00	27,37		27,41	31,53
Невязка (57,18-31,53)/57,18*100%=45% $\xi=(\Delta_{рм}-\Delta_{рот})/\rho_d=(57,18-31,53)/2,94=8,7$ ; d = 195 мм.																								

Таблица Г8 - Аэродинамический расчет системы В19

Данные по схеме			длина L, м	скорость V, м/с	размеры воздуховодов			Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности 1 м (периметр x 1 м), ф, кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление $v^{2*P}/2$ , Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений Sx	Поправочный коэффициент, учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па	
Участок	кол-во воздуха				круглых d, мм	прямоугольных							на 1 метр, Па/м	поправочный коэф. учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па								
	м³/ч	м³/с				ширина, мм	высота, мм																	Dэв=2AB/(A+B)
Магистраль																								
PВ	600	0,167		2,67		250	250	276	0,063	1,000		49003	0,0209	0,3252	1,00	1,00	0,000	4,30	1,400	1,00	6,01		6,01	6,01
1	600	0,167	3,5	2,67		250	250	276	0,063	1,000	0,1	49003	0,0209	0,3252	1,00	1,00	1,138	4,30	0,960	1,00	4,12		5,26	11,27



Таблица Г9 - Аэродинамический расчет системы В20

Участок	Данные по схеме		длина $L_z$ , м	скорость $V$ , м/с	размеры воздуховодов			Площадь поперечного сечения, кв.м	Площадь поверхности $l$ м (периметр $\times$ $l$ м), кв.м	Кэ	Re	лямбда	потери давления на трение, Па/м				скоростное давление $v^{2*P}/2$ , Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений $S_x$	Поправочный коэффициент, учитывающий температуру	Потери давления на местные сопротивления $Z$ , Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке $RL+Z$ , Па	Общие потери давления на участке $RL+Z$ , Па	
	кол-во воздуха				круглых $d$ , мм	прямоугольных							на 1 метр, Па/м	поправочный коэф. учитывающий шероховатость	поправочный коэф. учитывающий температуру	на участок, Па								
	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /с				ширина, мм	высота, мм																	$D_{эв}=2AB/(A+B)$
Магистраль																								
PВ	1395	0,388		2,42		400	400	442	0,160	1,600		71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,000	3,53	1,400	1,00	4,94		4,94	4,94
1	1395	0,388	2,2	2,42		400	400	442	0,160	1,600	0,1	71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,345	3,53	0,500	1,00	1,76		2,11	7,05
2	2790	0,775	1,0	3,23		400	600	539	0,240	2,000	0,1	115693	0,0181	0,2113	1,00	1,00	0,211	6,29	2,240	1,00	14,08		14,29	21,34
3	5580	1,550	3,5	6,46		400	600	539	0,240	2,000	0,1	231386	0,0162	0,7531	1,00	1,00	2,636	25,14	0,300	1,00	7,54		10,18	31,52
Ответвление 1																								
PВ	1395	0,388		2,42		400	400	442	0,160	1,600	0,1	71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,000	3,53	1,400	1,00	4,94		4,94	4,94
4	1395	0,388	0,2	2,42		400	400	442	0,160	1,600	0,1	71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,031	3,53	0,840	1,00	2,96		3,00	7,94
Невязка $(7,94-7,05)/7,94*100\%=11\%$ - допустимо																								
Ответвление 2																								
PВ	1395	0,388		2,42		400	400	442	0,160	1,600	0,1	71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,000	3,53	1,400	1,00	4,94		4,94	4,94
5	1395	0,388	2,2	2,42		400	400	442	0,160	1,600	0,1	71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,345	3,53	0,500	1,00	1,76		2,11	7,05
6	2790	0,775	1,0	3,23		400	600	539	0,240	2,000	0,1	115693	0,0181	0,2113	1,00	1,00	0,211	6,29	2,240	1,00	14,08		14,29	21,34
Невязка $(21,34-21,34)/21,34*100\%=0\%$ - допустимо																								
Ответвление 3																								
PВ	1395	0,388		2,42		400	400	442	0,160	1,600	0,1	71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,000	3,53	1,400	1,00	4,94		4,94	4,94
7	1395	0,388	0,2	2,42		400	400	442	0,160	1,600	0,1	71064	0,0197	0,1569	1,00	1,00	0,031	3,53	0,840	1,00	2,96		3,00	7,94
Невязка $(7,94-7,05)/7,94*100\%=11\%$ - допустимо																								

## Приложение Д

Таблица Д1 – Гидравлический расчет системы отопления

№ уч-ка	Теплопотери участка $Q_{\text{уч}}$ , Вт	Расход теплоносителя на участке $G_{\text{уч}}$ , кг/ч	Длина участка $l$ , м	Диаметр трубопровода, мм	Скорость теплоносителя, м/с	Потери давления на трение $R_{\text{ф}}$ , Па/м	Общие потери давления по длине $R_{\text{л}}$ , Па	Коэффициент местных сопротивлений $\Sigma \xi$	Потери давления на местных сопротивлениях $Z$ , Па	Динамическое давление на участке $R_{\text{дин}}$ , Па	Общие потери давления $R_{\text{л}}+Z$ , Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Главное кольцо												
1	133506	5309	46,00	50	0,655	115	5290	10,1	2166,58	214,51	7457	Крестовина на деление 6,30 вентиль 2,00 Отвод 6 шт. 0,30
2	117167	4572	24,00	50	0,565	86	2064	0,2	31,92	159,61	2096	Тройник на проход 0,2
3	100828	3988	53,40	40	0,814	243	12976	1,6	530,08	331,30	13506	Тройник на проход 0,2 Отвод 0,40 Расширение 1,00
4	81042	3089	34,50	40	0,629	147	5072	1,8	356,08	197,82	5428	Тройник на проход 0,2 Отвод 4 шт. 0,40
5	61256	2190	37,30	32	0,585	152	5670	1,7	290,89	171,11	5960	Тройник на проход 0,2 Отвод 0,50 Расширение 1,00
6	47828	1710	8,90	32	0,457	94	837	0,2	20,88	104,42	857	Тройник на проход 0,2
7	34937	1249	11,60	25	0,576	212	2459	1,2	199,07	165,89	2658	Тройник на проход 0,2 Расширение 1,00
8	22046	788	10,40	25	0,365	87	905	0,2	13,32	66,61	918	Тройник на проход 0,2
Продолжение таблицы Д1												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	11023	394	7,00	20	0,3	84	588	6,6	298,98	45,30	887	Тройник на проход 0,2 Расширение 2 шт 1,00 Отвод 4 шт. 0,6 Регистр 2,00
8'	22046	788	10,40	25	0,365	87	905	0,2	13,32	66,61	918	Тройник на проход 0,2
7'	34937	1249	11,60	25	0,576	212	2459	1,2	199,07	165,89	2658	Тройник на проход 0,2 Расширение 1,00
6'	47828	1710	8,90	32	0,457	94	837	0,2	20,88	104,42	857	Тройник на слияние 0,2
5'	61256	2190	37,30	32	0,585	152	5670	1,7	290,89	171,11	5960	Тройник на слияние 0,2 Отвод 0,50 Расширение 1,00
4'	81042	3089	34,50	40	0,629	147	5072	1,8	356,08	197,82	5428	Тройник на слияние 0,2 Отвод 4 шт. 0,40
3'	100828	3988	53,40	40	0,814	243	12976	1,6	530,08	331,30	13506	Тройник на слияние 0,2 Отвод 0,40 Расширение 1,00
2'	117167	4572	24,00	50	0,565	86	2064	0,2	31,92	159,61	2096	Тройник на слияние 0,2
1'	133506	5156	46,00	50	0,655	115	5290	8,8	1887,71	214,51	7178	Крестовина на слияние 5,00 вентиль Отвод 6 шт. 0,30
		ΣI	459,20							ΣR <sub>φ</sub> 1+Z, Па	78370	
Второстепенное кольцо												
1	144201	5309	46,00	50	0,607	99	4554	10,1	1860,67	184,22	6415	Крестовина на деление 6,30 вентиль 2,00 Отвод 6 шт. 0,30
8	16339	602	1,6	20	0,46	190	304	10,5	1115,74	106,26	1420	Тройник на ответвление 10 -5 Отвод 2шт. 0,50 Регистр 2,00 Скоба 2,5
Продолжение таблицы Д1												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1'	144201	5156	11,60	50	0,607	99	1148	8,8	1621,18	184,22	2770	Крестовина на слияние 5,00 вентиль Отвод 6 шт. 0,30
		ΣI	59,20							ΣR <sub>φ</sub> 1+Z, Па	10604	
Невязка главного и второстепенного колец ((78370-10604)/78370)*100%=86% - требуется установка диафрагмы												
Диафрагма							$d_d=3,54*(G_{ст}^2/\Delta P_d)^{0,25}$		5,38			
Северная ветка												
10	103325	4205	37,15	40	0,858	269	9993	9,8	3607,20	368,08	13601	Крестовина на деление 6,30 вентиль 2,00 Отвод 5 шт. 0,30
11	83155	3262	6,10	40	0,666	164	1000	0,2	44,36	221,78	1045	Тройник на проход 0,2
12	62984	2319	8,80	32	0,626	168	1478	1,2	235,13	195,94	1714	Тройник на проход 0,2 Расширение 1,00
13	57029	2099	24,40	32	0,564	138	3367	1,2	190,86	159,05	3558	Тройник на проход 0,2 Расширение 1,00
14	49582	1825	28,80	32	0,493	106	3053	1,7	206,59	121,52	3259	Тройник на проход 0,2 Отвод 3 шт 0,50
15	36809	1355	20,00	25	0,634	249	4980	1,7	341,66	200,98	5322	Тройник на проход 0,2 Отвод 0,50 Расширение 1,00
16	24035	885	28,40	25	0,41	108	3067	1,2	102,84	85,70	3170	Тройник на проход 0,2 Отвод 2 шт 0,50
17	14068	518	23,33	20	0,39	140	3266	2,7	208,506	77,225	3475	Тройник на проход 0,2 Расширение 1,00 Отвод 3 шт 0,50
18	4101	151	7,37	15	0,21	60	442,2	6,6	144,15	21,84	586	Тройник на проход 0,2 Отвод 4 шт 0,60 Регистр 2,00 Расширение 2 шт 1,00

Продолжение таблицы Д1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17'	14068	518	23,33	20	0,39	140	3266	2,7	208,506	77,225	3475	Тройник на слияние 0,2 Отвод 2 шт 0,50
16'	24035	885	28,40	25	0,41	108	3067	1,2	102,84	85,70	3170	Тройник на проход 0,2 Отвод 2 шт 0,50
15'	36809	1355	20,00	25	0,634	249	4980	1,7	341,66	200,98	5322	Тройник на проход 0,2 Отвод 0,50 Расширение 1,00
14'	49582	1825	28,80	32	0,493	106	3053	1,7	206,59	121,52	3259	Тройник на проход 0,2 Отвод 3 шт 0,50
13'	57029	2099	24,40	32	0,564	138	3367	1,2	190,86	159,05	3558	Тройник на проход 0,2 Расширение 1,00
12'	62984	2319	8,80	32	0,626	168	1478	1,2	235,13	195,94	1714	Тройник на проход 0,2 Расширение 1,00
11'	88606	3262	6,10	40	0,666	164	1000	0,2	44,36	221,78	1045	Тройник на проход 0,2
10'	114228	4205	37,15	40	0,858	269	9993	8,5	3128,70	368,08	13122	Крестовина на деление 5,00 вентиль 2,00 Отвод 5 шт. 0,30
		ΣI	361,33							ΣR <sub>φ</sub> 1+Z, Па	70393	
Невязка магистрали и ответвления ((69491-68442)/69491)*100%=1% - допустимо												
Второстепенное кольцо												
10	114228	4205	37,15	40	0,808	243	9027	10,1	3296,96	326,43	12324	Крестовина на деление 6,30 вентиль 2,00 Отвод 0,30
19	25622	943	1,6	15	0,25	90	144	10,5	338,71	32,26	483	Тройник на ответвление 10 -5 Отвод 2шт. 0,50 Регистр 2,00 Скоба 2,5

Продолжение таблицы Д1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10'	114228	4084	37,15	40	0,808	243	9027	8,8	2872,60	326,43	11900	Крестовина на слияние 5,00 вентиль 2,00 Отвод 0,30
		ΣI	75,90							ΣR <sub>φ</sub> 1+Z, Па	24707	
Невязка главного и второстепенного колец ((70393-24707)/70393)*100%=65% - требуется установка диафрагмы												
Диафрагма							$d_d=3,54*(G_{ст}^2/\Delta P_d)^{0,25}$		7,44			

## Приложение Е

Таблица Е1 – Расчет отопительных приборов

Теплоотерив помещений $Q_{\text{пом}}$ , Вт	Магистраль				Подводки								$Q_{\text{труб}}$ , Вт	$Q_{\text{пр}}$ , Вт	$F$ м <sup>2</sup>	$d_n$ мм	Примечание
	$q_G^{\text{под}}$ Вт/м	$q_G^{\text{обр}}$ Вт/м	$l_G^{\text{под}}$ м	$l_G^{\text{обр}}$ м	$q_V^{\text{под}}$ Вт/м	$q_V^{\text{обр}}$ Вт/м	$q_G^{\text{под}}$ Вт/м	$q_G^{\text{обр}}$ Вт/м	$l_V^{\text{под}}$ м	$l_V^{\text{обр}}$ м	$l_G^{\text{под}}$ м	$l_G^{\text{обр}}$ м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Участок грунтования																	
32678	260	171	38,7	38,65	103	66	128	85	1	1	0,4	0,4	25862	9402	2,58	57	Регистр из 4х труб Ø50, длиной по 1,8 м. Применяется 2 регистра
	214	141	25,2	25,21													
Склад №1																	
50268	214	141	52,4	52,36	103	66	128	85	1	1	0,4	0,4	31619	21811	5,99	108	Регистр из 4х труб Ø100, длиной по 2,2 м. Применяется 2 регистра
	191	125	30	30,01	186	119	0	0	10,8	10,8	0	0					
Участок упаковки и сборки																	
13428	191	125	12	12	103	66	128	85	0,5	0,5	0,2	0,2	3919	9901	2,72	108	Регистр из 4х труб Ø100, длиной по 2 м. Применяется 1 регистр
Участок окраски																	
25782	191	125	11,08	11,08	103	66	128	85	1	1	0,4	0,4	7084	19407	5,33	108	Регистр из 4х труб Ø100, длиной по 2 м. Применяется 2 регистра
	156	102	12,90	12,90													
Участок резки металла																	

## Продолжение таблицы Е1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18								
22046	156	102	2,00	2,00	103	66	128	85	1	1	0,4	0,4	2261	20011	5,49	108	Регистр из 4х труб Ø100, длиной по 2 м. Применяется 2 регистра								
	128	85	7,00	7,00																					
Венткамера																									
5087	214	141	15,57	15,57	103	66	128	85	0,5	0,5	0,2	0,2	5653	0	0,00		Регистр не требуется								
Склад №2																									
51244	260	171	20,30	20,30	103	66	128	85	1	1	0,4	0,4	23493	30101	8,26	108	Регистр из 6х труб Ø100, длиной по 2,0 м. Применяется 2 регистра								
	214	141	25,7	25,72														231	149	0	0	10,8	10,8	0	0
	191	125	3,97	3,97																					
Ремонтный участок																									
5955	191	125	16,00	16,00	103	66	128	85	0,5	0,5	0,2	0,2	5183	1290	0,35	57	Регистр из 2х труб Ø50, длиной по 1 м. Применяется 1 регистр								
Сварочный участок																									
7446	191	125	20,00	20,00	103	66	128	85	0,5	0,5	0,2	0,2	6447	1644	0,45	57	Регистр из 2х труб Ø50, длиной по 1,3 м. Применяется 1 регистр								
Прессовый участок																									
25548	191	125	42,19	42,19	103	66	128	85	1	1	0,4	0,4	18470	8925	2,45	57	Регистр из 4х труб Ø50, длиной по 1,7 м. Применяется 2 регистра								
	128	85	22,93	22,93																					
Штамповый участок																									
19934	128	85	5,38	5,38	82	53	107	70	1	1	0,4	0,4	6140	14408	3,96	108	Регистр из 4х труб Ø100, длиной по 1,5 м. Применяется 1 регистр								
	107	70	27,05	27,05																					
Заточной участок																									
4101	107	70	3,24	3,24	82	53	107	70	0,5	0,5	0,2	0,2	676,4	3492	0,96	57	Регистр из 4х труб Ø50, длиной по 1,3 м. Применяется 1 регистр								



## Приложение Ж

Таблица Ж1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж системы вентиляции	Монтаж воздуховодов	Монтажник вентиляционных систем	Лебедка; уровень; отвес; метр складной металлический; рулетка; молоток; ключ гаечный накидной; оправка удлиненная; тиски слесарные; плоскогубцы комбинированные; строительные леса; ручной электроинструмент.	Листовая сталь
2	Монтаж системы вентиляции	Монтаж вентиляторов	Монтажник вентиляционных систем	Уровень; ключ гаечный накидной; плоскогубцы комбинированные; ручной электроинструмент.	Листовая сталь
1	2	3	4	5	6
3	Монтаж системы вентиляции	Монтаж приточной установки	Монтажник вентиляционных систем	Уровень; ключ гаечный накидной; плоскогубцы комбинированные; ручной электроинструмент.	Листовая сталь, пластмасса

Таблица Ж2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Монтаж воздуховодов	Двигающиеся машины и механизмы; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; острые кромки на поверхностях оборудования; недостаточная освещенность рабочей зоны.	Кран-балка; ударное воздействие, поверхность воздуховодов; Отсутствие освещения на месте прокладки воздуховодов.
		Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли(пола).	Работа на высоте
2	Монтаж вентиляторов	Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли(пола); повышенная подвижность воздуха; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.	Работа на высоте (на крыше здания); подключение оборудования к электрической цепи.
3	Монтаж приточной установки	Двигающиеся машины и механизмы; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; недостаточная освещенность рабочей зоны; отсутствие естественного света; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.	Погрузчики; ударное воздействие; работа в мало освещенном помещении без оконных проёмов; подключение оборудования к электрической цепи.

Таблица ЖЗ – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых бакалавром для реализации в рамках выпускной квалификационной работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Двигающиеся машины и механизмы	Предварительный осмотр машин и механизмов перед использованием.	Защитные каски; жилеты.
2	Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы	Соблюдение требований охраны труда.	Защитные каски; жилеты.
3	Повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте	Установка шумопоглощающих экранов, использование виброизолирующих, виброгасящих и вибропоглощающих устройств	Противошумные наушники.
4	Острые кромки на поверхностях оборудования	Использование исправного инструмента, рабочая поверхность которого не должна быть затуплена.	Защитный костюм; ботинки; перчатки; нарукавники; каски защитные; очки защитные.
5	Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли(пола)	Предварительный осмотр снаряжения, организация дополнительной страховки; использование строительных лесов.	предохранительные пояса, тросы; ручные захваты, манипуляторы; наколенники, налокотники, наплечники.
6	Повышенная подвижность воздуха	Соблюдение требований охраны труда.	ручные захваты, манипуляторы; защитный костюм; наушники.

7	Недостаточная освещенность рабочей зоны	Использование индивидуального переносного источника освещения.	Фонарь налобный
---	---	--	-----------------

Продолжение таблицы ЖЗ

1	2	3	4
8	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.	Производить подключение оборудования при обесточенной сети, электрические инструменты и приборы перед применением проверять на отсутствие повреждений корпуса и изоляции.	Использование приборов, аппаратов, переносных и перевозимых приспособлений и устройств, служащие для защиты персонала, работающего в электроустановках, от поражения электрическим током

Таблица Ж.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	Подключение оборудования к электрической сети	Вентиляторы, приточные установки	Е	пламя и искры; пониженная концентрация кислорода.	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества.

Таблица Ж5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель.	Пожарная машина	ящики с порошковыми составами, а также огнестойкие ткани	Пожарная сигнализация	Огнетушитель	Средства защиты органов дыхания	Пожарный щит: топор, багор, лом, лопата, огнетушитель.	Световые и звуковые указатели

Таблица Ж6 – Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Подключение оборудования к электрической сети	Инструктаж персонала правилам пожарной безопасности, размещение на этаже средств пожаротушения, учения с персоналом, комплектование добровольной пожарной дружины, назначение ответственных за пожарную безопасность	Необходимо иметь первичные средства пожаротушения, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр

Таблица Ж7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно - технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно - технологического процесса, энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Монтаж приточной установки	Сборка блоков установки, установка оборудования и его подключение к электросети и системе горячего водоснабжения	-	-	Строительный мусор, в том числе транспортировочная упаковка отдельных блоков установки.

Таблица Ж8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Монтаж приточной установки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Установка мусорных контейнеров для сбора мусора и производственных отходов. Организация вывоза строительных отходов с площадки технического объекта.