

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Иваненко Анастасия Витальевна

1. Тема г.о. Тольятти. Производственно-административный корпус. Отопление и вентиляция

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 25 мая 2016

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

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

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

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общие данные, план первого этажа, схема системы отопления, схемы П1, П2, П3, схемы В1-В16, ВЕ1-ВЕ2

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

7. Дата выдачи задания «18» апреля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

Е.А. Усманова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.В. Иваненко

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе были произведены следующие расчеты: теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций с целью выявления необходимой толщины утеплителя, а также фактического сопротивления конструкций и коэффициента теплопередачи; гидравлический расчет системы отопления с целью определения диаметров трубопроводов ; аэродинамический расчет систем вентиляции с целью определения диаметров воздуховодов и потерь давления в них; расчет аэрации; расчет и подбор системы очистки.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	7
1.1 Описание района строительства.....	7
1.2 Архитектурно-планировочное описание объекта.....	7
1.3 Описание технологического процесса.....	7
1.4 Источник теплоснабжения.....	7
1.5 Выбор параметров наружного воздуха и внутреннего микrokлимата	8
2. РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ И ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС.....	9
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	9
2.2 Проверка внутренней поверхности ограждающих конструкций на вероятность выпадения конденсата.....	18
2.3 Расчет основных теплотерь.....	21
2.4 Расчет тепlopоступлений.....	26
3. ОТОПЛЕНИЕ.....	33
3.1 Конструирование системы отопления.....	33
3.2 Гидравлический расчет системы отопления.....	33
3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов.....	35
3.4 Расчет и подбор оборудования.....	37
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	39
4.1 Определение требуемых воздухообменов.....	39
4.1.1 Определение объемов местной вытяжной вентиляции.....	39
4.1.2 Расчет выделяющихся вредностей.....	39
4.1.3 Определение объемов общеобменной вентиляции.....	40
4.1.4 Воздушный баланс.....	45
4.2 Выбор и обоснование принципиальных решений и конструирование.....	47
4.3 Аэродинамический расчет системы вентиляции.....	47
4.3.1 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств.....	47
4.3.2 Аэродинамический расчет общеобменной вентиляции.....	51
4.3.3 Аэродинамический расчет естественной вентиляции.....	51
4.3.4 Аэродинамический расчет систем аспирации.....	53
4.4 Расчет и подбор вентиляционного оборудования.....	53
4.4.1 Расчет и подбор калорифера.....	53
4.4.2 Расчет и подбор воздухозаборной решетки и клапана.....	55
4.4.3 Подбор вентилятора.....	56

4.5 Расчет аэрации.....	60
4.6 Расчет воздушно-тепловых завес.....	64
4.7 Система очистки вентиляционных выбросов.....	66
4.7.1 Расчет и подбор оборудования системы очистки.....	66
4.7.2 Расчет рассеивания.....	71
5. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ.....	74
6. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ.....	75
6.1 Определение объемов работ.....	75
6.2 Определение трудоемкости работ.....	75
7. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	76
7.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	76
7.2 Идентификация производственно-технических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	76
7.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	76
ЛИТЕРАТУРА.....	77
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	80

ВВЕДЕНИЕ

Системы отопления и вентиляции в современном мире являются неотъемлемой частью жизнедеятельности человека, поэтому возникает необходимость для их проектирования.

Целью данной работы является проектирование систем отопления и вентиляции, которые создают комфортные условия микроклимата помещений .

Задачами данной работы являются:

- теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций
- расчет системы отопления
- расчет системы вентиляции
- расчет и подбор системы очистки
- автоматизация и контроль
- организация монтажных работ
- безопасность и экологичность проекта

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Описание района строительства

Проектируемое здание расположено в городе Тольятти. Преобладающий грунт данной местности- суглинок, глубина промерзания 1,5 м. Зона влажности- сухая [1, прил.В], влажностный режим- влажный [1,табл.1 Условия эксплуатации для холодного периода Б, для теплого А, согласно п.5.13 [2].

1.2 Архитектурно-планировочное описание объекта

В данном промышленном здании предусмотрена приточная и вытяжная вентиляции с механическим и естественным побуждением, а также водяное отопление. Общая высота здания 10,180 м . Строительный объем составляет 21989 м³. Ориентация главного фасада на Север. Стены выполнены из ячеистого бетона с утеплителем и облицовкой из кирпича, окна деревянные серии В 2360x1760 мм – спаренная конструкция с двумя рядами остекления [3].

1.3 Описание технологического процесса

Проектируемое промышленное здание служит для ремонта и технического обслуживания грузовых машин, а также для ремонта электрооборудования и токарных работ. График работы 1 смена по 12 часов. Число рабочих в смену: администрация – 2 человека, рабочих 18 человек. Работы средней тяжести 2б.

1.4 Источник теплоснабжения

Источником теплоснабжения служит котельная промплощадки, теплоноситель – горячая вода с температурой 95-70°С.

1.5 Выбор параметров наружного воздуха и внутреннего микроклимата помещений.

Выбор параметров наружного воздуха для теплого и холодного периода производится согласно [4] и сведен в таблицу 1.

Таблица 1- Расчетные параметры наружного воздуха для теплого и холодного периода года

Наим.помещения, город, географическая широта	Период года	t_n , °C	v_n , м/с	I , кДж/кг	$P_{бар}$, ГПа	A_t	Климатический район	Зона влажности	Продолжитель ность $\leq 8^\circ\text{C}$
Административно- бытовой корпус, г. Тольятти, 52° с.ш.	ХП	-30	5,4	-29,8		6,7	В	Сухая	203
	ТП	24,6	3,2	52,8	995	12,8			

Выбор параметров внутреннего микроклимата для холодного периода производится согласно [5], а для теплого согласно [2, прил. А] и сведен в таблицу 2.

Таблица 2- Расчетные параметры внутреннего микроклимата для теплого и холодного периода года.

Наименование	Период года	t_v , °C	v_v , м/с	φ , %
Административно- бытовой корпус	ХП	15	0,4	75
	ТП	27	0,5	75

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ И ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций выполняется в соответствии с [1] из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет меньше нормируемого значения:

$$R_0 \geq R_{тр}, \quad (2.1)$$

где R_0 - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$;

$R_{тр}$ -нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, определяется в зависимости от градусо-суток района строительства.

Градусо-сутки отопительного периода определяют по формуле, представленной в [7]:

$$D_d = (t_b - t_{от})z_{от}, \quad (2.2)$$

где t_b - расчетная температура внутреннего воздуха в помещении, °C ;

$t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $(-5,2 \text{ °C})$;

$z_{от}$ – продолжительность отопительного периода, сутки.

По формуле (2.2) определяем :

$$D_d = 15 - (-5,2)) \cdot 203 = 4101 \text{ °C} \cdot \text{сут}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $R_{тр}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, определяется интерполяцией по [1, таб. 3].

Для стен: $R_{тр} = 2,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

Для покрытия: $R_{тр} = 3,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

Для чердачного перекрытия: $R_{тр} = 2,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

Для окон: $R_{тр} = 0,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

Условия эксплуатации помещения – Б, определяются по [1, таб. 2], согласно влажностному режиму помещений и зоне влажности района строительства.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций находится по следующей формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (2.3)$$

где α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м² · °С). Для стен, полов и перекрытий $\alpha_B = 8,7$ Вт/(м² · °С), для окон $\alpha_B = 8,0$ Вт/(м² · °С), согласно [1, табл.4].

α_H - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м² · °С). Для наружных стен $\alpha_H = 23$ Вт/(м² · °С), для чердачных перекрытий $\alpha_H = 12$ Вт/(м² · °С) согласно [1, табл.6]

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

где δ_i - толщина i -го слоя, м

λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя ограждающей конструкции, Вт/(м² · °С)

2.1.1 Расчет наружной ограждающей стены

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий приняты согласно [1, прил Т] и сведены в таблицу 3.

Таблица 3- Состав наружной стены

№	Слой	Толщина δ , мм	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Расчетный коэффициент		
				Теплопроводность λ , Вт/м ² ·°C	Теплоусвоение (при периоде 24ч) S , Вт/ м ² ·°C	Паропроницаемость μ мг/(м ² ·ч·Па)
1	Фактурный слой-штукатурка	15	1800	0,93	11,09	0,09
2	Блоки из пенобетона	100	1000	0,43	6,49	0,11
3	Утеплитель плиты пенополистерольные		12	0,050	0,28	0,05
4	Облицовка из кирпича	120	1600	0,64	8,48	0,14

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, согласно [1, табл. 3]:

$$R_0^{\text{треб}} = 2,4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Найдем толщину утеплителя из формулы (2.3):

$$2,4 = \frac{1}{8,7} + \sum \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,1}{0,43} + \frac{\delta}{0,050} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 0,0905 \text{ м}$$

Вводим поправку на однородность:

$$\frac{R_0^{\text{треб}}}{r} = \frac{R_0^{\text{треб}}}{r_1 \cdot r_2}, \quad (2.4)$$

где r - поправка на однородность конструкции,

r_1 - коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий однородность крепления утеплителя, его толщину и плотность. Примем равным $r_1 = 0,78$

r_2 - коэффициент, учитывающий наличие оконных откосов в зависимости от их протяженности. Примем равным $r_2 = 0,91$

Толщина утеплителя с учетом однородности конструкции:

$$\frac{2,4}{0,78 \cdot 0,91} = \frac{1}{8,7} + \sum \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,1}{0,43} + \frac{\delta}{0,050} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 0,9 \text{ м} \approx 0,1 \text{ м}$$

Толщину утеплителя округляем до стандартной.

С учетом толщины утеплителя определим R_0 по формуле (2.3):

$$R_0 = 0,1149 + 0,016 + 0,232 + 2 + 0,1875 + 0,0435 = 2,59$$

$$R_0 > R_0^{\text{треб}}$$

2,59 > 2,4 - условие выполняется.

Определим коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций k , Вт/(м²·°С):

$$k = \frac{1}{R_0} \tag{2.5}$$

$$k = \frac{1}{2,59} = 0,386 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$$

2.1.2 Расчет чердачного перекрытия

Таблица 4- Состав чердачного покрытия

№	Слой	Толщина δ , мм	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Расчетный коэффициент		
				Теплопроводность λ , Вт/м ² ·°С	Теплоусвоение (при периоде 24ч) S, Вт/ м ² ·°С	Паропроницаемость μ мг/(м ² ·ч·Па)
1	Монолитная железобетонная плита	220	2500	2,04	18,95	0,03
3	Слой рубероида(пергамин)	1,5	600	0,17	3,53	-
4	Утеплитель плиты из пенополистерола		10	0,050	0,28	0,05
5	Цементно-песчаный раствор	15	1800	0,93	11,09	0,09

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, согласно [1, табл. 3]:

$$R_0^{\text{треб}} = 2,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

Найдем толщину утеплителя из формулы (2.3):

$$2,7 = \frac{1}{8,7} + \sum \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,0015}{0,17} + \frac{\delta}{0,050} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{12}$$

$$\delta = 0,118 \approx 0,12 \text{ м}$$

Округляем толщину утеплителя до стандартной.

Определим R_0 по формуле (2.3):

$$R_0 = 0,115 + 0,108 + 0,0088 + 2,4 + 0,016 + 0,083 = 2,73$$

$$R_0 \geq R_0^{\text{треб}}$$

$$2,73 \geq 2,7\text{-условие выполняется}$$

Определим коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций по формуле (2.5):

$$k = \frac{1}{2,73} = 0,366 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

2.1.3 Расчет покрытия

Таблица 5- Состав покрытия

№	Слой	Толщина δ , мм	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Расчетный коэффициент		
				Теплопроводность λ , Вт/м ² ·°C	Теплоусвоение (при периоде 24ч) S , Вт/ м ² ·°C	Паропроницаемость μ мг/(м ² ·ч*Па)
1	Монолитная ж/б плита	220	2500	2,04	18,95	0,03
2	Плиты фибролитовые	440	400	0,19	4,5	0,11
3	Битумный ковер	10	1400	0,27	6,8	0,008

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, согласно [1, табл. 3]:

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

Найдем толщину утеплителя из формулы (2.3):

$$3,2 = \frac{1}{8,7} + \sum \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{\delta}{0,145} + \frac{1}{23}$$

$$\delta = 0,436 \approx 0,440 \text{ м}$$

Определим R_0 по формуле (2.3):

$$R_0 = 0,115 + 0,037 + 3,03 + 0,043$$

$$R_0 \geq R_0^{\text{треб}}$$

$$3,225 \geq 3,2\text{-условие выполняется}$$

Определим коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций по формуле (2.5):

$$k = \frac{1}{3,225} = 0,31 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

2.1.4 Расчет окна

$$R_{mp} = 0,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Согласно [1, табл.К.1] приведенное сопротивление теплопередаче двухкамерных стеклопакетов в спаренных деревянных переплетах из стекла с заполнением воздухом и межстекольным расстоянием 10 мм $R_0 = 0,46 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ его и принимаем за расчетное.

Определим коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций формуле (2.5):

$$k = \frac{1}{0,46} = 2,17 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

2.1.5 Расчет ленточного остекления

$$R_{mp} = 0,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Согласно [1, табл.К.1] приведенное сопротивление теплопередаче однокамерных стеклопакетов в спаренных деревянных переплетах из стекла без покрытий с заполнением воздухом и межстекольным расстоянием 12 мм $R_0 = 0,34 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ его и принимаем за расчетное.

Определим коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций формуле (2.5):

$$k = \frac{1}{0,34} = 2,94 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

2.1.6 Расчет наружных дверей и ворот

Определение R_0 из условия, что требуемое сопротивление теплопередаче наружных дверей должно быть не менее $0,6 \cdot R_{reg}^{cr}$ стен здания:

$$R_0^{HD} = 0,6 \cdot R_{reg}^{cr}, \quad (2.6)$$

где R_{reg}^{cr} определяется по формуле:

$$R_{reg}^{cr} = \frac{n \cdot (t_b - t_n)}{\alpha_B \cdot \Delta t_n}, \quad (2.7)$$

где n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяется по [6, табл. 6], принимаем равным 1;

Δt_n - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °C, определяется по [1, табл.5]:

$$\Delta t_n = t_b - t_p,$$

где t_p - температура точки росы, °C, при расчетной температуре t_b и относительной влажности внутреннего воздуха φ_B по [7, прил P] принимаем равной 10,6 °C

$$\Delta t_n = 15 - 10,6 = 4,4 \text{ °C}$$

Подставив известные данные в формулу (2.7) получим:

$$R_{reg}^{cr} = \frac{1 \cdot (15 - (-30))}{8,7 \cdot 4,4} = 1,175 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Тогда по формуле (2.6):

$$R_0^{\text{НД}} = 0,6 \cdot 1,175 = 0,705 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

Определим коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций по формуле (2.5):

$$k = \frac{1}{0,705} = 1,42 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

Согласно [8] размеры полотна наружной двери 984 x2385 мм.

Размер типовых ворот для пропуска электрокар, автомобилей, вагонеток, электропогрузчиков принимаются равными 4000x3000 мм.

Результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты теплотехнического расчета

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{\text{ут.сл}}$, м	Толщина ограждающей конструкции, δ , м	Приведенное сопротивление теплопередачи, R_0^{ϕ} , м ² °C/ Вт	Коэффициент теплопередачи k , Вт/м ² °C
Наружная стена	0,1	0,335	2,9	0,386
Чердачное перекрытие	0,12	0,356	2,73	0,366
Покрытие	0,440	0,670	3,225	0,31
Окно	Двухкамерный стеклопакет в спаренных деревянных переплетах из стекла с заполнением воздухом и межстекольным расстоянием 10 мм		0,46	2,17
Ленточное остекление	Однокамерный стеклопакет из стекла без покрытий с заполнением воздухом и межстекольным расстоянием 12 мм		0,34	2,94
Наружная дверь	Согласно ГОСТ 14624-84 984 x2385 мм		0,705	1,42
Ворота	4000x3000 мм		0,705	1,42

2.2. Проверка внутренней поверхности ограждающих конструкций на вероятность выпадения конденсата

Температурный перепад на поверхности ограждающей конструкции относительно температуры внутреннего воздуха не должен превышать нормативную величину:

$$\Delta t_0 \leq \Delta t_n, \quad (2.8)$$

где Δt_0 - расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С;

Δt_n - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимается по СП [1, табл. 5].

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °С, находится по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{(t_B - t_H) \cdot n}{R_0^{\Phi} \cdot \alpha_B}, \quad (2.9)$$

Температура внутренней поверхности наружной стены и чердачного перекрытия определяется по формуле:

$$\tau_B = t_B - \frac{(t_B - t_H) \cdot n}{R_0} \cdot \frac{1}{\alpha_B} \quad (2.10)$$

Температура на поверхности остекления должна соответствовать условию:

$$\tau_B^{\text{OK}} > 3^{\circ}\text{C} \quad (2.11)$$

где τ_B^{OK} - температура на поверхности остекления, °С, определяется по формуле:

$$\tau_B^{\text{OK}} = t_B - \frac{(t_B - t_H)}{R_0^{\text{фак}}} \cdot \frac{1}{\alpha_B} \quad (2.12)$$

Температура в наружных углах здания должна быть выше температуры точки росы внутреннего воздуха на 4°С:

$$\tau_B^{\text{НУ}} > t_p + 4^{\circ}\text{C} \quad (2.13)$$

где $\tau_B^{\text{НУ}}$ - температура внутренней поверхности наружного угла, °С;

t_p - температуры точки росы внутреннего воздуха, °С;

τ_B^{BC} - температура внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции и наружного угла определяется по формулам:

$$\tau_B^{HY} = t_B - \frac{(t_B - t_H) \cdot 0,75}{(R_0^{\phi} \cdot \alpha_B)^{\frac{2}{3}}}, \quad (2.14)$$

Температурный перепад для наружных стен определяется по формуле:

$$\Delta t_n = t_B - t_p, \quad (2.15)$$

где t_B - внутренняя температура воздуха, °С;

t_p - температура точки росы, °С, при внутренней температуре и относительной влажности воздуха.

Проверка внутренней поверхности наружных стен на вероятность

выпадение конденсата при $t_B = 15$ °С, и $\varphi = 75$ %

Нормируемый температурный перепад согласно формуле (2.15):

$$\Delta t_n = 15 - 10,6 = 4,4 \text{ °С}$$

Расчетный температурный перепад согласно формуле (2.9):

$$\Delta t_0 = \frac{(15 - (-30)) \cdot 1}{2,9 \cdot 8,7} = 1,78 \text{ °С}$$

Проверка условия (2.8):

$$1,78 \leq 4,4$$

Вывод: выпадение конденсата на внутренней поверхности наружной стены не будет.

Проверка внутренней поверхности наружных стен на вероятность

выпадение конденсата при $t_B = 18$ °С, и $\varphi = 75$ %

Нормируемый температурный перепад согласно формуле (2.15):

$$\Delta t_n = 18 - 13,51 = 4,49 \text{ °С}$$

Расчетный температурный перепад согласно формуле (2.9):

$$\Delta t_0 = \frac{(18 - (-30)) \cdot 1}{2,9 \cdot 8,7} = 1,9 \text{ °С}$$

Проверка условия (2.8):

$$1,9 \leq 4,49$$

Вывод: выпадение конденсата на внутренней поверхности наружной стены не будет.

Проверка чердачного перекрытия на вероятность выпадение конденсата.

Нормируемый температурный перепад согласно формуле (2.19):

$$\Delta t_n = 0,8 \cdot (15 - 10,6) = 3,52$$

Расчетный температурный перепад согласно формуле (2.9):

$$\Delta t_0 = \frac{(15 - (-30)) \cdot 1}{2,73 \cdot 8,7} = 1,89 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Проверка условия (2.8):

$$1,89 \leq 3,52$$

Вывод: выпадение конденсата на внутренней поверхности наружной стены не будет.

Проверка покрытия на вероятность выпадение конденсата.

Нормируемый температурный перепад согласно формуле (2.19):

$$\Delta t_n = 0,8 \cdot (15 - 10,6) = 3,52$$

Расчетный температурный перепад согласно формуле (2.9):

$$\Delta t_0 = \frac{(15 - (-30)) \cdot 1}{3,225 \cdot 8,7} = 1,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Проверка условия (2.8):

$$1,6 \leq 3,52$$

Вывод: выпадение конденсата на внутренней поверхности наружной стены не будет.

Проверка внутренней поверхности остекления на вероятность выпадение конденсата.

Температура на поверхности остекления. согласно формуле (2.12):

$$\tau_B^{\text{ок}} = 15 - \frac{(15 - (-30))}{0,46} \cdot \frac{1}{8,7} = 3,76 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Проверка условия (2.11):

$$3,76 > 3$$

Вывод: выпадение конденсата на внутренней поверхности остекления не будет.

Температура на поверхности остекления, согласно формуле (2.12):

$$\tau_B^{\text{ок}} = 18 - \frac{(18 - (-30))}{0,46} \cdot \frac{1}{8} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Проверка условия (2.11):

$$5 > 3$$

Вывод: выпадение конденсата на внутренней поверхности остекления не будет.

2.3. Расчет основных теплопотерь

Теплопотери через ограждающие конструкции рассчитываются по следующей формуле, Вт:

$$Q_0 = \sum Q \cdot (1 + \sum \beta) + Q_{\text{инф}} + Q_{\text{ТС}}, \quad (2.16)$$

где $\sum Q \cdot (1 + \sum \beta)$ – основные потери тепла в помещении через ограждающие конструкции, Вт;

$Q_{\text{инф}}$ – потери тепла за счет инфильтрации, Вт;

$Q_{\text{ТС}}$ – потери тепла на нагрев въезжающих транспортных средств, Вт.

Теплопотери, вызванные инфильтрацией воздуха рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot c \cdot G_{\text{инф}} \cdot A \cdot (t_B - t_H) \cdot k, \quad (2.17)$$

где c – теплоемкость воздуха, $c = 1,006 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

t_B – внутренняя температура воздуха $^\circ\text{C}$;

A -площадь окон или дверей или ворот;

t_n - наружная температура воздуха °С;

k - коэффициент влияния встречного теплового потока в наружных ограждающих конструкциях. Для данной конструкции окна коэффициент равен 0,9.

$G_{\text{инф}}$ - расход инфильтрирующегося воздуха, кг/м² · ч определяется по формуле:

$$\text{через окна} \quad G_{\text{инф}} = \frac{1}{R_{\text{инф}}^{\text{ок}}} \cdot \left(\frac{\Delta p_i}{\Delta p_o} \right)^{2/3}, \quad (2.18)$$

$$\text{через двери и ворота} \quad G_{\text{инф}} = G_n \cdot A \cdot (\Delta p_i)^{1/2}, \quad (2.19)$$

где $R_{\text{инф}}^{\text{ок}}$ – фактическое сопротивление воздухопроницанию окна, м² · ч/кг, определяется из равенства:

$$R_{\text{инф}}^{\text{ок}} = R_{\text{инф}}^{\text{тр}},$$

где $R_{\text{инф}}^{\text{тр}}$ - требуемое сопротивление воздухопроницанию окна, м² · ч/кг, определяется по формуле:

$$R_{\text{инф}}^{\text{тр}} = \frac{1}{G_n} \cdot \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_o} \right)^{2/3}, \quad (2.20)$$

где G_n - нормируемая воздухопроницаемость ограждающей конструкции, кг/м² · ч, принимается по [1, табл.9];

Δp_o - разность давлений воздуха с наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, принимается равным 10 Па;

Δp - разность давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждающей конструкции, определяется по формуле:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot g \cdot (\rho_H - \rho_B) + 0,3 \cdot \rho_H \cdot v_H^2, \quad (2.21)$$

где H -высота, здания от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты;

g -гравитационная постоянная, принимаемая равной 10 м/с^2 ;

A - площадь ворот/дверей , м^2 ;

ρ_H -удельный вес наружного воздуха, который определяется по формуле, кг/м^3 :

$$\rho_H = \frac{357}{t_H + 273}$$

$$\rho_H = \frac{357}{-30 + 273} = 1,47 \text{ кг/м}^3$$

ρ_B -удельный вес внутреннего воздуха, который определяется по формуле, кг/м^3 :

$$\rho_B = \frac{357}{t_B + 273}$$

$$\rho_B = \frac{357}{15 + 273} = 1,24 \text{ кг/м}^3$$

v_H^2 - скорость наружного воздуха, м/с

Δp_i - расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяется по формуле:

$$\Delta p_i = p_H - p_B, \quad (2.22)$$

где p_H – давление на наружной поверхности ограждающей конструкции, определяется по формуле:

$$p_H = (H - h) \cdot (\rho_H - \rho_B) \cdot g + \frac{\rho_H \cdot v^2}{2} \cdot K_{\text{дин}} \cdot (c_H - c_3), \quad (2.23)$$

где $K_{\text{дин}}$ - коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания [9, табл.11.2];

c_H, c_3 – аэродинамические коэффициенты для наветренной и подветренной ограждающих поверхностей здания, принимается по [9], $c_3 = -0,6, c_H = 0,6$;

h - расчетная высота от уровня земли до верха окон/дверей/ворот.

p_B - давление на внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяется по формуле:

$$p_B = 0,5 \cdot H \cdot (\rho_H - \rho_B) \cdot g + 0,5 \cdot \frac{\rho_H \cdot v^2}{2} \cdot K_{\text{дин}} \cdot (c_H - c_3), \quad (2.24)$$

Расчет ведется для каждого участка и сведен в приложение А.

Также необходимо учесть теплопотери на нагревание въезжающих транспортных средств. Расчет ведется согласно [10]

Для расчета теплотрат на нагревание транспортных средств $Q_{\text{т.с}}$, Вт, используется следующая формула:

$$Q_{\text{т.с.}} = 0,029 \cdot G_{\text{т.с.}} \cdot n \cdot (t_B - t_H), \quad (2.25)$$

где 0,029- расход теплоты, Вт, на нагревание на 1 °С 1 кг массы транспортных средств, въезжающих за 1 час;

$G_{\text{т.с.}}$ - собственная масса транспортного средства, кг, для тяжелого транспорта 2100 кг;

n - число машин, въезжающих за 1 час в помещение, для данного производственного здания максимальное число въезжающих машин равно 5;

Подставив известные данные в формулу (2.25) получим:

$$Q_{\text{т.с.}} = 0,029 \cdot 2100 \cdot 5 \cdot (15 - (-30)) = 13703 \text{ Вт}$$

2.3.1 Расчет теплопотерь через полы по зонам

Расчет ведется в соответствии с [1].

Условные сопротивления теплопередаче для зон принимаются равными:

$$R_I = 2,1 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{II} = 4,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{III} = 8,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_{IV} = 14,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт (для оставшейся площади пола)}$$

Состав полов занесен в таблицу 7.

Таблица 7 - Состав пола

Наименование материала	Толщина слоя δ , мм	Теплопроводность λ Вт/(м·°C)
Песчанная подушка	300	0,58
Гидроизоляция- слой рубероида	1,5	0,17
Засыпка щебня	70	0,26
Бетонная стяжка	50	1,86
Раствор цементно-песчаный	15	0,93
Напольная плитка керамогранит	8	2,49

План на стм. 0,000

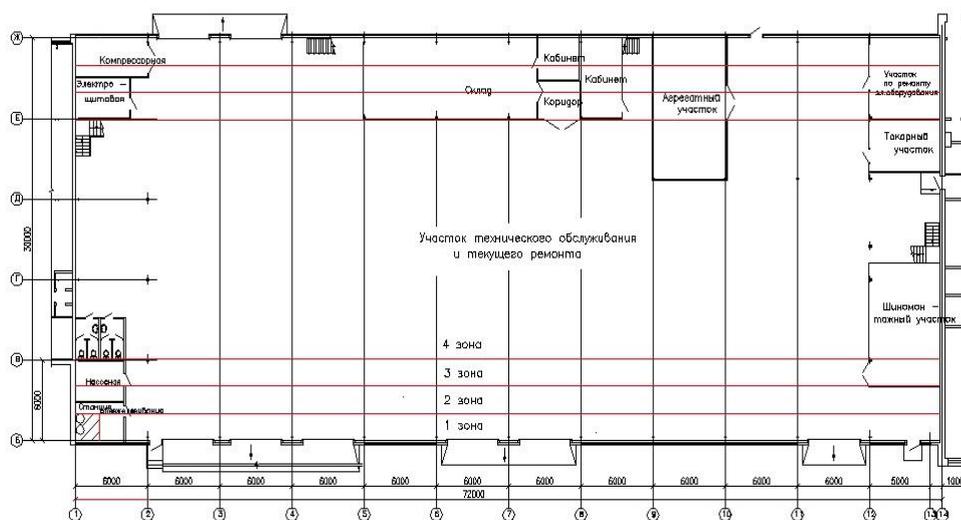


Рисунок 1- Разбивка пола

Пример расчета для агрегатного участка

$$F_{I \text{ зоны}} = 12 \text{ м}^2; F_{II \text{ зоны}} = 12 \text{ м}^2; F_{III \text{ зоны}} = 12 \text{ м}^2; F_{IV \text{ зоны}} = 29,7 \text{ м}^2.$$

Определим теплототери каждой зоны пола :

$$Q_I = \frac{1}{2,1} \cdot 12 \cdot (15 - (-30)) = 257 \text{ Вт}$$

$$Q_{II} = \frac{1}{4,3} \cdot 12 \cdot (15 - (-30)) = 126 \text{ Вт}$$

$$Q_{III} = \frac{1}{8,6} \cdot 12 \cdot (15 - (-30)) = 63 \text{ Вт}$$

$$Q_{IV} = \frac{1}{14,2} \cdot 29,7 \cdot (15 - (-30)) = 94 \text{ Вт}$$

Общие теплототери пола:

$$Q = Q_I + Q_{II} + Q_{III} + Q_{IV} = 257 + 126 + 63 + 94 = 540 \text{ Вт}$$

Аналогично произведен расчет для других помещений.

Расчет теплототерь помещения сведен в приложение А.

2.4 Расчет теплоступлений

2.4.1 Теплоступления от людей

Количество тепла, поступающего в помещение от людей определяется по формуле:

$$Q_{л} = q \cdot n, \text{ Вт}, \quad (2.26)$$

где q - удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел, принимается по [11, табл 2.2]

n - количество человек, находящихся одновременно в помещении.

Пример расчета для участок технического обслуживания и текущего ремонта: количество рабочих - 5 человек

Согласно формуле (2.26) найдем теплоступления от людей в ТП и ХП года:

$$Q_{л}^{\text{ХП}} = 133 \cdot 5 = 665 \text{ Вт}$$

$$Q_{л}^{\text{ТП}} = 58 \cdot 5 = 290 \text{ Вт}$$

Аналогичным образом производится расчет для последующих участков. Данные расчета представлены в приложении В.

2.4.2 Тепловыделения от источников искусственного освещения

Определяются по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \text{ Вт}, \quad (2.27)$$

где E -освещенность, Лк, принимается по [11, табл.2.3]

F -площадь помещения, м²

$q_{\text{осв}}$ - удельные тепловыделения, Вт/м²·Лк, определяемые по [11, табл.2.4]

$\eta_{\text{осв}}$ - доля тепла, поступающего в помещение ; $\eta_{\text{осв}} = 1$

Пример расчета для агрегатного участка:

$$Q_{\text{осв}} = 300 \cdot 65,7 \cdot 0,087 \cdot 1 = 1715 \text{ Вт}$$

Аналогичным образом производится расчет для последующих участков. Данные расчета представлены в приложении В.

2.4.3 Тепловыделения от производственного оборудования и технологических процессов.

Расчет ведется в соответствии с [11].

Поступление тепла от электродвигателей механического оборудования и проводимых ими в действие машин, установленных в общем помещении определяется по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = N_y \cdot k_{\text{сп}} \cdot (1 - k_{\text{п}} \cdot \eta + k_{\text{т}} \cdot k_{\text{п}} \cdot \eta) \cdot 10^3, \quad (2.28)$$

где N_y - установочная мощность электродвигателей, кВт;

$k_{\text{сп}}$ - коэффициент спроса на электроэнергию, принимаемый по заданию к проекту, а при отсутствии данных по [11, табл. 2.5];

$k_{\text{п}}$ - коэффициент, учитывающий полноту загрузки электродвигателя и принимаемый по заданию к проекту или по следующим данным : при загрузке электродвигателя от 1 до 0,5 $k_{\text{п}} = 1$, при загрузке электродвигателя $< 0,5$ $k_{\text{п}} = 0,9$;

η - коэффициент полезного действия электродвигателя при полной его загрузке, принимается по справочным данным [11, стр.23];

k_T - коэффициент перехода тепла в помещении, принимается равным: для металлорежущих станков без охлаждения эмульсией режущего инструмента -1, с охлаждением режущего инструмента эмульсией – 0,9, для вентиляторов- 0,1, для насосов 0 [11].

Теплопоступления от электрических нагревательных печей и сушил определяется по формуле:

$$Q_{\text{печ}} = N_y \cdot k_1 \cdot 10^3, \quad (2.29)$$

где k_1 - коэффициент, учитывающий долю тепла, поступающего в помещение, определяется по [11, табл.2.7].

Тепловыделения от оборудования, потребляющего электроэнергию определяется по формуле:

$$Q_{\text{эл}} = N_y \cdot q_{\text{эл}}, \quad (2.30)$$

где $q_{\text{эл}}$ - удельные тепловые поступления в помещение Вт/кВт, принимаемые по [11, табл.2.7].

Согласно изложенным выше формулам произведем расчет тепловыделений для каждого участка, исходя из количества и типа оборудования представленного в нем.

Агрегатный участок

1. Станок для шлифовки клапанов $N_y = 0,250$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 0,250 \cdot 0,14 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,75 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75) \cdot 10^3 = 33 \text{ Вт}$$

2. Печь электрическая $N_y = 11$ кВт

$$Q_{\text{печ}} = 11 \cdot 1 \cdot 10^3 = 11000 \text{ Вт}$$

3. Стенд обкаточно-тормозной КИ-55401, $N_y = 55$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 55 \cdot 0,2 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,92 + 1 \cdot 0,9 \cdot 0,92) \cdot 10^3 = 11000 \text{ Вт}$$

4. Ванна для мойки мелких деталей TR4001-40, $N_y = 0,220$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 0,220 \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,85 \cdot 0,75 + 0 \cdot 0,85 \cdot 0,75) \cdot 10^3 = 72 \text{ Вт}$$

$$\sum Q = 33 + 11000 + 11000 + 72 = 22105 \text{ Вт}$$

Участок по ремонту электрооборудования

1. Моечная машина С-800, $N_y = 4$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 4 \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,85 \cdot 0,84 + 0 \cdot 0,85 \cdot 0,84) \cdot 10^3 = 1030 \text{ Вт}$$

2. Контрольно-испытательный стенд Э-250, $N_y = 11$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 11 \cdot 0,8 \cdot (1 - 1 \cdot 0,88 + 1 \cdot 1 \cdot 0,88) \cdot 10^3 = 8800 \text{ Вт}$$

3. Станок Р-105, $N_y = 0,4$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 0,4 \cdot 0,2 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,75 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75) \cdot 10^3 = 75 \text{ Вт}$$

4. Заточный станок, $N_y = 3,5$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 3,5 \cdot 0,14 \cdot (1 - 1 \cdot 0,84 + 0,9 \cdot 1 \cdot 0,84) \cdot 10^3 = 448 \text{ Вт}$$

$$\sum Q = 1030 + 8800 + 75 + 448 = 10353 \text{ Вт}$$

Токарный участок

1. Токарный одношпиндельный автоматический станок, $N_y = 5,5$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 5,5 \cdot 0,14 \cdot (1 - 1 \cdot 0,85 + 0,9 \cdot 1 \cdot 0,85) \cdot 10^3 = 705 \text{ Вт}$$

2. Токарный многорезцовый полуавтоматический станок, $N_y = 15,0$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 15 \cdot 0,2 \cdot (1 - 1 \cdot 0,88 + 0,9 \cdot 1 \cdot 0,88) \cdot 10^3 = 2736 \text{ Вт}$$

3. Карусельный фрезерный станок, $N_y = 8$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 8 \cdot 0,14 \cdot (1 - 1 \cdot 0,85 + 0,9 \cdot 1 \cdot 0,85) \cdot 10^3 = 1025 \text{ Вт}$$

$$\sum Q = 705 + 2736 + 1025 = 4466 \text{ Вт}$$

Шинномонтажный участок

1. Балансировочный стенд, $N_y = 0,180$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 0,180 \cdot 0,8 \cdot (1 - 1 \cdot 0,75 + 1 \cdot 1 \cdot 0,75) \cdot 10^3 = 144 \text{ Вт}$$

2. Станок шинномонтажный, $N_y = 0,75$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 0,75 \cdot 0,4 \cdot (1 - 1 \cdot 0,84 + 1 \cdot 1 \cdot 0,84) \cdot 10^3 = 300 \text{ Вт}$$

3. Вулканизатор с манипулятором, $N_y = 1400$ Вт

$$Q_{\text{печ}} = 1400 \cdot 0,37 = 518 \text{ Вт}$$

$$\sum Q = 144 + 300 + 518 = 962 \text{ Вт}$$

Станция обезжелезивания

1. Станция обезжелезивания воды «Кристалл-НК-Б-6», $N_y = 5,5$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 5,5 \cdot 0,85 \cdot (1 - 1 \cdot 0,85 + 1 \cdot 1 \cdot 0,85) \cdot 10^3 = 701 \text{ Вт}$$

Насосная

1. Насосная станция, $N_y = 300$ Вт

$$Q_{\text{общ}} = 300 \cdot 0,8 \cdot (1 - 1 \cdot 0,75 + 0 \cdot 1 \cdot 0,75) = 60 \text{ Вт}$$

Участок технического обслуживания и текущего ремонта

1. Двустоечный электрогидравлический подъемник 3 штуки, $N_y = 2,2$ кВт

$$Q_{\text{общ}} = 2,2 \cdot 0,4 \cdot (1 - 1 \cdot 0,84 + 1 \cdot 1 \cdot 0,84) \cdot 10^3 = 880 \times 3 \text{ шт} = 2640 \text{ Вт}$$

2. Аппарат для точечной сварки модель 4645, $N_y = 35$ кВт

$$Q_{\text{эл}} = 35 \cdot 250 = 8750 \text{ Вт}$$

3. Аппарат для электродуговой сварки «HERZ TIC-25084», $N_y = 7,14$ кВт

$$Q_{\text{эл}} = 7,14 \cdot 748 = 5341 \text{ Вт}$$

4. Аппарат для плазменной резки «Мультиплаз 3500», $N_y = 3,5$ кВт

$$Q_{\text{эл}} = 3,5 \cdot 748 = 2618 \text{ Вт}$$

$$\sum Q = 2640 + 8750 + 5341 + 2618 = 19349 \text{ Вт}$$

Компрессорная

1. Компрессорная станция КВ-12/12П, $N_y = 132$ кВт

$$Q_{\text{эл}} = 132 \cdot 81 = 10692 \text{ Вт}$$

2.4.4 Теплопоступления от солнечной радиации

Теплопоступление через вертикальное остекление оконных проемов рассчитывают для теплого периода года по формуле:

$$Q_{\text{сол}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) \cdot F_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{\text{сз}}, \text{ Вт}, \quad (2.31)$$

где $q_{\text{вп}}$ - поступление тепла от прямой и солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм [10, табл.2.19]

$q_{вр}$ - поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм [10, табл.2.19]

F_0 - поверхность остекления, м

k_1 - коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнение атмосферы [10]

k_2 - коэффициент, учитывающий загрязнение стекла [10]

$\beta_{сз}$ - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый равным 1.

Расчет теплоступлений от солнечной радиации ведется для каждого участка и сведен в приложение Б.

2.4.5 Теплоступления от системы отопления

В здании предусмотрено дежурное водяное отопление. Количество тепла, сообщаемое отоплением в нерабочее время $Q_{д.о.}$, Вт, рассчитывается по формуле:

$$Q_{д.о.} = \frac{\Sigma Q_{огр}}{(t_{в} - t_{н})} \cdot (5 - t_{н}), \text{ Вт}, \quad (2.32)$$

где $Q_{огр}$ - теплопотери через наружные ограждения, Вт

Пример расчета для агрегатного участка:

$$Q_{д.о.} = \frac{1946}{(15 - (-30))} \cdot (12 - (-30)) = 1816 \text{ Вт}$$

Аналогичным образом производится расчет для последующих участков. Данные расчета представлены в приложении В

2.4.6 Тепловой баланс

В помещении, в котором поддерживается постоянный тепловой режим, должен соблюдаться тепловой баланс:

$$\Sigma Q = 0$$

Для определения расчетной тепловой способности системы следует произвести расчет избытков теплоты в помещении путем суммирования всех

теплопоступлений и теплопотерь с учетом знака (теплопотери учитываются со знаком “минус”):

$$\pm Q_{\text{вент}}^{\text{хп}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{обор}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{проч}} - Q_{\text{огр}} - Q_{\text{инф}} - Q_{\text{проч}}, \text{Вт}, \quad (2.33)$$

где $Q_{\text{проч}}$ -прочие теплопотери или теплопоступления, принимаемые в размере 5-10% от суммы теплопотерь или теплопоступлений

$$\pm Q_{\text{вент}}^{\text{тп}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{обор}} + Q_{\text{с.р.}}, \text{Вт} \quad (2.34)$$

Тепловой баланс составляется для каждого участка и каждого периода года и занесен в приложение В.

3 ОТОПЛЕНИЕ

3.1 Конструирование системы отопления

В здании запроектирована двухтрубная система отопления с тупиковым движением теплоносителя с параметрами теплоносителя 95°С-70 °С. В качестве нагревательных приборов применяются гладкотрубные регистры. Система выполнена из стальных водогазопроводных труб, проложена как открыто так и в полу. В полу прокладка труб осуществляется в трубчатой теплоизоляции «Энергофлекс». Удаление воздуха происходит на каждом приборе с помощью крана Маевского.

3.2 Гидравлический расчет системы отопления

Последовательность гидравлического расчета:

1. Определяется расчетное циркуляционное давление ΔP_p , Па :

$$\Delta p_p = \Delta p_H + B \cdot \Delta p_E, \quad (3.1)$$

где ΔP_H – давление, создаваемое насосом или элеватором. Находится по формуле:

$$\Delta p_H = 100 \cdot \sum l_{\text{цик}} \quad (3.2)$$

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

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

$$\Delta p_{E, \text{пр}} = \beta \cdot g \cdot h_1 \cdot (t_2 - t_0), \quad (3.3)$$

где β – среднее приращение плотности при понижении температуры воды на 1°С. Принимается по [20, 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).

$\Delta p_{E,mp}$ принимаем условно равное нулю.

Определяются средние удельные потери давления на трение:

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot \Delta p_p \cdot 0,9}{\sum l_{цик}}, \quad (3.4)$$

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

2. Определяется расход воды на участках:

$$G_{уч} = \frac{0,86 \cdot Q_{уч} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_2 - t_o)}, \quad (3.5)$$

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

β_1 - коэффициент, учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов по мощности. Принимается по [20, табл. 9.4]. $\beta_1=1,04$.

β_2 - коэффициент, учитывающий способ установки отопительного прибора. Принимается по [20, табл. 9.5]. $\beta_2=1,03$.

3. По R_{cp} и $G_{уч}$ подбираются возможные диаметры трубопровода для расчетного кольца по [6, прил II, табл. II.1].

4. Для каждого участка находится сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$ по [20, прил II, табл. II.10-II.13] и $P_{дин}$.

5. Определяются общие потери давления в расчетном кольце:

$$\Delta p_{уч} = R_{\phi} \cdot l_{уч} + Z \quad (3.4)$$

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

$$\frac{\Delta P_p - \sum \Delta P_{уч}}{\Delta P_p} \cdot 100\% \leq 5\% \quad (3.5)$$

7. Аналогично проводится расчет второстепенного кольца.

10. 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:

$$d_\partial = 3,56 \cdot \sqrt[4]{\left(\frac{G_{cm}^2}{\Delta P_\partial}\right)}, \quad (3.6)$$

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

ΔP_∂ – 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 Г.

3.3 Тепловой расчет нагревательных приборов

Поэтому теплоотдача прибора равна расчетным теплотерям помещения за минусом теплоотдачи труб:

$$Q_{np} = Q_{ном} - \beta_{тр} \cdot Q_{тр}, \quad (3.7)$$

где β_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи труб в помещении: при открытой прокладке $\beta_{mp} = 0,9$;

Q_{mp} – теплоотдача труб, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{mp} = q_6 \cdot l_6 + q_2 \cdot l_2, \quad (3.8)$$

где q_6, q_2 – теплоотдача 1 м вертикальной и горизонтальной проложенных труб, Вт/м определяется по [20, табл. II.21];

l_6, l_2 – длина вертикальной и горизонтальной проложенных труб, м.

Расчетная площадь отопительного прибора определяется:

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{k \cdot \Delta t}, \quad (3.9)$$

где k - коэффициент теплопередачи стали;

Δt - разница температур между подачей и внутренней температуры воздуха в помещении;

Наружный диаметр прибора определяется по формуле:

$$d_n = \frac{F}{\pi \cdot l}, \quad (3.10)$$

где l -длина прибора, м

Пример расчета для агрегатного участка:

Теплоотдача труб по формуле (3.8):

-подача: $q_7 = 134$ Вт/м, $l_2 = 7$ м;

-обратка: $q_7 = 82$ Вт/м, $l_2 = 9$ м;

-подводки: подача $q_6 = 56$ Вт/м, $q_2 = 75$ Вт/м, $l_2 = 0,2$ м, $l_6 = 0,5$ м;

обратка $q_6 = 30$ Вт/м, $q_2 = 41$ Вт/м, $l_2 = 0,2$ м, $l_6 = 0,5$ м;

$$Q_{mp} = (7 \cdot 134) + (9 \cdot 82) + (56 \cdot 0,5) + (75 \cdot 0,2) + (30 \cdot 0,5) + (41 \cdot 0,2) \\ = 1702 \text{ Вт}$$

Теплоотдача прибора по формуле (3.7):

$$Q_{np} = 2713 - 0,9 \cdot 1702 = 1181 \text{ Вт}$$

Расчетная площадь отопительного прибора по формуле (3.9):

$$F_{np} = \frac{1181}{11,63 \cdot (95 - 15)} = 1,3 \text{ м}^2$$

Наружный диаметр прибора по формуле (3.10):

$$d_n = \frac{1,3}{3,14 \cdot 6} = 0,069 \text{ м}$$

Принимаем к установке регистр из двух труб, диаметра 65 мм, длина 1 трубы 3 м.

Аналогично производим расчет для последующих участков. Расчет сведен в приложение Ж.

3.4 Расчет и подбор оборудования.

Давление, которое развивает насос определяется по формуле:

$$P_n = \Delta P_{co} \cdot 1,15, \text{ Па} \quad (3.11)$$

Подставив известные данные в формулу (3.11) получим:

$$P_n = 17124 \cdot 1,15 = 19693 \text{ Па}$$

По расходу $G = 4916 \text{ кг} / \text{ч} = 4,9 \text{ м}^3 / \text{ч}$ и давлению $P_n = 19693 \text{ Па}$ по [21] подберем циркуляционные насос марки Wilo magna3 25-60. Характеристика насоса представлена в приложении З.

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

4.1 Определение требуемых воздухообменов

4.1.1 Определение объемов местной вытяжной вентиляции

Определение объемов местной вытяжной вентиляции производится согласно [10, табл. 7.1] для каждого участка и сводится в таблицу 8.

Таблица 8- Местные отсосы и укрытия

Оборудование	Кол-во	Тип местного отсоса	Объем	$L_{м.о.}$ м ³ /ч
1	2	3	4	5
Агрегатный участок				
Станок для шлифовки клапанов с охлаждением кругов эмульсией	1	Защитно-обеспылевающий кожух	1500	$L_{м.о.} = 6 \cdot d_{кр} =$ $= 6 \cdot 250 = 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$
Печь электрическая	1	Зонт-козырек над разгрузочными окнами	2100	2100
Ванна для мойки мелких деталей	1	Бортовой отсос	1400	1400
			Всего	5000
Участок по ремонту электрооборудования				
Машина моечная	1	Укрытие	1500	1500
Токарный станок Р-105	1	Боковой воздухоприемник $v_{вс.отв.} = 11 \text{ м/с}$	400	400
Заточный станок	1	Защитно-обеспылевающий кожух	500	$L_{м.о.} = 2 \cdot d_{кр} =$ $= 2 \cdot 250 = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$
			Всего	2400
Токарный участок				
Карусельный фрезерный станок	1	Боковой воздухоприемник	840	840

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
Токарный одношпиндельный автоматический станок	1	Пылеприемник в виде воронки сзади фрезы или сверла	400	400
Токарный многорезцовый полуавтоматический станок	1	Боковой воздухоприемник	1080	1080
			Всего	2320
Шиномонтажный участок				
Вулканизатор с манипулятором	1	Зонт $v_{\text{сеч.зонт.}} = 0,6 \text{ м/с}$	1555	$L = 3600 \cdot v \cdot F =$ $= 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,72 =$ $= 1555 \text{ м}^3 / \text{ч}$
Участок технического обслуживания и текущего ремонта				
Аппарат для точечной сварки	1	Верхний отсос	170	170
Аппарат для электродуговой сварки	1	Встроенный отсос	42	42
Аппарат для плазменной резки	1	Отсос из под стола	2600	2600
			Всего	2812

4.1.2 Расчет выделяющихся вредностей

Вредности выделяющиеся на каждом участке от каждого типа оборудования определяются по [10,табл.7.17,7.18,7.19] занесены в приложение И.

Расход вредных выделений определяется по формуле:

-при сварке:
$$M = G \cdot t \cdot n \cdot (1 - \eta), \quad (4.1)$$

где t - удельное количество вредных выделений, определяется по [10];

n - количество оборудования;

η - КПД местного отсоса, принимается равным 0,7-0,8

G - расход материала, кг/ч;

- при газовой резке :
$$M = v_p \cdot \tau \cdot m \cdot n \cdot (1 - \eta), \quad (4.2)$$

где v_p - скорость реза, м/с;

τ - время реза, принимается 10 мин.

4.1.3 Определение объемов общеобменной вентиляции

Расход на разбавление тепла ведется для каждого участка и периода года в отдельности, определяется по формуле:

$$L = L_{MO} + \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{я}^{PB} - L_{MO} \cdot (t_B - t_{п}) \cdot c \cdot \rho}{c \cdot \rho \cdot (t_y - t_{п})}, \quad (4.3)$$

где $Q_{я}^{PB}$ - избытки теплоты по тепловому балансу, с учетом дежурного отопления;

c – удельная теплоемкость воздуха, кДж/кг⁰С, $c = 1,005$ кДж/кг⁰С

ρ – плотность воздуха, кг/м³, $\rho = 1,225$ кг/м³

$t_{п}$ - температура притока в холодный период года, определяется по формуле:

$$t_{п} = t_B \mp \Delta t_p, \quad (4.4)$$

где Δt_p - расчетная разность температур, принимается $5 \div 8$ °С

$$t_{п}^{XII} = 15 - 5 = 10 \text{ °С}$$

$$t_{п}^{TII} = t_H = 24,6 \text{ °С}$$

t_y - температура удаляемого воздуха, определяется по формуле:

$$t_y = t_{п} + k \cdot (t_B - t_{п}), \quad (4.5)$$

где k - коэффициент, принимаемый по [10] в зависимости от $Q_{уд}$.

$$t_y^{XII} = 10 + 1,4 \cdot (15 - 10) = 17 \text{ °С}$$

$$t_y^{\text{ТП}} = 24,6 + 1,4 \cdot (27 - 24,6) = 28 \text{ }^\circ\text{C}$$

Расход на разбавления вредностей определяется по формуле:

$$L_i = L_{\text{МО}} + \frac{M_i - L_{\text{МО}} \cdot (z_{\text{В}} - z_{\text{П}})}{z_y - z_{\text{П}}}, \quad (4.6)$$

где $z_{\text{В}}$ - концентрация вредных веществ во внутреннем воздухе помещения, принимается равной ПДК_{р.з.};

z_y - концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе помещения, принимается равной ПДК_{р.з.}.

$z_{\text{П}}$ - концентрация вредных веществ в приточном воздухе помещения, принимается равной 0,3ПДК_{р.з.}.

Расход по санитарным нормам:

$$L_{\text{СН}} = 20 \cdot n, \quad (4.7)$$

где n - количество человек

$$L_{\text{СН}} = 20 \cdot 15 = 300 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Агрегатный участок

Расход на разбавление тепла:

$$\text{XII: } L = 5000 + \frac{3,6 \cdot 24397 - 5000 \cdot (15 - 10) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (17 - 10)} = 11202 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\text{ТII: } L = 5000 + \frac{3,6 \cdot 27140 - 5000 \cdot (27 - 24,6) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (28 - 24,6)} = 20846 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход на разбавление вредностей:

$$L_{\text{аэрозоль масла}} = 5000 + \frac{4200 - 5000 \cdot (5 - 1,5)}{5 - 1,5} = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{аэрозоль эмульсола}} = 5000 + \frac{2,3 - 5000 \cdot (5 - 1,5)}{5 - 1,5} = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{окись углерода}} = 5000 + \frac{12000 - 5000 \cdot (3 - 0,9)}{3 - 0,9} = 3429 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для ТП принимаем максимальный расход $L = 20846 \text{ м}^3/\text{ч}$, для ХП $L = 11202 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Участок по ремонту электрооборудования

Расход на разбавление тепла:

$$\underline{\text{ХП:}} \quad L = 2400 + \frac{3,6 \cdot 12809 - 2400 \cdot (15 - 10) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (17 - 10)} = 5895 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\underline{\text{ТП:}} \quad L = 2400 + \frac{3,6 \cdot 13130 - 2400 \cdot (27 - 24,6) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (28 - 24,6)} = 11852 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход на разбавление вредностей:

$$L_{\text{пыль чугуна}} = 2400 + \frac{2400 - 2400 \cdot (2 - 0,6)}{2 - 0,6} = 3086 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{пыль текстолита}} = 2400 + \frac{7200 - 2400 \cdot (2 - 0,6)}{2 - 0,6} = 5143 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{пыль карболита}} = 2400 + \frac{7200 - 2400 \cdot (2 - 0,6)}{2 - 0,6} = 5143 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{цветных металлов}} = 2400 + \frac{800 - 2400 \cdot (2 - 0,6)}{2 - 0,6} = 571 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для ТП принимаем максимальный расход $L = 11852 \text{ м}^3/\text{ч}$, для ХП $L = 5895 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Токарный участок

Расход на разбавление тепла:

$$\underline{\text{ХП:}} \quad L = 2320 + \frac{3,6 \cdot 5873 - 2320 \cdot (15 - 10) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (17 - 10)} = 3116 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\underline{\text{ТП:}} \quad L = 2320 + \frac{3,6 \cdot 4582 - 2320 \cdot (27 - 24,6) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (28 - 24,6)} = 4623 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход на разбавление вредностей:

$$L_{\text{аэрозоль масла}} = 2320 + \frac{980 - 2320 \cdot (5 - 1,5)}{5 - 1,5} = 280 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{аэрозоль эмульсола}} = 2320 + \frac{16,8 - 2320 \cdot (5 - 1,5)}{5 - 1,5} = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для ТП принимаем максимальный расход $L = 4623 \text{ м}^3/\text{ч}$, для ХП $L = 3116 \text{ м}^3/\text{ч}$, но так как на данном участке нет окон, а значит и не будет естественной приточной вентиляции в ТП года, поэтому задаемся расходом в ХП $L = 4623 \text{ м}^3/\text{ч}$ и пересчитываем температуру притока в ХП : $t_{\text{п}}^{\text{ХП}} = 13,8 \text{ }^\circ\text{C}$

Шиномонтажный участок

Расход на разбавление тепла:

$$\underline{\text{ХП:}} \quad L = 1555 + \frac{3,6 \cdot 2237 - 1555 \cdot (15 - 10) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (17 - 10)} = 1379 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\underline{\text{ТП:}} \quad L = 1555 + \frac{3,6 \cdot 1136 - 1555 \cdot (27 - 24,6) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (28 - 24,6)} = 1434 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Т.к. расход воздуха получился меньше расхода местных отсосов, ведется перерасчет. Задаемся, что $L = L_{\text{МО}}$, и по формуле (4.4) пересчитывается температура притока.

$$t_{\text{п}}^{\text{ХП}} = 10,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{п}}^{\text{ТП}} = 24,86 \text{ }^\circ\text{C}$$

Расход на разбавление вредностей:

$$L_{\text{оксид углерода}} = 1555 + \frac{0,2 - 1555 \cdot (20 - 6)}{20 - 6} = 0,014 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{диоксид серы}} = 1555 + \frac{0,66 - 1555 \cdot (10 - 3)}{10 - 3} = 0,08 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{окись азота}} = 1555 + \frac{0,6 - 1555 \cdot (0,085 - 0,0255)}{0,085 - 0,0255} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для ТП и для ХП принимаем максимальный расход $L = 1555 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Участок технического обслуживания и текущего ремонта

Расход на разбавление тепла:

$$\underline{\text{ХП:}} \quad L = 2812 + \frac{3,6 \cdot 6849 - 2812 \cdot (15 - 10) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (17 - 10)} = 3665 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\underline{\text{ТП:}} \quad L = 2812 + \frac{3,6 \cdot 44558 - 2812 \cdot (27 - 24,6) \cdot 1,005 \cdot 1,225}{1,005 \cdot 1,225 \cdot (28 - 24,6)} = 39149 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход на разбавление вредностей:

$$L_{\text{сварочный аэрозоль}} = 2812 + \frac{40990 - 2812 \cdot (5 - 1,5)}{5 - 1,5} = 11711 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{окислы марганца}} = 2812 + \frac{17 - 2812 \cdot (0,1 - 0,03)}{0,1 - 0,03} = 243 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{окись железа}} = 2812 + \frac{500 - 2812 \cdot (4 - 1,2)}{4 - 1,2} = 179 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{фтористый водород}} = 2812 + \frac{4 - 2812 \cdot (0,05 - 0,015)}{0,05 - 0,015} = 114 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{оксид азота}} = 2812 + \frac{7560 - 2812 \cdot (5 - 1,5)}{5 - 1,5} = 2160 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{оксиды алюминия}} = 2812 + \frac{8800 - 2812 \cdot (2 - 0,6)}{2 - 0,6} = 6286 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{углеводород}} = 2812 + \frac{15000 - 2812 \cdot (3 - 0,9)}{3 - 0,9} = 7143 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для ТП принимаем максимальный расход $L = 39149 \text{ м}^3/\text{ч}$, для ХП $L = 11711 \text{ м}^3/\text{ч}$ и пересчитываем температуру притока в ХП: $t_{\text{п}}^{\text{ХП}} = 13,3 \text{ }^\circ\text{C}$

4.1.4 Воздушный баланс

В таких помещениях, как компрессорная, насосная, станция обезжелезивания, кабинет воздухообмен определяется по кратности.

Расход вентилируемого воздуха по нормируемой кратности, м³/ч, рассчитывается по формуле:

$$L = k \cdot V, \quad (4.8)$$

где k - кратность воздухообмена, ч⁻¹ принимается согласно техническим указаниям и по [12, табл.3.13];

V - внутренний объем помещения, м³.

Если $\sum L_{\text{п}} \neq \sum L_{\text{в}}$, то разница добавляется в основное помещение либо на приток, либо на вытяжку.

Результаты расчета воздухообмена по кратности сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Воздушный баланс по кратности

Наименование помещения	t _в , °C	Объем помещения, V	Приток		Вытяжка	
			k	L м3/ч	k	L м3/ч
1. Кабинет	18	40,4	1,5	62	-	
2. Кабинет	18	75,3	1,5	115	-	
3. Склад	15	325,7	-		1	326
3. Компрессорная	15	62,7	8	502	3	188
4. Насосная	15	44,52	8	356	Через смежные помещения	
5. Станция обезжелезивания	15	41,9	6	252	Через смежные помещения	
6. Санузел	16	43,18	Через смежные помещения		50 м ³ /ч на 1 унитаз	200
			Баланс	∑1287		∑714
Вытяжка на участке технического обслуживания и текущего ремонта 573 м ³ /ч						

Для всех остальных помещений, воздушный баланс определяется расчетом и занесен в таблицу 10.

Таблица 16- Воздушный баланс по расчету

Наименование помещения	Период года	V, м ³	Избытки /недостатки тепла	Вытяжная вентиляция							Приточная вентиляция				
				Местная		Общеобменная		Всего	Кратность	ty	Общеобменная		Всего	Кратность	tp
				Естественная	Искусственная	Естественная	Искусственная				Естественная	Искусственная			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Агрегатный участок	ТП	464,5	27140	-	5000	-	15846	20846	45	28	9644	11202	20846	45	24,6
	ХП		24397	-	5000	-	6202	11202	24	17	-	11202	11202	24	10
Участок по ремонту эл. оборудования	ТП	133,6	13130	-	2400	-	9452	11852	89	28	5957	5895	11852	89	24,6
	ХП		12809	-	2400	-	3495	5895	44	17	-	5895	5895	44	10
Токарный участок	ТП	85	4582	-	2320	-	2303	4623	54	28	-	4623	4623	54	24,6
	ХП		5873	-	2320	-	2303	4623	54	17	-	4623	4623	54	13,8
Шиномонтажный участок	ТП	201	1136	-	1555	-	0	1555	8	28	-	1555	1555	8	24,86
	ХП		2237	-	1555	-	0	1555	8	17	-	1555	1555	8	10,8
Участок тех. обслуживания и текущего ремонта	ТП	13936,4	44558	-	2812	-	36337	39149	3	28	27438	11711	39149	3	24,6
	ХП		6849	-	2812	-	8899	11711	1	17	-	11711	11711	1	13,3

4.2 Выбор и обоснование принципиальных решений и конструирование

В данной работе запроектирована приточно-вытяжная система. Для помещений компрессорной, насосной, станции обезжелезивания, агрегатного участка, участка по ремонту электрооборудования, и шиномонтажного приток воздуха осуществляется из венткамеры системой П1 с температурой 10 °С; для остальных помещений системой П2 с температурой 13°С . Приток в кабинеты осуществляется с температурой 18 °С с помощью моноблочной приточной системы, расположенной под потолком в складе. Крепление воздуховодов осуществляется к потолку на отметке 6,275 м. Механическая вытяжка осуществляется системами В1, В2, В3, В4, В5, В6, естественная системами ВЕ1, ВЕ2. От оборудования предусмотрена вытяжка в виде местных отсосов. Также для удаления выхлопных газов от автомобилей предусмотрена пряморельсовая система удаления выхлопных газов.

В теплый период года предусмотрены аэрационные проемы для естественной вентиляции, расположенные на высоте 1,5 м от пола.

4.3 Аэродинамический расчет системы вентиляции

4.3.1 Выбор и расчет воздухораспределительных устройств

Порядок расчета :

1. В зависимости от конструктивных характеристик помещения и принятой схемы воздухообмена выбирается тип, количество и место установки ВР. По справочным данным определяют площадь живого сечения воздухораспределителя F_0 , м², скоростной коэффициент m и температурный коэффициент n .

2. Определяют скорость воздуха на выходе из ВР, м/с по формуле:

$$V_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0}, \quad (4.9)$$

где F_0 -площадь живого сечения ВР, м², определяемая по [10, табл.17,6]

L_0 -расход одного ВР, м³/ч

$$L_0 = \frac{L}{N},$$

где L -воздухообмен по расчету, м³/ч

N - количество ВР , шт

3.Определяют максимальную скорость воздуха на основном участке струи на входе в рабочую зону:

$$v_x = \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x} \cdot k_c k_B k_H, \quad (4.10)$$

где x - дальность струи, м ;

m - скоростной коэффициент ;

k_c -коэффициент стиснения. Для компактных и неполных веерных струй, определяется в зависимости от величины:

$$x' = \frac{x}{m \cdot \sqrt{F_{\Pi}}}$$

И соотношения:

$$F = \frac{F_0}{F_{\Pi}},$$

где F_{Π} -площадь поверхности ограждения перпендикулярная направлению движения струи в расчете на одну струю, м²

Для полных веерных струй из соотношения:

$$\frac{H_{\Pi} - h_{p.z.}}{\sqrt{F_{\Pi}}}, \quad (4.11)$$

где H_{Π} - высота помещения, м;

$h_{p.z.}$ - высота рабочей зоны, м

Исходя из этих соотношения находится коэффициент k_c по [10, табл.3.5].

k_B - коэффициент взаимодействия находится по [10, табл.3.7]. Для компактных, веерных струй зависит от количества струй и соотношения:

$$\frac{x}{l}, \quad (4.12)$$

где l - половина расстояния между струями, м

k_H -коэффициент неизотермичности. Рассчитывается в зависимости от соотношения:

- $\frac{H}{\sqrt{F_0}} > 100$ –струя изотермическая, $k_H = 1$

$$\text{где } H = 5,45 \frac{m \cdot v_0 \cdot \sqrt{F_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}} \quad (4.13)$$

- $14,7 < \frac{H}{\sqrt{F_0}} < 100$, то k_H рассчитывается по формулам:

-при вертикальной подаче сверху вниз для компактных струй:

$$k_H = \sqrt[3]{1 \pm \left(\frac{x}{H}\right)^2} \quad (4.14)$$

-для неполных веерных струй:

$$k_H = \sqrt[3]{1 \pm \frac{3}{2} \left(\frac{x}{H}\right)^2} \quad (4.15)$$

-при горизонтальной подаче не настилающимися струями:

$$k_H = \sqrt{1 \pm \left(\frac{x}{H}\right)^4} \quad (4.16)$$

При подаче охлажденного воздуха настилающимися горизонтальными струями $k_H = 1$.

- $\frac{H}{\sqrt{F_0}} < 14,7$ - k_H принимается по номограмме [10, рис.3.3]

4. Согласно требованиям [2] при выполнении расчетов должно выполняться условие:

$$v_x \leq k \cdot v_B, \quad (4.17)$$

где v_B - нормируемая подвижность воздуха в помещении

k - коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха в помещении к максимальной скорости в струе, определяется по [2, прил. Б].

5. Определяется максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне по формуле:

$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_o \cdot \sqrt{F_o}}{x} \cdot \frac{k_B}{k_c k_H}, \quad (4.18)$$

где Δt_o - избыточная температура приточного воздуха:

$$\Delta t_o = |t_{\Pi} - t_B|$$

6. Максимальная разность температур не должна превышать допустимое отклонение, величина которого определяется по [2, прил. В]:

$$\Delta t_x \leq \Delta t_{\text{доп}}$$

Пример расчета воздухораспределительных устройств для агрегатного участка:

1. По расчетному расходу $L = 11202 \text{ м}^3/\text{ч}$ выбираются решетки вентиляционные регулируемые РВ-2 в количестве $N = 8$ шт.

Решетка РВ-2 имеет площадь живого сечения $F_o = 0,062 \text{ м}^2$, скоростной коэффициент $m = 2$ и температурный коэффициент $n = 1,9$

Количество подаваемого воздуха через одно воздухораспределительное устройство:

$$L_o = \frac{11202}{8} = 1400 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$2. v_o = \frac{1400}{0,062 \cdot 3600} = 6,3 \text{ м/с}$$

$$3. v_x = \frac{2 \cdot 6,3 \cdot \sqrt{0,062}}{5,57} \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,97 = 0,38 \text{ м/с}$$

Так как данное воздухораспределительное устройство подает веерную струю, то k_c :

$$\frac{6,4 - 1,5}{\sqrt{65,7}} = 0,68 \Rightarrow k_c = 0,7$$

Коэффициент k_B :

$$x = 6,400 - 1,5 = 4,9 \text{ м}$$

$$\frac{4,9}{1,14} = 4,3 \Rightarrow k_B = 1$$

Коэффициент k_H :

$$H = 5,45 \frac{2 \cdot 6,3 \cdot \sqrt[4]{0,062}}{\sqrt{1,9 \cdot 5}} = 11$$

$$\Delta t_0 = |10 - 15| = 5$$

$$\frac{11}{0,25} = 44, \text{ т.к. это соотношение удовлетворяет условию}$$

$$14,7 < \frac{H}{\sqrt{F_0}} < 100, \text{ то } k_H :$$

$$k_H = \sqrt[3]{1 - \frac{3}{2} \left(\frac{5,57}{11}\right)^2} = 0,97$$

$$4. \quad 0,38 \leq 2 \cdot 0,4 \Rightarrow \text{условие выполняется}$$

$$5. \quad \Delta t_x = \frac{1,9 \cdot 5 \cdot \sqrt{0,062}}{4,9} \cdot \frac{1}{0,7 \cdot 0,97} = 0,7$$

$$6. \quad 0,7 \leq 2 \Rightarrow \text{условие выполняется}$$

Аналогичным образом производится расчет воздухораспределителей для остальных участков.

4.3.2 Аэродинамический расчет

Цель данного расчета: подбор диаметров воздуховода, определение потерь давления, и скоростей воздуха.

Аэродинамический расчет приточной и вытяжной механической вентиляции сведен в приложение К.

4.3.3 Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции

Методика данного расчета аналогична рассмотренной методике расчета систем механической вентиляции. Отличие состоит в заданном значении располагаемого давления и в малых значениях рекомендуемых скоростей:

- в сечении решетки 0,5-1 м/с
- в каналах 1-1,5 м/с
- в вытяжных шахтах 1,5-2 м/с

В качестве расчетной температуры наружного воздуха в аэродинамическом расчете вытяжных систем с естественным побуждением движения воздуха принимается $t_H = +5^\circ\text{C}$.

Расчетное гравитационное давление, Па, определяют по формуле:

$$P_{\text{расп}} = h(\rho_{\text{нар}} - \rho_{\text{вн}})g, \quad (4.23)$$

где h -высота воздушного столба, м

$\rho_{\text{нар}}, \rho_{\text{вн}}$ - плотность наружного воздуха при $t_H = +5^\circ\text{C}$ и внутреннего воздуха, кг/м^3 , определяющиеся по формуле:

$$\rho_{\text{нар}} = \frac{353}{t_H + 273}, \quad (4.24)$$

где t_H -расчетная температура наружного воздуха, $t_H = +5^\circ\text{C}$.

$$\rho_{\text{вн}} = \frac{353}{t_B + 273}, \quad (4.25)$$

где t_B - температура внутреннего воздуха в холодный период года, $^\circ\text{C}$

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

Подставив известные значения в формулы (4.24), (4.25) получим:

$$\rho_{\text{нар}} = \frac{353}{5 + 273} = 1,27 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{вн}} = \frac{353}{15 + 273} = 1,22 \text{ кг/м}^3$$

Величину запаса при определении потерь давления в основном расчетном направлении принимают от 5 до 10%:

$$5 \leq \frac{P_{\text{расп}} - (Rl + Z)_{\text{сист}}}{P_{\text{расп}}} \cdot 100 \leq 10\% \quad (4.26)$$

Аэродинамический расчет вытяжной естественной вентиляции сведен в приложение М. Расчетные аксонометрические схемы приведены в приложении Н.

4.3.4 Аэродинамический расчет систем аспирации

Аэродинамический расчет систем аспирации выполняется аналогично аэродинамическому расчету вентиляционных систем, но имеются отличия. Скорость воздуха в воздуховодах для систем аспирации рекомендуется принимать 16-20 м/с. Аэродинамический расчет произведен согласно [13]. Данные расчета сведены в приложение Л. Расчетные аксонометрические схемы приведены в приложении Н.

4.4 Расчет и подбор вентиляционного оборудования

4.4.1 Расчет и подбор калорифера

1. Определение общего максимального расхода теплоты на вентиляцию, Вт:

$$Q_B = 0,278 \cdot G \cdot c_B (t_K - t_H), \quad (4.27)$$

где c_B - теплоемкость воздуха, $c_B = 1,005$ кДж/кг $^{\circ}$ С

G - расход воздуха, кг/ч

t_K - конечная температура воздуха, $^{\circ}$ С

t_H - начальная температура воздуха, $^{\circ}$ С.

2. Определение площади живого сечения по воздуху, м 2 :

$$f_1 = \frac{G}{3600(v\rho_1)}, \quad (4.28)$$

где $v\rho_1$ - массовая скорость воздуха, принимаемая 8 м/с.

3. По ориентировочной величине живого сечения по воздуху, подбирается тип и количество калориферов, устанавливаемых параллельно воздуху.

4. Для принятых калориферов определяется действительная величина живого сечения калориферов по воздуху $f_{ж.с.}$ и действительная площадь поверхности нагрева F_D .

5. Определяется действительная массовая скорость воздуха в живом сечении калориферов:

$$v\rho = \frac{G}{3600 \cdot f_{\text{ж}} \cdot m}, \quad (4.29)$$

где m - количество калориферов, соединенных параллельно по воздуху

6. Определяется способ соединения калориферов по воде и определяется количество воды, м³/ч, проходящей через каждый калорифер:

$$W = \frac{0,86 \cdot Q}{1000(T_1 - T_2)n}, \quad (4.30)$$

где n - количество калориферов, соединяемых параллельно по воде.

7. Скорость воды в трубках калорифера:

$$w = \frac{W}{3600 \cdot f_{\text{тр}}}, \quad (4.31)$$

где $f_{\text{тр}}$ - площадь живого сечения трубок для прохода воды, м²[14,табл.4.37]

8. По справочным данным определяется коэффициент теплопередачи калориферов k , Вт/(м²°С).

9. Определяется требуемая площадь поверхности нагрева калориферной установки:

$$F_{\text{тр}} = \frac{Q}{k \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2} \right)}, \quad (4.32)$$

где Q - максимальный расход теплоты на вентиляцию, Вт

T_1 - температура воды в подающем трубопроводе, °С

T_2 температура воды в обратном трубопроводе, °С

k - коэффициент теплопередачи калориферов, Вт/м²°С

10. Определяется запас площади поверхности нагрева, %, который должен составлять 10-20 %:

$$\frac{F_d - F_{тр}}{F_d} \cdot 100 \% \quad (4.33)$$

11. По справочным данным определяется аэродинамическое сопротивление калориферной установки $R_{кал}$.

4.4.2. Расчет и подбор воздухозаборной решетки и клапана

1. Площадь живого сечения воздухозаборных решеток и утепленного клапана:

$$F_{тр} = \frac{L}{3600 \cdot v}, \quad (4.34)$$

где v - допустимая скорость, принимается 3 м/с

L - расход приточного воздуха, м³/ч

Количество воздухозаборных решеток, шт:

$$n = \frac{F_{тр}}{f_{ж.с.}}, \quad (4.35)$$

где $f_{ж.с.}$ - площадь живого сечения одной решетки, м², определяется по [16, табл. 4]

2. Определяется действительная скорость воздуха в живом сечении воздухозаборных решеток:

$$v_{дейст} = \frac{L}{3600 \cdot f_{реш} \cdot n}$$

3. Потери давления в решетке:

$$\Delta P_{реш} = \xi \frac{\rho v^2}{2}, \quad (4.36)$$

где ξ - коэффициент местного сопротивления решетки принимается по справочным данным

ρ - плотность воздуха, $\rho = 1,2$ кг/м³

v - скорость движения воздуха, м/с

По требуемой площади живого сечения по справочным данным принимается к установке утепленный клапан. Потери давления в клапане $\Delta P_{\text{кл}} = 20$ Па.

4.4.3. Подбор вентилятора

Подбор вентилятора производится по заданной производительности и значению полного давления по каталогам производителей.

Полное давление, создаваемое вентилятором определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{в}} = 1,1(\Delta P_{\text{реш}} + \Delta P_{\text{кл}} + \Delta P_{\text{ф}} + \Delta P_{\text{кал}} + \Delta P_{\text{сист}}), \quad (4.37)$$

где $\Delta P_{\text{реш}}$ -потери давления в воздухозаборных решетках, Па

$\Delta P_{\text{кл}}$ - потери давления в утепленном клапане, $\Delta P_{\text{кл}} = 20$ Па

$\Delta P_{\text{ф}}$ - потери давления в фильтре, $\Delta P_{\text{ф}} = 60$ Па

$\Delta P_{\text{кал}}$ - потери давления в калорифере, Па

$\Delta P_{\text{сист}}$ -потери давления в системе, Па

Согласно порядку изложенному выше, подберем и рассчитаем оборудование для системы П1.

П1

Калорифер:

1. $Q_{\text{в}} = 0,278 \cdot 24929 \cdot 1,005 \cdot (10 - (-30)) = 278597$ Вт

2. $f_1 = \frac{24929}{3600 \cdot 8} = 0,8655$ м². По справочным данным принимаем калорифер типа КВБ-11-п

4. $f_{\text{ж.с.}} = 0,8665$ м², $F_{\text{д}} = 95,63$ м²

5. $v_{\rho} = \frac{24929}{3600 \cdot 0,8665 \cdot 1} = 7,9$ м/с

$$6. W = \frac{0,86 \cdot 278597}{1000 \cdot (95-70) \cdot 1} = 9,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$7. w = \frac{9,6}{3600 \cdot 0,003089} = 0,86 \text{ м/с}$$

$$8. k = 19,77(v\rho)^{0,32} \cdot w^{0,13} = 19,77 \cdot (7,9)^{0,32} \cdot (0,86)^{0,13} = 37,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$$

$$9. F_{\text{гр}} = \frac{275897}{37,5 \cdot \left(\frac{95+70}{2} - \frac{(-30)+10}{2} \right)} = 80,8 \text{ м}^2$$

$$10. \frac{95,63-80,8}{80,8} \cdot 100\% = 18,3 \%$$

11. По [14, табл. 4.38, формула 4.188]:

$$P_{\text{кал}} = 2,8 \cdot (v\rho)^{1,65} = 2,8 \cdot (7,9)^{1,65} = 84,77 \text{ Па.}$$

Воздухозаборная решетка:

$$1. F_{\text{гр}} = \frac{19762}{3600 \cdot 3} = 1,83 \text{ м}^2$$

Примем воздухозаборную решетку по каталогу «Вега» типа: РОН, с $f_{\text{ж.с.}} = 1,839 \text{ м}^2$ (ширина 1100 мм, высота 1900)

$$n = \frac{1,83}{1,839} = 0,99 \approx 1$$

$$2. v_{\text{дейст}} = \frac{19762}{3600 \cdot 1,839 \cdot 1} = 2,98 \text{ м/с}$$

$$3. \Delta P_{\text{реш}} = 1,3 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,98^2}{2} = 6,9 \text{ Па}$$

Утепленный клапан:

$$1. F_{\text{гр}} = \frac{19762}{3600 \cdot 3} = 1,83 \text{ м}^2 \text{ по [16] примем клапан ВЕЗА ГЕРМИК-С}$$

$$2000(\text{высота}) \times 1200(\text{ширина}) f_{\text{ж.с.}} = 1,84 \text{ м}^2$$

$$2. \Delta P_{\text{кл}} = 20 \text{ Па}$$

Вентилятор:

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot (6,9 + 20 + 60 + 84,77 + 303) = 522 \text{ Па}$$

По расходу 19762 м³/ч и давлению 522 Па по [16] подбирается вентилятор ВРАН9-10. Характеристики вентиляторов представлены в приложении О.

П2

$$1. Q_B = 0,278 \cdot 20418 \cdot 1,005 \cdot (13 - (-30)) = 245297 \text{ Вт}$$

$$2. f_1 = \frac{20418}{3600 \cdot 8} = 0,7 \text{ м}^2. \text{ По справочным данным принимаем калорифер типа КВБ-11-п}$$

$$4. f_{ж.с.} = 0,8665 \text{ м}^2, F_d = 95,63 \text{ м}^2$$

$$5. v\rho = \frac{20418}{3600 \cdot 0,8665 \cdot 1} = 6,5 \text{ м/с}$$

$$6. W = \frac{0,86 \cdot 245297}{1000 \cdot (95 - 70) \cdot 1} = 8,43 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$7. w = \frac{8,43}{3600 \cdot 0,003089} = 0,76 \text{ м/с}$$

$$8. k = 19,77(v\rho)^{0,32} \cdot w^{0,13} = 19,77 \cdot (6,5)^{0,32} \cdot (0,76)^{0,13} = 34,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$$

$$9. F_{тр} = \frac{245297}{34,5 \cdot \left(\frac{95+70}{2} - \frac{(-30)+13}{2} \right)} = 78,13 \text{ м}^2$$

$$10. \frac{95,63 - 78,13}{78,13} \cdot 100\% = 22 \%$$

11. По [14, табл. 4.38, формула 4.188]:

$$P_{\text{кал}} = 2,8 \cdot (v\rho)^{1,65} = 2,8 \cdot (6,5)^{1,65} = 61,44 \text{ Па}$$

Воздухозаборная решетка:

$$1. F_{тр} = \frac{16334}{3600 \cdot 3} = 1,51 \text{ м}^2$$

Примем воздухозаборную решетку по [16] типа: РОН, с $f_{ж.с.} = 1,547 \text{ м}^2$ (ширина 950 мм, высота 1850)

$$n = \frac{1,51}{1,547} = 0,98 \approx 1$$

$$2. v_{\text{дейст}} = \frac{16334}{3600 \cdot 1,547 \cdot 1} = 2,93 \text{ м/с}$$

$$3. \Delta P_{\text{реш}} = 1,3 \cdot \frac{1,2 \cdot 2,93^2}{2} = 6,7 \text{ Па}$$

Утепленный клапан:

$$1. F_{\text{тр}} = \frac{16334}{3600 \cdot 3} = 1,5 \text{ м}^2 \text{ по [16] примем клапан ВЕЗА ГЕРМИК-С}$$

$$2260(\text{высота}) \times 850(\text{ширина}) f_{\text{ж.с.}} = 1,50 \text{ м}^2$$

$$2. \Delta P_{\text{кл}} = 20 \text{ Па}$$

Вентилятор:

$$\Delta P_{\text{в}} = 1,1 \cdot (6,7 + 20 + 60 + 61,44 + 212) = 396 \text{ Па}$$

По расходу 16334 м³/ч и давлению 396 Па по [16] подбирается вентилятор ВРАН9-8. Характеристика в приложении О.

ПЗ

По расходу 177 м³/ч подбирается компактная моноблочная приточная установка Electrolux серии Fresh Air EPFA-480 1,2/1. Установка состоит из двух секций. В первой секции находится вентилятор, оборудованный высокоэффективной крыльчаткой с назад загнутыми лопатками и асинхронным двигателем с внешним ротором. Защита двигателя вентилятора осуществляется встроенными термоконтактами, перезапуск осуществляется вручную; блок нагревательных элементов из нержавеющей стали имеет одно- или двухступенчатую защиту от перегрева. Первая ступень настроена на 50°С и перезапускается автоматически, вторая настроена на 100°С и перезапускается вручную. Вторая секция оснащена 2-х ступенчатой фильтрацией: EU3 и EU5. Данная секция имеет панель на петлях, что существенно облегчает обслуживание установки.

4.5 Расчёт аэрации

Разность давлений переменного воздуха определяется по формуле:

$$\Delta p = g \cdot (Z - Z_1) \cdot (\rho_n - \rho_{p.z.}) \quad (4.38)$$

где Z – высота расположения нижней границы тепловой подушки от пола, принимаемая равная высоте расположения центра вытяжных проемов от пола, м;

Z_1 – высота расположения центра приточных аэрационных проемов от пола, м

Потери давления на проход рассчитываются по формуле:

$$\Delta p_1 = \beta \cdot \Delta p \quad (4.39)$$

где β – доля разности давлений, расходуемое на проход воздуха через аэрационные проемы, принимается равной 0,4.

Площадь приточных проемов

$$F_{\text{пр}} = \frac{G}{\sqrt{\frac{2 \cdot \rho_n \cdot \Delta p_1}{\xi_1}}} \quad (4.40)$$

где G – массовый расход воздуха, перемещаемый через вентиляционные оконные проемы, кг/с;

ξ_1 – коэффициент местного сопротивления приточных проемов. При угле открытия проема 90° $\xi_1 = 2,4$. Принимается по [13]

Агрегатный участок

Расход воздуха: $G = 11573 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 3,21 \text{ кг/с}$

$$\Delta p = 9,8 \cdot (7,070 - 1,5) \cdot (1,19 - 1,177) = 0,7 \text{ Па}$$

$$\rho_n = \frac{353}{273 + 24,6} = 1,19 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{p.z.} = \frac{353}{273 + 27} = 1,177 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta p_1 = 0,4 \cdot 0,7 = 0,49 \text{ Па}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{3,21}{\sqrt{\frac{2 \cdot 1,19 \cdot 0,49}{2,4}}} = 4,6 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{дейст}} = 4,15 \cdot 0,6 \cdot 2 = 4,98 \text{ м}^2$$

Участок по ремонту эл. оборудования

Расход воздуха: $G = 7089 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 1,97 \text{ кг/с}$

$$\Delta p = 9,8 \cdot (3,950 - 1,5) \cdot (1,19 - 1,177) = 0,3 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{н}} = \frac{353}{273 + 24,6} = 1,19 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{р.з.}} = \frac{353}{273 + 27} = 1,177 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta p_1 = 0,4 \cdot 0,3 = 0,12 \text{ Па}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{1,97}{\sqrt{\frac{2 \cdot 1,19 \cdot 0,12}{2,4}}} = 5,7 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{дейст}} = 4,15 \cdot 0,6 \cdot 2 = 4,98 \text{ м}^2$$

$F_{\text{тр}} > F_{\text{дейст}} \Rightarrow$ устанавливается осевой вентилятор.

Из формулы (4.40) определяется расход воздуха:

$$G = F_{\text{дейст}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot \Delta p_1}{\xi_1}} \quad (4.41)$$

$$G = 4,98 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,19 \cdot 0,12}{2,4}} = 1,72 \text{ кг/с}$$

$$G = 1,72 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 6192 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 5203 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Необходимый расход воздуха для подбора осевого вентилятора:

$$L_{\text{тр}} = 754 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По данному расходу подбирается осевой вентилятор ЕСО 250

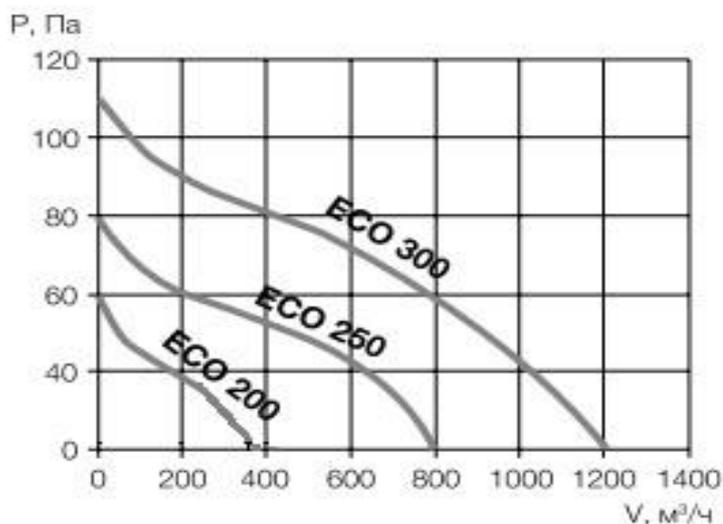


Рисунок 2 -Характеристика вентилятора ЕСО 250

Участок тех. обслуживания и текущего ремонта

Расход воздуха: $G = 32651 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} = 9,07 \text{ кг/с}$

$$\Delta p = 9,8 \cdot (7,070 - 1,5) \cdot (1,19 - 1,177) = 0,7 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{н}} = \frac{353}{273 + 24,6} = 1,19 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{р.з.}} = \frac{353}{273 + 27} = 1,177 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta p_1 = 0,4 \cdot 0,7 = 0,49 \text{ Па}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{9,07}{\sqrt{\frac{2 \cdot 1,19 \cdot 0,49}{2,4}}} = 13 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{дейст}} = 4,15 \cdot 0,6 \cdot 7 = 17,43 \text{ м}^2$$

4.6 Расчет воздушно-тепловых завес

1. Общий расход воздуха, подаваемого завесой G_z , определяется по формуле:

$$G_z = 5100 \cdot \bar{q} \cdot \mu_{\text{нр}} \cdot F_{\text{нр}} \sqrt{\Delta p \cdot \rho_c}, \quad (4.42)$$

где \bar{q} – отношение расхода воздуха, подаваемого завесой, к расходу воздуха, проходящего в помещение через проем при работе завесы, принимается равной 0,6;

μ_{np} – коэффициент расхода проема при работе завесы;

F_{np} – площадь открываемого проема, m^2 ;

Δp – разность давлений воздуха с двух сторон наружного ограждения на уровне проема, оборудованного завесой;

ρ_c – плотность, kg/m^3 , смеси подаваемого завесой и наружного воздуха при t_c , равной нормативной.

Разность давлений воздуха Δp с двух сторон наружного ограждения на уровне проема, оборудованного завесой, определяется по формуле

$$\Delta p = \Delta p_z + k_1 \Delta p_v \quad (4.43)$$

где k_1 – поправочный коэффициент на ветровое давление, учитывающий степень герметичности зданий, $k_1 = 0,2$.

Δp_z – гравитационное давление, Па, определяется по формуле:

$$\Delta p_z = 9,8 \cdot h_{расч} \cdot (\rho_n - \rho_v) \quad (4.44)$$

где $h_{расч}$ – расстояние по вертикали от центра проема, оборудованного завесой, до уровня нулевых давлений, где давления снаружи и внутри здания равны (высота нейтральной зоны), м. $h_{расч} = 0,5 \cdot H_{np} = 0,5 \cdot 3 = 1,5$ м

Δp_v – ветровое давление, Па, определяется по формуле:

$$\Delta p_v = c \cdot v_v^2 \cdot \frac{\rho_n}{2} \quad (4.45)$$

где c – расчетный аэродинамический коэффициент, значение которого для вертикального ограждения, $c = 0,8$.

v_e – расчетная скорость ветра, $v_e = 5,4 \text{ м/с}$.

Требуемая температура воздуха, подаваемого завесой:

$$t_3 = t_n + \frac{t_{см} - t_n}{\bar{q}(1 - Q')} \quad (4.46)$$

где Q' – отношение теплоты, теряемой с воздухом, уходящим через открытый проем наружу, к тепловой мощности завесы, $Q' = 0,1$

Тепловая мощность калориферов завесы:

$$Q_3 = 0,28 \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{нач}) \quad (4.47)$$

Аэродинамическое сопротивление раздаточного короба завеса находится по формуле:

$$\Delta p_3 = \xi \frac{v_3^2}{2} \rho_3 \quad (4.48)$$

Плотности воздуха при наружной температуре, внутренней и смеси подаваемой завесой воздуха:

$$\rho_n = \frac{353}{273 + (-30)} = 1,47 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_v = \frac{353}{273 + 15} = 1,24 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{см} = \frac{353}{273 + 12} = 1,239 \text{ кг/м}^3$$

Гравитационное давление :

$$\Delta p_2 = 9,8 \cdot 1,5 \cdot (1,47 - 1,24) = 3,381 \text{ Па}$$

Ветровое давление :

$$\Delta p_e = 0,8 \cdot 5,4^2 \cdot \frac{1,47}{2} = 17,15 \text{ Па}$$

Разность давлений воздуха с двух сторон наружного ограждения на уровне проема, оборудованного завесой равна:

$$\Delta p = 3,381 + 0,2 \cdot 17,15 = 6,811 \text{ Па}$$

Общий расход воздуха составляет:

$$G_3 = 5100 \cdot 0,6 \cdot 0,27 \cdot 12 \cdot \sqrt{6,811 \cdot 1,239} = 28752 \text{ кг/ч}$$

Принимается к установке завеса «Тепломаш» типа КЭВ-18П4031Е ширина щели $b_s = 0,075 \text{ м}$; $\bar{F} = 28$.

Находим действительное значение \bar{q} :

$$\bar{q} = \frac{28800}{5100 \cdot 0,27 \cdot 12 \cdot \sqrt{6,811 \cdot 1,239}} = 0,6$$

Требуемая температура воздуха, подаваемого завесой :

$$t_3 = -30 + \frac{12 - (-30)}{0,6(1 - 0,1)} = 48 \text{ °C}$$

$$\rho_3 = \frac{353}{273 + 48} = 1,1 \text{ кг/м}^3$$

Тепловая мощность калориферов завесы:

$$Q_3 = 28800 \cdot 0,28 \cdot (48 - 12) = 290304 \text{ Вт}$$

Зная, ширину щели скорость выпуска воздуха из щелей завесы, находится по формуле:

$$v_3 = \frac{28800}{2 \cdot 3600 \cdot 0,075 \cdot 3 \cdot 1,1} = 16 \text{ м/с}$$

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

Аэродинамическое сопротивление раздаточного короба завеса находится по формуле:

$$\Delta p_3 = 2 \cdot \frac{16^2}{2} \cdot 1,1 = 284 \text{ Па}$$

4.7 Системы очистки вентиляционных выбросов

4.7.1 Расчет и подбор оборудования системы очистки

Состав пыли: абразивная пыль концентрация при нормальных условиях
 $C^{н.у.} = 400 \text{ мг/м}^3$

Таблица 12 – Состав пыли

δ , мкм	0-5	5-10	10-20	20-40	40-60	> 60
Φ , %	13	12,1	22,8	22,9	21,8	7,4
D , %	13	25,1	47,9	70,8	92,6	100
R , %	87	74,9	52,1	29,2	7,4	

Перевод в нормальные условия:

$$L^{н.у.} = L^{р.у.} \cdot \frac{273}{273 + t} \quad (4.49)$$

$$L^{н.у.} = 900 \cdot \frac{273 + 80}{273} = 1164 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$C^{р.у.} = \frac{L^{н.у.} \cdot C^{н.у.}}{L^{р.у.}} \quad (4.50)$$

$$C^{р.у.} = \frac{1164 \cdot 0,4}{900} = 0,52 \text{ г/м}^3$$

Так как расход воздуха меньше $15000 \text{ м}^3/\text{ч}$ допустимая концентрация частиц определяется по формуле:

$$C_{\text{доп}} = (160 - 4 \cdot L^{н.у.}) \cdot k \quad (4.51)$$

где k – коэффициент, принимаемый в зависимости от ПДК в рабочей зоне.
 При $\text{ПДК}_{\text{пыли}} = 6 \text{ мг/м}^3$, $k = 1$.

$$C_{\text{доп}} = (160 - 4 \cdot 1,164) \cdot 1 = 155,314 \text{ мг/м}^3$$

Требуемая степень очистки находится по формуле:

$$E = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{доп}}}{C_{\text{нач}}} \cdot 100 \quad (4.52)$$

$$E = \frac{400 - 155,314}{400} \cdot 100 = 61 \%$$

По таблице 12 строится интегральный график:

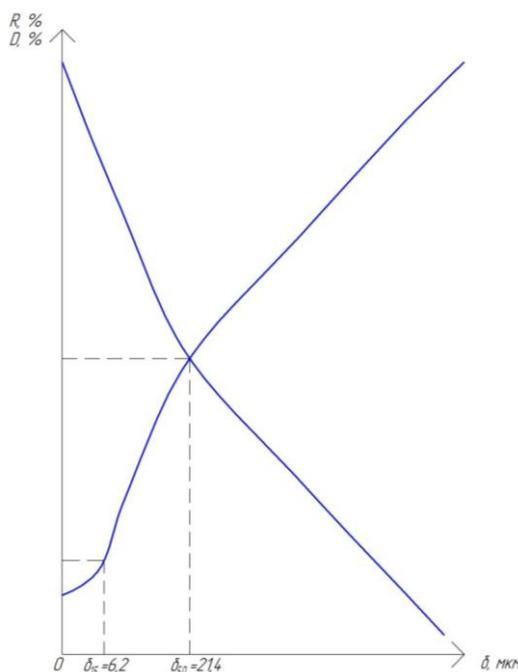


Рисунок 3 – Интегральный график

Основные параметры пыли:

$$\delta_m = 21,4 \text{ мкм};$$

$$\delta_{15,9} = 6,2 \text{ мкм};$$

$$\lg \sigma_{\text{ч}} = \lg \delta_m - \lg \delta_{15,9} = \lg 21,4 - \lg 6,2 = 0,538$$

Расчёт циклонов проводится в следующем порядке:

1. Определяется диаметр циклона ЦН-15:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{L_{\text{г}}}{3600 \cdot 0,785 \cdot w_{\text{опт}} \cdot N}} \quad (4.53)$$

где $L_{\text{г}}$ - расход газа при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$w_{\text{опт}}$ - оптимальная скорость газа в аппарате, заданная для каждого типа циклона, $\text{м}/\text{с}$. Определяется [18, табл.4], $w_{\text{опт}} = 3,5$

N – количество циклонов. Сначала принимается один, но если диаметр получается больше стандартного, то берется - 2,4,6 и т.д.

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{900}{3600 \cdot 0,785 \cdot 3,5 \cdot 1}} = 0,3 \text{ м}$$

Принимаем диаметр циклона 0,3 м.

2. Пересчитывается действительная скорость в аппарате w_d . Она должна отличаться от оптимальной скорости не более чем на 15%:

$$\left| \frac{w_{опт} - w_d}{w_{опт}} \right| \cdot 100 \leq 15\% \quad (4.54)$$

$$w_d = \frac{900}{3600 \cdot 0,785 \cdot 0,3^2 \cdot 1} = 3,5 \text{ м/с}$$

3. Определяется гидравлическое сопротивление циклона.

Величина гидравлического сопротивления циклона или группы циклонов ΔP , Па, определяется по формуле:

$$\Delta P = \xi \cdot \frac{\rho_r \cdot w_d^2}{2} \quad (4.55)$$

где ρ_r - плотность газа, определяемая по формуле:

$$\rho_r = \frac{353}{273 + t_r} \quad (4.56)$$

$$\rho_r = \frac{353}{273 + 80} = 1 \text{ кг/м}^3$$

ξ - коэффициент гидравлического сопротивления циклона, определяемый по формуле:

$$\xi = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{ц500}^{c(\pi)} + K_3 \quad (4.57)$$

где K_1 - поправочный коэффициент на диаметр циклона, определяемый по [18, табл.7], $K_1 = 0,93$;

K_2 - поправочный коэффициент на запыленность газа, определяемый по [18, табл.8], $K_2 = 1$;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные потери давления, связанные с компоновкой циклонов в группу, определяемый по [18, табл.9], $K_3 = 0$

$\xi_{ц500}^{c(n)}$ - Коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона с диаметром 500 мм, принимаемый по [18, табл.6] для различного вида циклонов, $\xi_{ц500}^{c(n)} = 155$.

$$\xi = 0,93 \cdot 1 \cdot 155 + 0 = 144$$

$$\Delta P = 144 \cdot \frac{1 \cdot 3,54^2}{2} = 902 \text{ Па}$$

Убедившись, что ΔP не превышает 1500 Па, то переходят к расчету степени очистки.

4. Определяется эффективность пылеулавливания.

Эффективность пылеулавливания в циклоне определяется нормальной функцией распределения $\Phi(X)$, которая зависит от параметра X , определяемого по формуле:

$$X = \frac{\lg \frac{\delta_m}{\delta_{50}}}{\sqrt{\lg^2 \sigma_{\chi} + \lg^2 \sigma_{\eta}}}, \quad (4.58)$$

где δ_m - медианный размер частиц данного фракционного состава, мкм;

δ_{50} - диаметр частиц, мкм, осаждаемых в данном аппарате с эффективностью 50%, пересчитанный с теоретического значения на действительное по формуле:

$$\delta_{50} = \delta_{50}^T \cdot \sqrt{\frac{D_{ц} \cdot \rho_{\chi}^T \cdot \mu \cdot w^T}{D_{ц}^T \cdot \rho_{\chi} \cdot \mu^T \cdot w_d}}, \quad (4.59)$$

где δ_{50}^T – теоретическое значение δ_{50} , величина постоянная для данного типа циклона [18, табл.4], $\delta_{50}^T = 4,5$

Значение δ_{50}^T , приведенное в таблице, соответствует следующим условиям работы циклонов:

$$D_{ц}^T = 0,6 \text{ м};$$

$$\rho_{\text{ч}}^T = 1930 \text{ кг/м}^3;$$

$$\mu^T = 22,2 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с};$$

Динамическая вязкость газа μ , определяется по формуле:

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{273 + C}{T + C} \cdot \left(\frac{T}{273}\right)^{3/2}, \quad (4.60)$$

где μ_0 – динамическая вязкость при нормальных условиях, равная $17,3 \cdot 10^{-6}$, Па · с;

C – постоянная Сазерленда, равная 124 К;

T – температура газа в Кельвинах;

$\lg\sigma_{\text{ч}}$ – среднее квадратичное отклонение в функции данного распределения:

$$\lg\sigma_{\text{ч}} = \lg\delta_{\text{м}} - \lg\delta_{15,9} \quad (4.61)$$

$\lg\sigma_{\eta}$ – стандартное отклонение в функции распределения парциальных коэффициентов очистки:

$$\lg\sigma_{\eta} = \lg\delta_{50} - \lg\delta_{\eta_{15,9}}, \quad (4.62)$$

где $\delta_{\eta_{15,9}}$ – диаметра частиц, улавливаемых в аппарате с эффективностью 15,9%, логарифм этого значения определяется по формуле:

$$\lg\delta_{\eta_{15,9}}^T = \lg\delta_{50}^T - \lg\delta_{15,9}^T. \quad (4.63)$$

где $\lg\delta_{15,9}^T$ – параметр, характеризующий тип выбранного циклона, определяемый по [18, табл.4].

$$\mu = 17,3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{273 + 124}{353 + 124} \cdot \left(\frac{353}{273}\right)^{3/2} = 20,7 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\delta_{50} = 4,5 \cdot \sqrt{\frac{0,3 \cdot 1930 \cdot 20,7 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5}{0,6 \cdot 4000 \cdot 22,2 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5}} = 2,13 \text{ мкм}$$

$$\lg\sigma_{\eta} = \lg 2,13 - 0,621 = -0,293$$

$$\lg\delta_{\eta_{15,9}}^T = \lg 4,5 - (-0,293) = 0,946$$

$$\lg\sigma_{\text{ч}} = \lg 21,4 - \lg 6,2 = 0,538$$

5. Определяется полный коэффициент очистки η , который равен нормальной функции распределения $\Phi(X)$ [18, табл.10]:

$$X = \frac{\lg \frac{21,4}{5,58}}{\sqrt{0,946^2 + (-0,293)^2}} = \frac{0,583}{0,99} = 0,59$$

Значит, $\eta=72,24\%$, что больше, чем требуемая степень очистки.

Остаточная концентрация после второй ступени очистки определяется по формуле:

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{н}} \cdot (1 - \eta_1)$$

$$C_{\text{ост}} = 0,52 \cdot (1 - 0,7224) = 0,14 \text{ г/м}^3$$

4.7.2 Расчет рассеивания

Максимальная приземная концентрация вредных веществ для выброса нагретой воздушной смеси определяется по формуле:

$$C_{\text{м}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{L_{\text{г}}^{\text{py}} \cdot \Delta T}}, \quad (4.64)$$

где A – коэффициент, стратификации атмосферы, $A = 160$;

M – валовый выброс, определяется до и после очистки:

$$M = L_{\text{г}}^{\text{py}} \cdot C_{\text{ост}}^{\text{py}}$$

$$M = \frac{900}{3600} \cdot 0,14 = 0,035 \text{ г/с}$$

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, по [18, стр.284] $F = 3$

$L_{\text{г}}^{\text{py}}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; в случае ровной или слабо пересеченной местности $\eta=1$;

ΔT – разность между температурой выбрасываемых газов и средней температурой воздуха, под которой понимается средняя температура самого жаркого месяца, которая принимается по [СП климат] $t_7 = 25,9 \text{ }^\circ\text{C}$, соответственно $\Delta T = 80 - 25,9 = 54,1 \text{ }^\circ\text{C}$

m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса, значения данных коэффициентов определяют в зависимости от параметров f и ϑ_M

Коэффициент f определяется по формуле:

$$f = \frac{10^3 \cdot w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (4.65)$$

где D – диаметр источника выброса, м, определяемый по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot L_{\Gamma}^{py}}{\pi \cdot w_0 \cdot 3600}} \quad (4.66)$$

w_0 – скорость струи в источнике выброса, м/с

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 900}{3,14 \cdot 22,7 \cdot 3600}} = 0,12 \text{ м}$$

$$f = \frac{10^3 \cdot 10^2 \cdot 0,12}{5^2 \cdot 54,1} = 8,87$$

Коэффициент m определяется по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad (4.67)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{8,87} + 0,34\sqrt[3]{8,87}} = 0,6$$

Коэффициент ϑ_M определяется по формуле:

$$\vartheta_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{L_{\Gamma}^{py} \cdot \Delta T}{H}} \quad (4.68)$$

где H – высота источника выброса над уровнем земли, м.

Для горячих выбросов определяется высота по формуле:

$$H = \left(\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot \eta}{8 \cdot L \cdot (\text{ПДК} - c_{\phi})} \right)^{\frac{3}{4}} \quad (4.69)$$

c_{ϕ} – фоновая концентрация, $c_{\phi} = 0$

$$H = \left(\frac{160 \cdot 0,035 \cdot 3 \cdot 0,12 \cdot 1}{8 \cdot 0,9 \cdot (0,006 - 0)} \right)^{\frac{3}{4}} = 17,8 \text{ м}$$

$$\vartheta_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{900 \cdot 54,1}{3600 \cdot 17,8}} = 0,59$$

Следовательно, $n = 1$

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^{7/3}}$$

$$C_M = \frac{160 \cdot 0,035 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1}{17,8^{7/3}} = 0,01 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} < 6 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Величина максимальной приземленной концентрации вредных веществ достигается на расстоянии, которое определяется по формуле:

$$x_M = d \cdot H \quad (4.70)$$

где d – безразмерная величина, так как $\vartheta_M < 2$ определяется по формуле:

$$d = 4,95 \sqrt{\vartheta_M} \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \quad (4.71)$$

$$d = 4,95 \sqrt{0,59} \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{8,87}) = 6$$

Отсюда,

$$x_M = 7,03 \cdot 6 = 42,18 \text{ м}$$

Согласно [19] производство относится к предприятиям 2 класса, минимальный размер санитарно-защитной зоны которого 500 м.

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизация воздушно-тепловых завес

Действие системы начинается с дистанционного управления приводом ворот M1, на который можно воздействовать вручную с помощью кнопочной станции SB3 или автоматически, как показано на схеме (приложение Н), когда транспорт наезжает на вмонтированный в грунт индукционный датчик L. Металлические детали машины обуславливают формирование импульса, который командует операцией «ворота открываются сами», включая привод ворот. Пуск и останов завесы производится при открывании и закрывании ворот с помощью концевого выключателя SQ. В зависимости от температуры воздуха в помещении изменяется теплоотдача воздухонагревателя: регулятор ТС, например типа ТМ или ЕЭ, воздействует на исполнительный механизм клапана Y, увеличивая или уменьшая расход теплоносителя. При закрытых воротах завеса может включаться при падении температуры воздуха в помещении ниже установленной. С отключением электродвигателя вентилятора автоматически закрывается сблокированный с ним соленоидный клапан Y, сокращая подачу теплоносителя. Практика эксплуатации ВЗ показывает недостаточную эффективность такой блокировки. Ручное управление осуществляется кнопками SB1 и SB2. Одним из эффективных вариантов автоматизации ВЗ является автоматическое управление по температуре наружного воздуха (связь с датчиком ТЕ показана пунктиром) вентилятором переменной подачи, например воздействием на его направляющий аппарат. В некоторых схемах автоматизации используют импульс по перепаду давлений внутри и снаружи здания, но их реализация довольно сложна[22].

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

6.1 Определение объемов работ

Подсчет объемов строительных и монтажных работ производится по чертежам, при этом учитываются единицы измерения принятые в ЕНиР. Работы проводятся в одну захватку. Результаты расчетов сведены в приложение Р.

6.2 Определение трудоемкости работ

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» [25].

Трудоемкость определяется:

$$T_p = \frac{N_{вр} \cdot V}{8,2}, \quad (6.1)$$

где $N_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, по [25] ;

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, час.

Кроме определения трудоемкости основных строительно-монтажных работ необходимо учесть затраты труда на работы, выполненные за счет накладных расходов (10%) и на подготовительные работы (4%).

Результаты расчета трудоемкости работ сведены в таблицу, приведенную в приложении С.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

7.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Технический объект - авто транспортное предприятие. Технологический процесс представляет собой техническое обслуживание, ремонт, диагностику грузовых автомобилей.

Работы по монтажу систем вентиляции выполняют на первом этаже. Рабочие места располагаются в непосредственной близости от мест монтажа воздуховодов.

Последовательность технологической операции приведена в соответствии с [23].

Должности работников, выполняющих технологический процесс приведены в соответствии с [26]. Технологический паспорт объекта сведен в приложение Г.

7.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков представлена в приложении У в соответствии с [27].

7.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора приведены в соответствии с [28,29].

Метода и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов работника приведены в приложении Ф в соответствии с [30].

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, 2013 – 139 с.
2. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2013, с. 81.
3. ГОСТ 12506-81. Окна деревянные для производственных зданий. – М.: Госстрой России, 2002, с. 24.
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2013, с. 426.
5. ГОСТ 12.1.005-88 – Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. СНиП 23.02.2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, 2004, с. 30.
7. СП 23.101.2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, 2004, с. 144.
8. Гост 14624-84. Двери деревянные для производственных зданий. – М.: Госстрой СССР, 1985, с. 15.
9. СП 20.13330.2012. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07.-85 – М.: Минрегион России, 2011, с. 98.
10. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник / Торговников Б.М., Табачник В.Е., Ефанов Е.М. – Киев, 1983. – 256 с.
11. Титов, В.П. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий/ В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
12. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. В60 Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1/Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.-4-е изд., перераб. И доп.- М.: Стройиздат, 1992.-319 с.: ил.- (Справочник Проектировщика).

13. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. В60
Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2/Б.В. Баркалов, Н.Н. Павлов, С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.-4-е изд., перераб. И доп.- М.: Стройиздат, 1992.-416 с.: ил.- (справочник проектировщика)
14. Русланов, Г.В.Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование. Справочник/Г.В.Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л.Ямпольский – Киев, 1983 – 272 с.
15. Устройство и изготовление вентиляционных систем: Учеб. для СПТУ. – 2-е изд./ Егиазаров А. Г. Перераб. и доп. –М.: Высш. шк., 1987. – 304с.
16. Компания ВЕЗА. Технический каталог. Общепромышленные вентиляторы. Режим доступа: <http://www.veza.ru/catalog/ventilyatory/>
17. Расчет двухсторонних воздушных завес у наружных ворот и технологических проемов производственных зданий. Учебно-методическое пособие / Прохоренко А. П. – Тольятти: ТГУ, 2003. – 20 с.
18. Подбор и расчет аппаратов пылеочистки. Ч.1. Аппараты сухого способа очистки: методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Урбоэкология». Одокиенко, Е.В., Писарева, В.С – Тольятти: ТГУ, 2007. – 32 с.
19. СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов
20. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление. /Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканава А.Н. – М.: Стройиздат, 1990 – 344 с.
21. Компания WILO. Технический каталог. Циркуляционные насосы. Режим доступа: <http://productfinder.wilo.com/>
22. Мухин, О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции/ О.А. Мухин – М.: Высшая школа, 1986. – 297 с.
23. Технологическая карта «Монтаж внутренних систем вентиляции»

24. ГОСТ 12.3.018-79. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний.-Введ.1981-01-01.– М.: Госкомитет СССР,1979.-47с.
- 25.ЕНиР Е10. Сооружение систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации. –Введ.1986-12-05.– М.: Госкомитет СССР,1986.-56 с.
26. Постановление Госстандарта РФ от 26.12.1994 №367. .– М.: Госстандарт России,1994.-214 с.
27. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы – Введ.1976-01-01.– М.: Госкомитет СССР,1974.-47с.
28. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введ.2015-11-01.– М.: АО "НИЦ КД",2015.-65 с.
29. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ.1992-01-01.– М.: Госкомитет СССР,1992.-72 с.
30. Приказ от 16 июля 2007 №477. Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированной специальной одежды: офиц. текст. – М.: Минюст РФ,2007. – 95с.

Приложение А Теплотери помещений

№	Наименование помещения и его температура $t_{в}$, °C	Характеристика ограждения				Коэффициент теплопередачи ограждения k , Вт/(м ² *°C)	Расчетная разность температур $(t_{в}-t_{н})_{п}$, °C	Добавочные теплотери		$1+\sum\beta$	$Q^*(1+\sum\beta)$, Вт	Теплотери, Вт		
		Наименование ограждения	Ориентация по сторонам горизонта	Размеры, м	Площадь A , м ²			На ориентацию по сторонам света	Прочие			$Q_{инф}$, Вт	$Q_{т.с.}$, Вт	$Q_{общ}$, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	14
1	Агрегатный участок	НС	С	7,070x6	26,92	0,386	45	0,1	-	1,1	514	767		2713
		ОС	С	2,360x1,760	4,15	2,17	45	0,1	-	1,1	446			
		ОС	С	2,360x1,760	4,15	2,17	45	0,1	-	1,1	446			
		ЛОС	С	1,2x6	7,20	2,94	45	0,1	-	1,1	1048			
		Пл	-	10,95x6	65,7		45	-	-		540			
										Σ	1946			
2	Участок по ремонту электрооборудования	НС	С	3,950x6	15,40	0,386	45	0,1	-	1,1	294	423		2055
		ОС	С	2,360x1,760	4,15	2,17	45	0,1	-	1,1	446			
		ОС	С	2,360x1,760	4,15	2,17	45	0,1	-	1,1	446			
		Пл	-	6x6	36			-	-		446			
											Σ			
3	Токарный участок	Пл	-	5,725x4	22,9						73	-		73

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	14		
4	Шиномонтажный участок	Пл	-	5,725x9,48	54,2						197	-		197		
5	Станция обезжелезивания	Пл	-	4x2,75	11						288	-		977		
		НС(1)	3	4,674x3,950	18,46	0,386	45	0,05	0,05	1,1	353					
		НС(2)	Ю	4,674x3,950	18,46	0,386	45	-	0,05	1,05	337					
										∑	977					
6	Участок технического обслуживания и технического ремонта	НС(1)	С	72,24x6,756	382,25	0,386	45	0,1	-	1,1	7304	13703	120805			
		НС(2)	Ю	72,24x6,756	411,35	0,386	45	0	-	1	7145					
		ОС(1) 7 шт	С	2,360x1,760	29,05	2,17	45	0,1	-	1,1	3120			1864		
		ЛОС(2)	С	1,2x18	21,60	2,94	45	0,1	-	1,1	3143			1638		
		ЛОС(3)	С	1,2x6	7,20	2,94	45	0,1	-	1,1	1048					
		ЛОС(4)	С	1,2x18	21,60	2,94	45	0,1	-	1,1	3143					
		НД(1)	С	0,984x2,385	2,35	1,42	45	0,1	0,22x7,070	2,6554	398			2030		
		НД(2) 2шт	Ю	0,984x2,385	4,7	1,42	45	0	0,22x7,070	2,5554	767					
		Ворота(1) 2шт	С	3x4	24	1,42	45	0,1	-	1,1	1687			32627		
		Ворота(2) 6шт	Ю	3x4	72	1,42	45	0	-	1	4601					
		Пл	-		1971,2									11558		
		Пт	-		1971,2	0,366	45		0,9					29219		
											∑			68943	38159	
7	Насосная	НС	3	3x3,950	11,85	0,386	45	0,05	-	1,05	216	-	-	300		
		Пл	-		11,66						84					
										∑	300					
8	Санузел	Пл	-		11,45		46				54					
										∑	54					

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	14
9	Электрощитовая	Пл	-		13		45				96			
										Σ	96			
10	Компрессорная	НС	С	6х3,950	23,7	0,386	45	0,1	-	1,1	453	533	-	2177
		ОС	С	2,360х1,760	4,15	2,17	45	0,1	-	1,1	446			
		ОС	С	2,360х1,760	4,15	2,17	45	0,1	-	1,1	446			
		Пл	-		16,37						300			
											Σ			
11	Склад	НС	С	14,2х3,950	56,09	0,386	45	0,1	-	1,1	1072	1332	-	5673
		ОС 5 шт	С	2,360х1,760	20,75	2,17	45	0,1	-	1,1	2229			
		Пл	-		83,8						1040			
											Σ			
12	Кабинет	НС	С	3,5х3,950	13,825	0,386	48	0,1	-	1,1	282	287	-	1270
		ОС	С	2,360х1760	4,15	2,17	48	0,1	-	1,1	475			
		Пл	-		10,5						226			
											Σ			
13	Кабинет	НС	С	3,5х3,950	13,825	0,386	48	0,1	-	1,1	282	287	-	1341
		ОС	С	2,360х1760	4,15	2,17	48	0,1	-	1,1	475			
		Пл	-		19,4						297			
											Σ			

Приложение Б 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
Агрегатный участок. Через окна																
С																
qv.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qv.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F окон, м2	8,30															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
$\beta_{с.3.} = 1$																
Qс.р.	415	809	603	795	753	704	671	662	662	671	704	753	795	603	809	415
Ю																
qv.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qv.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F окон, м2	8,30															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
$\beta_{с.3.} = 1$																
Qс.р.	83	356	662	568	1011	1426	1771	1941	1941	1771	1426	1011	568	662	356	83
Qобщ	498	1165	1266	1363	1765	2130	2441	2603	2603	2441	2130	1765	1363	1265	1165	498
Через ленточное остекление																
С																
qv.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qv.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F окон, м2	7,20															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
$\beta_{с.3.} = 1$																

Продолжение приложения Б

Qc.p.	360	702	523	689	654	610	582	575	575	582	610	654	689	523	702	360
Ю																
qв.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qв.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F окон, м2	7,20															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qc.p.	72	309	575	492	877	1237	1536	1684	1684	1536	1237	877	492	575	309	72
Qобщ	432	1011	1098	1182	1531	1848	2118	2258	2258	2118	1848	1531	1182	1098	1011	432
ΣQобщ	4861															
	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
Участок по ремонту электрооборудования																
С																
qв.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qв.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F окон, м2	8,30															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qc.p.	415	809	603	795	753	704	671	662	662	671	704	753	795	603	809	415
Ю																
qв.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qв.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F окон, м2	8,30															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qc.p.	83	356	662	568	1011	1426	1771	1941	1941	1771	1426	1011	568	662	356	83
Qобщ	498	1165	1266	1363	1765	2130	2441	2603	2603	2441	2130	1765	1363	1266	1165	498

Продолжение приложения Б

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
Участок технического обслуживания и технического ремонта. Через окна																
С																
qv.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qv.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F окон, м2	29,05															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	1453	2832	2111	2782	2637	2463	2347	2318	2318	2347	2463	2637	2782	2111	2832	1453
Ю																
qv.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qv.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F окон, м2	29,05															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	290	1246	2318	1987	3539	4992	6197	6793	6793	6197	4992	3539	1987	2318	1246	290
Qобщ	1743	4078	4429	4769	6176	7455	8544	9111	9111	8544	7455	6176	4769	4429	4078	1743
Через ленточное остекление																
С																
qv.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qv.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F окон, м2	50,40															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	2521	4912	3663	4826	4575	4273	4072	4022	4022	4072	4273	4575	4826	3663	4912	2521

Продолжение приложения Б

Ю																
qv.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qv.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F окон, м2	50,40															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	503	2162	4022	3447	6141	8661	10751	11786	11786	10751	8661	6141	3447	4022	2162	503
Qобщ	3024	7074	7685	8274	10716	12935	14824	15808	15808	14824	12935	10716	8274	7685	7074	3024
ΣQобщ	24919															
	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
Компрессорная																
С																
qv.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qv.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F окон, м2	8,30															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	415	809	603	795	753	704	671	662	662	671	704	753	795	603	809	415
Ю																
qv.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qv.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F окон, м2	8,30															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	83	356	662	568	1011	1426	1771	1941	1941	1771	1426	1011	568	662	356	83
Qобщ	498	1165	1266	1363	1765	2130	2441	2603	2603	2441	2130	1765	1363	1265	1165	498

Продолжение приложения Б

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
Склад																
С																
qv.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qv.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
Ф окон, м2	20,75															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	1038	2023	1508	1987	1884	1759	1677	1656	1656	1677	1759	1884	1987	1508	2023	1038
Ю																
qv.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qv.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
Ф окон, м2	20,75															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	207	890	1656	1419	2528	3566	4426	4852	4852	4426	3566	2528	1419	1656	890	207
Qобщ	1245	2913	3164	3406	4412	5325	6103	6508	6508	6103	5325	4412	3406	3164	2913	1245
Кабинет 1,2																
С																
qv.п.	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qv.р.	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
Ф окон, м2	4,15															
k1	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	208	405	302	397	377	352	335	331	331	335	352	377	397	302	405	208

Продолжение приложения Б

Ю																
qv.п.	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qv.р.	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F окон, м2	4,15															
k1	1,05	1,05	1,05	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1,05	1,05	1,05
k2	0,95															
βс.3. = 1																
Qс.р.	41	178	331	284	506	713	885	970	970	885	713	506	284	331	178	41
Qобщ	249	583	633	681	882	1065	1221	1302	1302	1221	1065	882	681	633	583	249

Приложение В Тепловой баланс помещений

Наименование участка	Период года	V, м ³	Теплопоступления						Теплопотери				Избытки/Недостатки	
			Q _л	Q _{обор}	Q _{осв}	Q _{с.р.}	Q _{проч}	Итого	Q _{огр}	Q _{инф}	Q _{проч}	Итого	±Q _{яв} ^{ДВ}	±q
Агрегатный участок		464,5												
	ТП		174	22105	-	4861	-	27140	-	-	-	-	27140	58,4
	ХП		399	22105	1715	-	1211	25430	1946	767	136	2849	22581	49
Участок по ремонту эл. оборудования	ТП	133,6	174	10353	-	2603	-	13130	-	-	-	-	13130	98,3
	ХП		399	10353	2052	-	640	13444	1632	423	103	2158	11286	84,5
Токарный участок	ТП	85	116	4466	-	-	-	4582	-	-	-	-	4582	54
	ХП		266	4466	870	-	280	5882	73	-	4	77	5805	68
Шиномонтажный участок	ТП	201	174	962	-	-	-	1136	-	-	-	-	1136	5,6
	ХП		399	962	791	-	108	2260	197	-	10	207	2053	10,2
Станция обезжелез-я	ТП	40,8	58	701	-	-	-	759	-	-	-	-	759	18,6
	ХП		133	701	157	-	50	1041	977	-	49	1026	15	0,4

Продолжение приложения В

Наименование участка	Период года	V, м ³	Теплопоступления						Теплопотери				Избытки/Недостатки	
			Q _л	Q _{обор}	Q _{осв}	Q _{с.р.}	Q _{проч}	Итого	Q _{огр}	Q _{инф}	Q _{проч}	Итого	±Q _{яв} ^{ДВ}	±q
Насосная		44												
	ТП		58	60	-	-	-	118	-	-	-	-	118	2,7
	ХП		133	60	169	-	18	380	300	-	15	315	65	1,5
Уч.тех.обслуживания и текущего ремонта	ТП	13936	290	19349	-	24919	-	44558	-	-	-	-	44558	3,2
	ХП		665	19349	32328	-	2617	54959	68943	38159	5355	112457	-57498	-4,12
Санузел	ТП	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ХП		-	-	109	-	6	115	54	-	3	57	58	1,3
Электрощитовая	ТП	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ХП		-	-	185	-	9	194	96	-	5	101	93	1,9
Компрессорная	ТП	61	-	10692	-	2603	665	13960	-	-	-	-	13960	229
	ХП		-	10692	233	-	546	11471	1644	533	109	2286	9185	151
Склад	ТП	311	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ХП		-	-	459	6508	348	7315	4341	1332	284	5957	1358	4,4
Кабинет	ТП	39	54	-	-	-	3	57	-	-	-	-	57	1,5
	ХП		133	-	599	1302	102	2136	983	287	64	1334	802	20,5
Кабинет	ТП	72	54	-	-	-	3	57	-	-	-	-	57	1,5
	ХП		133	-	1106	1302	127	2668	1054	287	38	1379	1289	17,9

Приложение Г Гидравлический расчет системы отопления

Главное циркуляционное кольцо через прибор 11												
№ участка	Расход G, кг/ч	Длина l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	R _ф · l, Па	V, м/с	$\frac{\rho \cdot v^2}{2}$	$\sum \xi$	Z, Па	ΔP , Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\Delta P_p = 18475 \text{ Па}$												
ИТП-1	4916	1	58,7	50	112	112	0,639	204	2	408,32	520	Вентиль-2
1-2	2285	9		40	93	837	0,489	120	4,66	557,15	1394	тр. на отв-2,66; 4 отвода 90-0,5*4
2-3	2004	15		40	72	1080	0,429	92	3	276,06	1356	тр на проход-1; 4 отвода 90-0,5*4
3-4	1723	7,5		32	107	803	0,481	116	6	694,08	1497	тр. на проход-1; 5 отводов 90-5*1
4-5	1442	9		32	76	684	0,402	81	5	404,01	1088	тр на проход-1; 4 отвода 90-1*4
5-6	1160	4		32	50	200	0,324	52	1	52,49	252	тр на проход-1
6-7	879	4		25	68	272	0,383	73	1	73,34	345	тр на проход-1
7-8	598	4		20	213	852	0,479	115	1	114,72	967	тр на проход-1
8-9	317	20		20	62	1240	0,252	32	7	222,26	1462	тр на проход-1; 4 отвода 90-1,5*4
9-10	36	24		15	3,6	86	0,052	1	5,5	7,44	94	тр на проход-1; 3 отвода 90-3*1,5
10-10'	36	2,3		10	12	48	0,083	3	6	20,67	69	прибор-2; 2 отвода 90-2*2
10'-9'	36	4,5		15	3,6	16	0,052	1	5,5	7,44	24	тр на проход-1; 3 отвода 90-3*1,5
9'-8'	317	1,6		20	62	99	0,252	32	7	222,26	321	тр на проход-1; 4 отвода 90-1,5*4
8'-7'	598	5,5		25	60	330	0,294	43	1	43,22	373	тр на проход-1
7'-6'	879	12,5		25	68	850	0,383	73	1	73,34	923	тр на проход-1
6'-5'	1160	25		32	50	1250	0,324	52	1	52,49	1302	тр на проход-1
5'-4'	1442	21		32	76	1596	0,402	81	5	404,01	2000	тр на проход-1; 4 отвода 90-4*1
4'-3'	1723	4		32	107	428	0,481	116	6	694,08	1122	тр на проход-1; 5 отводов 90-5*1
3'-2'	2004	4		40	72	288	0,429	92	3	276,06	564	тр на проход-1; 4 отвода 90-4*0,5
2'-1'	2285	4		40	93	372	0,489	120	4,66	557,15	929	тр на отв-2,66; 4 отвода 90-4*0,5
1'-итп	4992	1	50	112	112	0,639	204	2	408,32	520	вентиль-2	
	Σ	184								Σ	17124	
Запас: $(18475-17124)/18475 \cdot 100\% = 7,3 \%$												

Продолжение приложения Г

Второстепенное циркуляционное кольцо через прибор 22												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\Delta P_p = 17214 \text{ Па}$												
1-11	2631	12,6	88	40	80	1008	0,461	106	4,8	510,05	1518	тр. на отв-2,3 ;5 отводов 90-0,5*5
11-12	2186	2,7		32	152	410	0,584	171	1	170,53	581	тр на проход-1
12-13	1741	3		32	97	291	0,465	108	1	108,11	399	тр на проход-1
13-14	1295	9,5		25	55	523	0,347	60	5	301,02	824	тр на проход-1; 4 отвода 90-4*1
14-15	1196	3		25	195	585	0,553	153	1	152,90	738	тр на проход-1
15-16	750	2,5		25	80	200	0,348	61	1	60,55	261	тр на проход-1
16-17	704	3,5		25	70	245	0,325	53	1	52,81	298	тр на проход-1
17-18	654	2,8		25	61	171	0,303	46	1	45,90	217	тр на проход-1
18-19	612	2,5		20	223	558	0,487	119	1	118,58	676	тр на проход-1
19-20	570	2,5		20	195	488	0,458	105	1	104,88	592	тр на проход-1
20-21	529	2,5		20	168	420	0,424	90	1	89,89	510	тр на проход-1
21-22	487	2,5		20	143	358	0,39	76	1	76,05	434	тр на проход-1
22-23	445	4,5		20	120	540	0,356	63	4	253,47	793	тр на проход-1
23-23'	445	1,4		20	120	168	0,356	63	8	506,94	675	прибор-2; отвода 90-4*1,5
23'-22'	445	8,3		20	120	996	0,356	63	1,5	95,05	1091	тр на проход-1
22'-21'	487	2,5		20	143	358	0,39	76	1	76,05	434	тр на проход-1
21'-20'	529	2,5		20	168	420	0,424	90	1	89,89	510	тр на проход-1
20'-19'	570	2,5		20	195	488	0,458	105	1	104,88	592	тр на проход-1
19'-18'	612	2,5		20	223	558	0,487	119	1	118,58	676	тр на проход-1
18'-17'	654	2,8		25	61	171	0,303	46	1	45,90	217	тр на проход-1
17'-16'	704	3,5		25	70	245	0,325	53	1	52,81	298	тр на проход-1
16'-15'	750	3,2		25	80	256	0,348	61	1	60,55	317	тр на проход-1
15'-14'	1196	3		25	195	585	0,553	153	1	152,90	738	тр на проход-1
14'-13'	1295	9,5		25	55	523	0,347	60	5	301,02	824	тр на проход-1; 4 отвода 90-4*1
13'-12'	1741	3		32	97	291	0,465	108	1	108,11	399	тр на проход-1
12'-11'	2186	2,7		32	152	410	0,584	171	1	170,53	581	тр на проход-1
11'-1'	2631	12,6		40	80	1008	0,461	106	3,5	371,91	1380	тр на проход-1, 5 отводов 90-0,5*5
		114										16570
Невязка: $(17214-16570)/17214*100\% = 3,7\%$												

Продолжение приложения Г

№ участка	Расход G, кг/ч	Длина l, м	d, мм	R _ф , Па/м	$\frac{R_{\phi} \cdot l}{\text{Па}}$	V, м/с	$\frac{\rho \cdot v^2}{2}$	$\sum \xi$	Z, Па	ΔP , Па	Примечания
Прибор 8											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta P_p = 157$ Па											
9-9'	281	1,4	25	14	20	0,138	10	10,6	100,93	121	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-2,8; тр поворотный Т2-2,3
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(157 - 121)}} = 24$ мм											
Прибор 7											
$\Delta P_p = 1970$											
8-8'	281	1,4	20	50	70	0,224	25	11,7	293,53	364	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-5,4; тр поворотный Т2-2,3
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(1970 - 364)}} = 9$ мм											
Прибор 6											
$\Delta P_p = 3310$											
7-7'	281	1,4	20	50	70	0,224	25	18,5	462,50	533	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-12,5; тр поворотный Т2-2
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(3310 - 533)}} = 8$ мм											
Прибор 5											
$\Delta P_p = 4578$											
6-6'	281	1,4	20	50	70	0,224	25	9,54	238,50	309	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-5,54; тр поворотный Т2-0
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(4578 - 309)}} = 7$ мм											

Продолжение приложения Г

Прибор 4											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta P_p=6132$											
5-5'	281	1,4	20	50	70	0,224	25	10,33	258,25	328	Прибор-2;скоба-2; тр поворотный Т1-6,88; тр поворотный Т2-(-0,55)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(6132 - 328)}} = 7 \text{ мм}$											
Прибор 3											
$\Delta P_p=9220$											
4-4'	281	1,4	20	50	70	0,224	25	14,3	357,50	428	Прибор-2;скоба-2; тр поворотный Т1-13; тр поворотный Т2-(-2,7)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(4578 - 309)}} = 7 \text{ мм}$											
Прибор 2											
$\Delta P_p=11839$											
3-3'	281	1,4	20	50	70	0,224	25	7,6	190,00	260	Прибор-2;скоба-2; тр поворотный Т1-10; тр поворотный Т2-(-6,4)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(11839 - 260)}} = 6 \text{ мм}$											
Прибор 1											
$\Delta P_p=18044$											
2-2'	281	1,4	20	50	70	0,224	25	8	200,00	270	Прибор-2;скоба-2; тр поворотный Т1-9; тр поворотный Т2-(-5)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(281)^2}{(18044 - 270)}} = 5 \text{ мм}$											

Продолжение приложения Г

Прибор 21											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta P_p = 2559 \text{ Па}$											
22-22'	42	1,4	10	18	25	0,096	5	11	50,69	76	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-10; тр поворотный Т2-(-5)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(42)^2}{(2559 - 76)}} = 3 \text{ мм}$											
Прибор 20											
$\Delta P_p = 3427 \text{ Па}$											
21-21'	42	1,4	10	18	25	0,096	5	11	55	76	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-10; тр поворотный Т2-(-5)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(42)^2}{(3427 - 76)}} = 3 \text{ мм}$											
Прибор 19											
$\Delta P_p = 4447 \text{ Па}$											
20-20'	42	1,4	10	18	25	0,096	5	11	55	76	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-10; тр поворотный Т2-(-5)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(42)^2}{(4447 - 76)}} = 3 \text{ мм}$											
Прибор 18											
$\Delta P_p = 5631 \text{ Па}$											
19-19'	42	1,4	10	18	25	0,096	5	11	55	76	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-10; тр поворотный Т2-(-5)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(42)^2}{(5631 - 76)}} = 3 \text{ мм}$											

Продолжение приложения Г

Прибор 17											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta P_p = 6983 \text{ Па}$											
18-18'	42	1,4	10	18	25	0,096	5	11	55	76	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-10; тр поворотный Т2-(-5)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(42)^2}{(6983 - 76)}} = 3 \text{ мм}$											
Прибор 16											
$\Delta P_p = 7417 \text{ Па}$											
16-16'	49	1,4	10	28	39,2	0,112	6,272	9,3	58,33	86	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-5,3; тр поворотный Т2-(-2)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(49)^2}{(7417 - 86)}} = 3 \text{ мм}$											
Прибор 15											
$\Delta P_p = 8013 \text{ Па}$											
17-17'	47	1,4	10	26	36,4	0,108	5,83	9,3	54,238	91	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-5,3; тр поворотный Т2-(-2)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(47)^2}{(8013 - 91)}} = 3 \text{ мм}$											
Прибор 14											
$\Delta P_p = 8591 \text{ Па}$											
15-15'	445	1,4	20	120	168	0,356	63,37	7,1	449,91	618	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-1,5; тр поворотный Т2-1,6
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(445)^2}{(8591 - 618)}} = 8 \text{ мм}$											

Продолжение приложения Г

Прибор 13											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta P_p = 10067 \text{ Па}$											
14-14'	100	1,4	10	107	149,8	0,147	10,80	9,3	100,48	250	Прибор-2; скоба-4; тр поворотный Т1-5,3; тр поворотный Т2-(-2)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(100)^2}{(10067 - 250)}} = 4 \text{ мм}$											
Прибор 12											
$\Delta P_p = 11715 \text{ Па}$											
13-13'	445	1,4	20	120	168	0,356	63,37	6,54	414,44	582	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-5,2; тр поворотный Т2-(-2,66)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(445)^2}{(11715 - 582)}} = 7 \text{ мм}$											
Прибор 11											
$\Delta P_p = 12513 \text{ Па}$											
12-12'	445	1,4	20	120	168	0,356	63,37	11,43	724,32	892	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-6,88; тр поворотный Т2-0,55
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(445)^2}{(12513 - 892)}} = 7 \text{ мм}$											
Прибор 10											
$\Delta P_p = 13675 \text{ Па}$											
11-11'	445	1,4	20	120	168	0,356	63,37	7,71	488,58	657	Прибор-2; скоба-2; тр поворотный Т1-5; тр поворотный Т2-(-1,29)
$d_d = 3,54 \cdot \sqrt[4]{\frac{(445)^2}{(13675 - 657)}} = 7 \text{ мм}$											

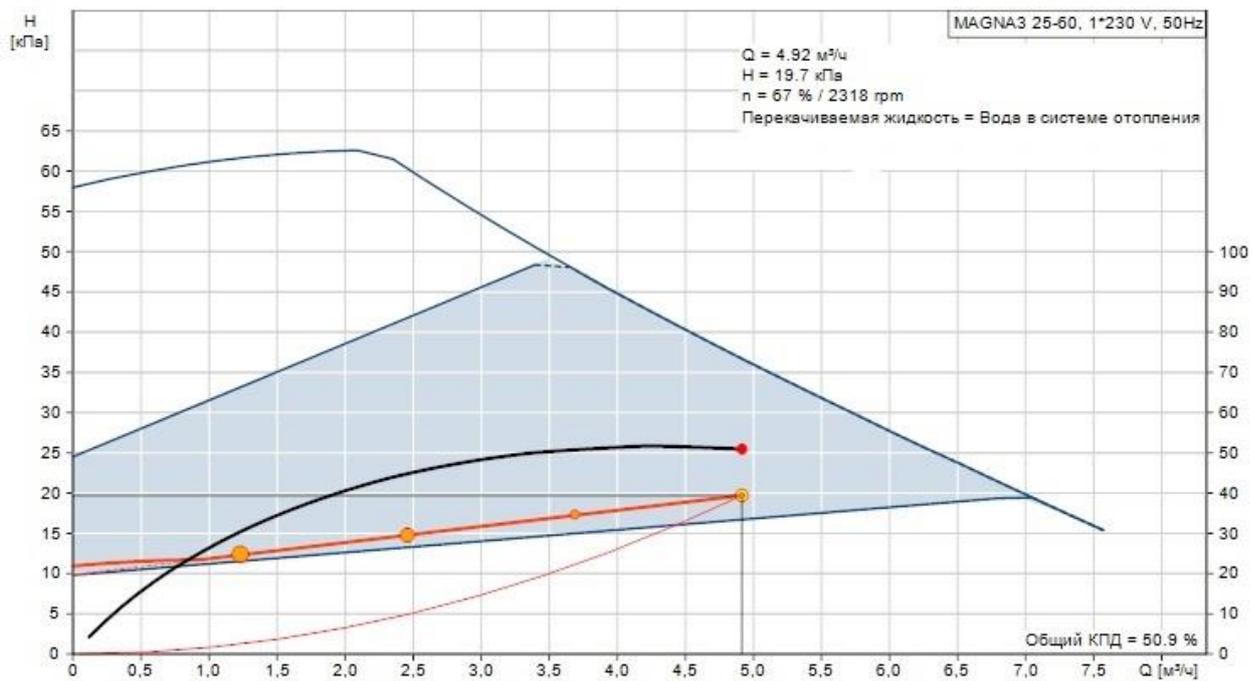
Приложение Ж Тепловой расчет нагревательных приборов

$Q_{ном},$ Вт	Магистраль				Подводки								$Q_{труб},$ Вт	$Q_{пр},$ Вт	F $м^2$	d_n мм	Примечание
	$q_z^{под}$ Вт/м	$q_z^{обр}$ Вт/м	$l_z^{под}$ м	$l_z^{обр}$ м	$q_6^{под}$ Вт/м	$q_6^{обр}$ Вт/м	$q_z^{под}$ Вт/м	$q_z^{обр}$ Вт/м	$l_6^{под}$ м	$l_6^{обр}$ м	$l_z^{под}$ м	$l_z^{обр}$ м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18
Кабинет 19,4 м ²																	
1341	134	82	3,5	3,5	56	30	75	41	0,5	0,5	0,2	0,2	779	640	0,69	32	Принимаем регистр из 4х труб, Ø 25мм, длина 1 трубы 2 м
Кабинет 10,5 м ²																	
1270	134	82	3,5	3,5	56	30	75	41	0,5	0,5	0,2	0,2	779	567	0,6	32	Принимаем регистр из 3х труб, Ø 25 мм, длина 1 трубы 2 м
Склад																	
5623	109	68	14	14	56	30	75	41	0,5	0,5	0,2	0,2	3022	2903	0,62	32	Принимаем регистр из 3х труб, Ø 25мм, длина 1 трубы 2 м. В кол-ве 5 шт
Станция обезжелезивания																	
977	-	-	-	-	56	34	75	46	0,8	0,8	0,2	0,2	96	891	0,96	57	Принимаем регистр из 2х труб, Ø 50 мм, длина 1 трубы 3 м
Участок тех обслуживания и текущего ремонта в осях 1-14/ А-Б																	
61027	184	158	12	1,6	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2			Теплоотдача труб Ø 40 мм, подводок Ø 20 мм		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

	164	101	13	14	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2	12097	50140	Теплоотдача труб \varnothing 32 мм, подводок \varnothing 20 мм (2шт)		
	139	82	4	8	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2			Теплоотдача труб \varnothing 25 мм, подводок \varnothing 20 мм (2шт)		
	109	68	17	8	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2			Теплоотдача труб \varnothing 20 мм, подводок \varnothing 20 мм (2шт)		
			57	1,5	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2			Теплоотдача труб \varnothing 15 мм, подводок \varnothing 20 мм (шт)		
															6,74	133	Принимаем регистр из 4х труб, \varnothing 125 мм, длина 1 трубы 4 м. В кол-ве 8 шт
Участок тех обслуживания и текущего ремонта в осях 1-14/ Д-Е																	
604 02	184		2,6		88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2	4031	56774	Теплоотдача труб \varnothing 40 мм, подводок \varnothing 20 мм		
	164	101	5,7	5,7	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2			Теплоотдача труб \varnothing 32 мм, подводок \varnothing 20 мм		
	134	82	4,2	5,8	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2			Теплоотдача труб \varnothing 25 мм, подводок \varnothing 20 мм		
	109	68	2	2	88	53	109	68	0,5	0,5	0,2	0,2			Теплоотдача труб \varnothing 20 мм, подводок \varnothing 20 мм (2шт)		
В осях 9-8														5000	5,37	219	Принимаем регистр из 4х труб, \varnothing 200 мм, длина 1 трубы 2 м
В осях 10-12														24000	8,59	219	Принимаем регистр из 4х труб, \varnothing 200 мм, длина 1 трубы 3 м. В кол-ве 3 шт.
В осях 4-5														27774	30	219	Принимаем регистр из 4х труб, \varnothing 200 мм, длина 1 трубы 6,5 м
Ввиду конструктивных особенностей здания необходимо распределить нагрузку так, чтобы длина некоторых приборов не превышала 2 м и 3 м																	

Приложение 3 Характеристика циркуляционного насоса



Приложение И Расчет выделяющихся вредностей

Наименование оборудования, сварочный материал, способ сварки	Расход G, кг/ч	Кол-во п, шт	МО	Выделение вредных веществ, г/ч																
				Аэрозоль масла	Аэрозоль эмульсола	Сварочный аэрозоль	Окись углерода	Окислы марганца	Окись железа	Фтористый водород	Оксид азота	Оксиды алюминия	Оксид углерода	Пыль чугуна	Пыль цветных металлов	Пыль текстолита	Пыль карболита	Диоксид серы	Окись азота	Угледород
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Агрегатный участок																				
Станок для шлифовки клапанов с охлаждением кругов эмульсией	-	1	+	4,2	0,023															
Печь электрическая	-	1	+				6													
Ванна для мойки мелких деталей	-	1	+				6													
ΣM, г/ч				4,2	0,023		12													
Z ПДК р.з. мг/м3				5	5		3													
Участок по ремонту электрооборудования																				
Машина моечная	-	1	+																	
Токарный станок	-	1	+											1	0,4					
Заточный станок	-	1	+											1	0,4	7,2	7,2			
ΣM, г/ч														2	0,8	7,2	7,2			
Z ПДК р.з. мг/м3														2	2	2	2			

Продолжение приложения И

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Токарный участок																					
Токарный одношпинельный автоматический станок	-	1	+	0,02	0,008																
Токарный многорезцовый полуавтоматический станок	-	1	+	0,4	0,0126																
Карусельный фрезерный станок	-	1	+	0,56	0,0034																
ΣМ, г/ч				0,98	0,0168																
Z ПДК р.з. мг/м3				5	5																
Шиномонтажный участок																					
Вулканизатор с манипулятором	-	1	+										0,0002					0,0006 6	0,0006 6	0,0004	
ΣМ, г/ч													0,0002					0,0006 6	0,0006 6	0,0004	
Z ПДК р.з. мг/м3													20					10	0,085	3	
Участок технического обслуживания и текущего ремонта																					
Аппарат для точечной сварки, способ сварки п/авт	-	1	+					0,015	0,5												
Аппарат для электродуговой сварки	0,7	1	+			0,84		0,002		0,004											
Аппарат для плазменной резки	-	1	+			40,1 5					7,56	8,8								15	
ΣМ, г/ч						40,9 9		0,53	3	0,004	7,56	8,8								15	
Z ПДК р.з. мг/м3						5		0,1	4	0,05	5	2								3	

Приложение К Аэродинамический расчет системы вентиляции

Аэродинамический расчет механической вентиляции													
№ уч- ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			R Па/м	R*1, Па	Σξ	Rд Па	Z, Па	R*L+Z, Па	ΣR*L+Z, Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
П2													
Магистраль													
PP-5	1541	-	200x600	0,096	4,45	-	-	3,3	12,1	40,03	40	40	
1	1541	1,9	315	0,0615	6,96	1,05	2,00	0,35	18	6,37	8,37	48	отвод 90-0,35
2	3082	1,2	400	0,126	6,79	1,17	1,40	1	28,3	28,30	29,70	78	тр на проход
3	4623	11,16	500	0,196	6,55	0,839	9,36	1	25,8	25,80	35,16	113	тр на проход-0,3; 2 отвода 90-0,35*2
4	5794	2,5	560	0,246	6,54	0,734	1,84	0,15	25,7	3,86	5,69	119	тр на проход
5	6965	2,5	560	0,246	7,86	1,03	2,58	0,15	37,1	5,57	8,14	127	тр на проход
6	8136	2,5	630	0,312	7,24	0,774	1,94	0,15	31,6	4,74	6,68	134	тр на проход
7	9307	2,5	630	0,312	8,29	0,99	2,48	0,15	41,3	6,20	8,67	142	тр на проход
8	10478	2,5	710	0,396	7,35	0,69	1,73	0,15	32,4	4,86	6,59	149	тр на проход
9	11649	2,5	710	0,396	8,17	0,8	2,00	0,15	40,1	6,02	8,02	157	тр на проход
10	12820	2,5	800	0,501	7,11	0,55	1,38	0,15	30,2	4,53	5,91	163	тр на проход
11	13991	2,5	800	0,501	7,76	0,7	1,75	0,15	35,9	5,39	7,14	170	тр на проход
12	15162	2,5	800	0,501	8,41	0,8	2,00	0,15	42,2	6,33	8,33	178	тр на проход
13	16334	10,8	800	0,501	9,06	0,87	9,40	0,50	49,0	24,50	33,90	212	тр на проход, отвод 90-0,35
Ответвления													
PP-5	1541	-	200x600	0,096	4,45	-	-	3,3	12,13	12	12	12	
14	1541	0,7	355	0,099	4,32	0,588	0,41	0,65	11,3	4,65	5,06	17	тр. на ответвление
Невязка уч. 14 с уч. 2 : $(78-17)/78=78\%$. Диафрагма на уч. 14 : $(78-17)/11,3=5,4$. Диаметр диафрагмы 236 мм													
PP-5	1541	-	200x600	0,096	4,45	-	-	3,3	12,13	12	12	12	
15	1541	0,7	355	0,099	4,32	0,588	0,41	1,5	11,3	16,95	17,36	29	тр. на ответвление
Невязка уч. 15 с уч. 3 : $(113-29)/113=74,3\%$. Диафрагма на уч. 15 : $(113-29)/11,3=7,4$. Диаметр диафрагмы 225 мм													

Продолжение приложения К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	21,95	22	22	
16	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	1,5	10,5	15,75	16,19	38	тр. на ответвление
Невязка уч. 16 с уч. 4 : $(119-38)/119=68\%$. Диафрагма на уч. 16: $(119-38)/10,5=7,7$. Диаметр диафрагмы:199 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
17	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	1,4	10,5	14,7	15,14	37,14	тр. на ответвление
Невязка уч. 17 с уч. 5: $(127-37,14)/127=71\%$. Диафрагма на уч. 17: $(127-37,14)/10,5=8,5$. Диаметр диафрагмы 195 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
18	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	1,4	10,5	14,7	15,14	37,14	тр. на ответвление
Невязка уч. 18 с уч. 6: $(134-37,14)/134=72,3\%$. Диафрагма на уч. 18 : $(134-37,14)/10,5=9,22$. Диаметр диафрагмы 191 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
19	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	2,44	10,5	25,62	26,06	48,06	тр. на ответвление
Невязка уч. 19 с уч. 7 : $(142-48,06)/142=66\%$. Диафрагма на уч. 19: $(142-48,06)/10,5=8,9$. Диаметр диафрагмы 193 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
20	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	2,68	10,5	28,14	28,58	50,58	тр. на ответвление
Невязка уч. 20 с уч. 8: $(149-50,58)/149=66\%$. Диафрагма на уч. 20: $(149-50,58)/10,5=9,4$. Диаметр диафрагмы 191 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
21	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	3,4	10,5	35,7	36,14	58,14	тр. на ответвление
Невязка уч. 21 с уч. 9: $(157-58,14)/157=63\%$. Диафрагма на уч. 21: $(157-58,14)/10,5=9,4$. Диаметр диафрагмы 191 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
22	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	3,4	10,5	35,7	36,14	58,14	тр. на ответвление
Невязка уч. 22 с уч. 10: $(163-58,14)/163=64\%$. Диафрагма на уч. 22: $(163-58,14)/10,5=10$. Диаметр диафрагмы 189 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
23	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	1	10,5	10,5	10,94	32,94	тр. на ответвление
Невязка уч. 23 с уч. 11: $(170-32,94)/170=81\%$. Диафрагма на уч. 23: $(170-32,94)/10,5=13$. Диаметр диафрагмы 180 мм.													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	
24	1171	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	0,1	10,5	1,05	1,49	23,49	тр. на ответвление
Невязка уч. 24 с уч.12: $(178-23,49)/178=87\%$. Диафрагма на уч. 24: $(178-23,49)/10,5=14,7$. Диаметр диафрагмы: 176 мм													
РВ-2	1171	-	250x250	0,062	5,25	-	-	1,3	16,88	22	22	22	

Продолжение приложения К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25	1172	0,7	315	0,0615	5,29	0,634	0,44	0,1	10,5	1,05	1,49	23,49	тр. на ответвление
Невязка уч. 25 с уч. 13:(212-23,49)/212=89 %. Диафрагма на уч. 25:(212-23,49)/10,5=17. Диаметр диафрагмы 176 мм.													
ПЗ													
Магистраль													
P150		-	200x200	0,0144	4,45	-	-	2	12,1	24,26	40	40	
1	57	1,2	80	0,005	3,17	1,9	2,28	0,35	18	6,37	8,65	49	отвод 90-0,35
2	115	3	80	0,005	6,39	6,39	19,17	1	28,3	28,30	47,47	96	тр на проход-0,65, отвод 90-0,35
3	177	4	80	0,005	9,83	7,35	29,40	0,35	25,8	9,03	38,43	135	отвод 90-0,35
Ответвления													
4	58	0,2	80	0,005	3,17	2	0,4	3	6	18	18,4	18,4	тр на отв, решетка P150
5	65	0,2	80	0,005	3,61	2,4	0,48	3	7,3	21,9	22,38	41	тр на отв, решетка P150
Невязка уч.2 с уч.4:(49-18,4)/49=62 %. Диафрагма на уч. 4:(49-18,4)/6=5,1. Диаметр диафрагмы 68 мм.													
Невязка уч.5 с уч. 3: (135-41)/135=70 %. Диафрагма на уч. 5:(135-41)/7,3=12,8 Диаметр диафрагмы 58 мм													
В1													
Магистраль													
1	1890	1,1	355	0,099	5,30	0,94	1,03	2,25	17,22	38,76	39,79	44	реш. PB5-1,3,отвод 90, тр на проход
2	3780	1	450	0,159	6,60	1,07	1,07	0,3	26,71	8,01	9,08	53,08	тр на проход
3	5670	1	500	0,196	8,04	0,776	0,78	1,8	39,55	71,19	71,97	125,05	тр на проход
4	7960	1,5	560	0,246	8,99	1,31	1,97	0,3	49,48	14,84	16,81	141,86	тр на проход
5	9452	1,5	630	0,312	8,42	1,12	1,68	0,55	43,37	23,86	25,54	167,40	тр на проход, отвод 90
6	10220	1	630	0,312	9,10	1,28	1,28	0,2	50,71	10,14	11,42	178,82	тр на проход
7	10998	1	560	0,246	12,42	1,45	1,45	0,3	94,46	28,34	29,79	208,61	тр на проход
8	11775	10,72	560	0,246	13,30	1,64	17,58	1	108,28	108,28	125,86	334,47	тр на проход, 2 отвода 90
Ответвления													
9	1890	0,1	400	0,126	4,17	0,94	0,094	1,5	10,63	15,95	16,04	17,78	реш. PB5-1,3, тр. на отв.
10	1890	0,1	400	0,126	4,17	0,94	0,094	0,9	10,63	9,57	9,66	27,44	реш. PB5-1,3, тр. на отв.
11	1890	0,1	400	0,126	4,17	0,94	0,094	1,8	10,63	19,14	19,23	46,68	реш. PB5-1,3, тр. на отв.

Продолжение приложения К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	1892	0,1	400	0,126	4,17	0,94	0,094	0,5	10,66	5,33	5,42	52,10	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.
13	768	0,1	250	0,049	4,35	0,88	0,088	0,6	11,61	6,97	7,05	59,16	реш. РВ2-1,3; тр. на отв.
14	768	0,1	250	0,049	4,35	0,88	0,088	0,6	11,61	6,97	7,05	66,21	реш. РВ2-1,3; тр. на отв.
15	767	0,1	250	0,049	4,35	0,88	0,088	0,7	11,58	8,11	8,19	74,40	реш. РВ2-1,3; тр. на отв.
<p>Невязка уч. 9 с уч. 2 :$(53,95-17,78)/53,95=67\%$. Диафрагма на уч. 9:$(53,95-17,78)/11,79=3$. Диаметр диафрагмы 289 мм Невязка уч. 10 с уч. 3:$(133,65-28,48)/133,65=79\%$. Диафрагма на уч. 10: $(133,65-28,48)/11,79=8,9$. Диаметр диафрагмы 248 мм Невязка уч.11 с уч. 4:$(150,46-49,8)/150,46=67\%$. Диафрагма на уч. 11:$(150,46-49,8)/11,79=8,5$. Диаметр диафрагмы 248 мм. Невязка уч. 12 с уч. 5: $(178,57-55,83)/178,57=69\%$. Диафрагма на уч. 12:$(178,57-55,83)/11,88=10,3$. Диаметр диафрагмы 241 мм. Невязка уч.13 с уч.6:$(191-62,89)/191=67\%$. Диафрагма на уч. 13:$(191-62,89)/11,61=11$. Диаметр диафрагмы 148 мм. Невязка уч. 14 с уч. 7:$(211,66-69,94)/211,66=67\%$. Диафрагма на уч. 14:$(211,66-69,94)/11,61=12$. Диаметр диафрагмы 148 мм. Невязка уч. 15 с уч.8:$(302,11-78,14)/302,11=74\%$. Диафрагма на уч. 15:$(302,11-78,14)/11,58=19$. Диаметр дифрагмы 139 мм</p>													
В2													
Магистраль													
1	3962	1,1	500	0,196	5,62	0,743	0,82	2,25	19,31	43,45	44,27	52,64	Реш РВ4-1,3; отвод 90, тр. а проход
2	7924	1	630	0,312	7,05	0,49	0,49	0,4	30,48	12,19	12,68	65,32	тр на проход
3	11886	1	630	0,312	10,58	1,02	1,02	0,4	68,59	27,44	28,46	93,78	тр на проход
4	15846	10,3	630	0,312	14,11	1,73	17,82	0,7	121,91	85,34	103,15	196,93	2 отвода 90
Ответвления													
5	3962	0,1	500	0,196	5,62	0,743	0,0743	1,75	19,31	33,80	33,87	40,38	реш, тр на отв
6	3962	0,1	500	0,196	5,62	0,743	0,0743	0,5	19,31	9,66	9,73	50,11	реш, тр на отв
7	3960	0,1	500	0,196	5,61	0,743	0,0743	0,5	19,29	9,65	9,72	59,83	реш, тр на отв
<p>Невязка уч. 5 с уч. 2:$(62,16-40,38)/62,16=35\%$. Диафрагма на уч. 5:$(62,16-40,38)/23,03=0,9$. Диаметр диафрагмы 420 мм. Невязка уч. 6 с уч. 3 $(83,49-51,97)/83,49=38\%$. Диафрагма на уч. 6:$(83,49-51,97)/23,03=1,4$. Диаметр диафрагмы 401 мм. Невязка уч. 7 с уч. 4:$(164,52-63,57)/164,52=61\%$. Диафрагма на уч. 7:$(164,52-63,57)/23,05=4,4$. Диаметр диафрагмы 344 мм</p>													

Продолжение приложения К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В3													
Магистраль													
1	50	1,1	125	0,0123	1,13	0,189	0,21	2,25	0,78	1,76	1,97	1,97	Реш РВ1-1,3; отвод 90, тр. на проход
2	100	1	160	0,02	1,39	0,21	0,21	0,3	1,18	0,35	0,56	2,53	тр на проход
3	150	1	160	0,0314	1,33	0,42	0,42	0,35	1,08	0,38	0,80	3,33	тр на проход
4	200	7,54	160	0,0314	1,77	0,7	5,28	0,7	1,92	1,34	6,62	9,95	2 отвода 90
Ответвления													
5	50	0,1	125	0,0123	1,13	0,189	0,0189	1,6	0,78	1,25	1,27	1,27	реш, тр на отв
6	50	0,1	125	0,0123	1,13	0,189	0,0189	1,3	0,78	1,02	1,03	2,30	реш, тр на отв
7	50	0,1	125	0,0123	1,13	0,189	0,0189	1,1	0,78	0,86	0,88	3,18	реш, тр на отв
<p>Невязка уч. 5 с уч. 2: $(2,53-1,27)/2,53=50\%$. Диафрагма на уч. 5: $(2,53-1,27)/0,78=1,6$. Диаметр диафрагмы 99 мм. Невязка уч. 6 с уч. 3: $(3,33-2,3)/3,33=31\%$. Диафрагма на уч. 6: $(3,33-2,3)/0,78=1,3$. Диаметр диафрагмы 100 мм. Невязка уч. 7 с уч. 4: $(9,95-3,18)/9,95=68\%$. Диафрагма на уч. 7: $(9,95-3,18)/0,78=8,7$. Диаметр диафрагмы 77 мм</p>													
В4													
Магистраль													
1	3028	2,6	400	0,126	6,68	1,13	2,94	2,15	27,29	58,68	61,62	60,49	реш. РВ5-1,3, отвод 90, тр. на проход
2	6056	2,5	560	0,246	6,84	0,797	1,99	0,4	28,64	11,46	13,45	73,94	тр на проход
3	9084	2,5	630	0,312	8,09	0,95	2,38	0,4	40,06	16,03	18,40	92,34	тр на проход
4	12112	2,5	800	0,501	6,72	0,5	1,25	0,3	27,62	8,29	9,54	101,88	тр на проход
5	15140	2,5	800	0,501	8,39	0,8	2,00	0,35	43,16	15,11	17,11	118,98	тр на проход
6	18168	2,5	900	0,635	7,95	0,62	1,55	0,25	38,69	9,67	11,22	130,20	тр на проход
7	21196	2,5	1000	0,785	7,50	0,48	1,20	0,2	34,46	6,89	8,09	138,30	тр на проход
8	24224	2,5	1000	0,785	8,57	0,61	1,53	0,25	45,00	11,25	12,78	151,07	тр на проход
9	27252	2,5	1120	0,985	7,69	0,44	1,10	0,2	36,18	7,24	8,34	159,41	тр на проход
10	30280	2,5	1120	0,985	8,54	0,534	1,34	0,2	44,66	8,93	10,27	169,67	тр на проход
11	33308	2,5	1120	0,985	9,39	0,384	0,96	0,2	54,04	10,81	11,77	181,44	тр на проход
12	36337	7,5	1120	0,985	10,25	0,746	5,60	0,7	64,32	45,02	50,62	232,06	2 отвода 90

Продолжение приложения К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвления													
13	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	1,6	17,14	27,42	27,49	27,49	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-0,3
14	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	0,7	17,14	12,00	12,06	39,55	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-0,6)
15	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	1,5	17,14	25,71	25,77	65,33	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-0,2
16	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	2,2	17,14	37,71	37,77	103,10	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-0,9
17	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	0,5	17,14	8,57	8,63	111,74	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-0,8)
18	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	-1,2	17,14	-20,57	-20,50	91,23	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-2,5)
19	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	-1,5	17,14	-25,71	-25,65	65,59	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-2,8)
20	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	-1,2	17,14	-20,57	-20,50	45,08	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-2,5)
21	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	-1,5	17,14	-25,71	-25,65	19,44	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-2,8)
22	3028	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	-1,5	17,14	-25,71	-25,65	-6,21	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-2,8)
23	3029	0,1	450	0,159	5,29	0,644	0,0644	-1,5	17,15	-25,73	-25,66	-31,87	реш. РВ5-1,3, тр. на отв.-(-2,8)

Невязка уч. 13 с уч. 2:(73,14-27,49)/73,14=62%. Диафрагма на уч. 13:(73,14-27,49)/17,14=2,6. Диаметр диафрагмы 331 мм

Невязка уч. 14 с уч. 3(90,59-39,55)/90,59=56 %. Диафрагма на уч. 14:(90,59-39,55)/17,14=2,9. Диаметр диафрагмы 331 мм

Невязка уч. 15 с уч. 4:(99,63-65,33)/99,63=34 %. Диафрагма на уч. 15:(99,63-65,33)/17,14=2. Диаметр диафрагмы 346 мм.

Невязка уч. 16 с уч.5:(115,94-103,10)/115,94=11 %

Невязка уч. 17 с уч.6: (126,54-111,74)/126,54=11,6%

Невязка уч. 18 с уч. 7:(134,15-91,23)/134,15=32%. Диафрагма на уч. 18:(134,15-91,23)/17,14=2,5. Диаметр диафрагмы 338 мм.

Невязка уч. 19 с уч. 8:(146,31-65,59)/146,31=55%. Диафрагма на уч. 19:(146,31-65,59)/17,14=4,7. Диаметр диафрагмы 309 мм.

Невязка уч. 20 с уч.9:(154,21-45,08)/154,21=71 %. Диафрагма на уч. 20:(154,21-45,08)/17,14=6,4. Диаметр диафрагмы 292 мм.

Невязка уч. 21 с уч.10 :(164,94-19,44)/164,94=88%. иафрагма на уч. 21:(164,94-19,44)/17,14=8,5. Диаметр диафрагмы 279 мм.

Невязка уч. 22 с уч. 11:(175,33-(-6,21))/175,33=104%. Диафрагма на уч. 22:(175,33-(-6,21))/17,14=10,6. Диаметр диафрагмы 266 мм.

Невязка уч. 23 с уч. 12:(225,94-(-31,87))/225,94=114 %. Диафрагма на уч. 23:(225,94-(-31,87))/17,14=15. Диаметр диафрагмы 251 мм

Приложение Л Аэродинамический расчет систем аспирации

№ уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	Воздуховоды			λ/d	ξ_{Σ}	$\Sigma \xi$	$\Sigma \xi_{\Sigma+\xi}$	Рд Па	Руч Па	ΣP Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В7													
Магистраль													
1	400	2,4	100	0,008	13,89	0,189	0,45	3,93	4,38	121	530,42	530,42	МО, отвод 90, отвод 45
2	900	4,4	125	0,0123	20,33	0,137	0,60	0,5	1,10	240	264,67	795,09	тр. на проход, 2 отвода 90
Ответвления													
3	500	1,2	125	0,0123	11,29	0,153	0,18	3,93	4,11	75,2	309,34	309,34	МО, тр. на отв., отвод 90, отвод 45
Невязка уч. 1 с уч. 3: $(530,42-309,34)/530,42=42\%$. Диафрагма на уч. 3: $(530,42-309,34)/75,2=2,9$. Диаметр диафрагмы 92 мм													
В8													
1	1500	5,9	180	0,0254	16,40	0,103	0,61	4,25	4,86	161	782,09	782,09	МО, 3 отвода 90
В9													
Магистраль													
1	1400	14,8	160	0,02	19,44	0,079	0,10	4,86	4,96	225	1116,68	1116,68	МО, 4 отвода 90, 2 отвода 45
2	3500	0,7	250	0,049	19,84	0,061	0,04	-	0,04	236	9,44	1126,12	
Ответвления													
3	2100	12	200	0,0314	18,58	0,079	0,95	4,18	5,13	207	1061,91	1061,91	МО, 2 отвода 90, отвод 45
Невязка уч. 2 с уч. 3: $(1226,12-1061,91)/1226,12=13,3\%$. Диафрагма на уч. 3: $(1226,12-1061,91)/207=0,8$. Диаметр диафрагмы 168 мм													

Продолжение приложения Л

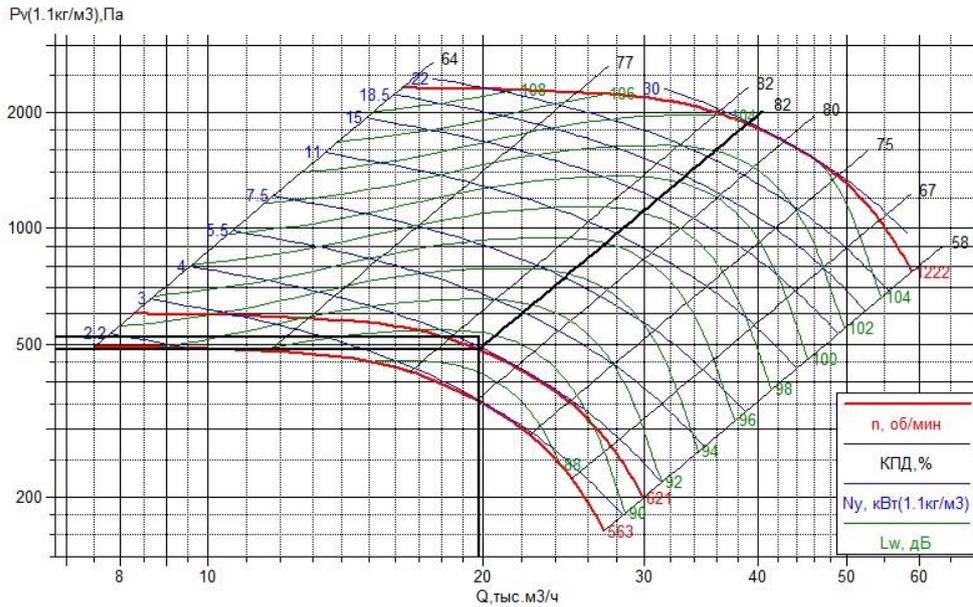
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В10													
Магистраль													
1	1500	5,4	180	0,0254	16,40	0,092	0,50	4,43	4,93	161	793,21	793,21	МО, 3 отвода 90, отвод 45
В11													
Магистраль													
1	400	2,5	100	0,008	13,89	0,189	0,47	4,18	4,65	121	562,95	563	МО, 2 отвода 90, отвод 45
2	1480	1,6	180	0,0254	16,19	0,092	0,15	0,33	0,48	156	74,44	637	тр. на проход
3	2320	10	200	0,0314	20,52	0,079	0,79	1,08	1,87	240	448,80	1086	тр. на проход, 3 отвода 90
Ответвления													
4	1080	1	160	0,02	15	0,109	0,109	0,63	0,739	134	99,03	99,03	тр. на отв., отвод 90, отвод 45
5	840	1	125	0,0123	18,97	0,137	0,137	0,85	0,987	217	214,18	313,21	тр. на отв., отвод 90, отвод 45
Невязка уч. 1 с уч. 4: $(562,95-99,03)/562,95=82,4\%$. Диафрагма на уч. 4: $(562,95-99,03)/134=3,5$. Диаметр диафрагмы 114 мм													
Невязка уч. 2 с уч. 5: $(637,39-313,21)/637,39=51\%$. Диафрагма на уч. 5: $(637,39-313,21)/217=1,5$. Диаметр диафрагмы 99 мм													
В12													
1	1555	9	180	0,0254	17,01	0,092	0,828	4,25	5,078	173	878,49	878,49	МО, 3 отвода 90
В13													
1	170	15,5	80	0,005	9,44	0,257	3,98	4,5	8,48	52	441,14	441,14	МО, 4 отвода 90
В14													
1	42	17,2	80	0,005	2,33	0,418	7,19	4,93	12,12	3,3	40,00	40	МО, 5 отводов 90, отвод 45
В16													
1	2600	18,2	225	0,04	18,06	0,069	1,26	4,68	5,94	198	1175	1175	МО, 4 отвода 90, отвод 45

Приложение М Аэродинамический расчет естественной вентиляции

Аэродинамический расчет естественной вентиляции														
№ уч- ка	L, м ³ /ч	l, м	Канал/Воздуховод			R Па/м	R*1, Па	Σξ	Rд, Па	Rрасп, Па	Z, Па	R*L+Z, Па	ΣR*L+Z, Па	Примечание
			d, мм	f, м ²	V, м/с									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BE1 Станция обезжелезивания														
1	252	5	200	0,0314	2	0,361	1,81	2,95	3,08	11,35	9,09	10,89	10,89	Решетка РВ-1, отвод 90°, зонт
$11,35-10,89/11,35*100 = 4 \%$														
B5 Насосная														
1	356	5	250	0,049	2	0,225	1,13	2,95	2,48	11,35	7,32	8,44	8,44	Решетка РВ-1, отвод 90°, зонт
$11,35-8,44/11,35*100 = 26 \%$. Устанавливается канальный вентилятор														
B6 Компрессорная														
1	188	5	140x270	0,038	1,37	0,124	0,62	2,95	1,17	11,35	3,45	4,07	4,07	Решетка РВ-1, отвод 90°, зонт
$11,35-4,03/11,35*100 = 62\%$. Устанавливается канальный вентилятор														
BE2 Склад														
1	326	5	225	0,0397	2	0,323	1,62	2,95	3,23	11,35	9,52	11,13	11,13	Решетка РВ-1, отвод 90°, зонт
$11,35-11,13/11,35*100 = 2 \%$														

Приложение О Характеристики вентиляторов

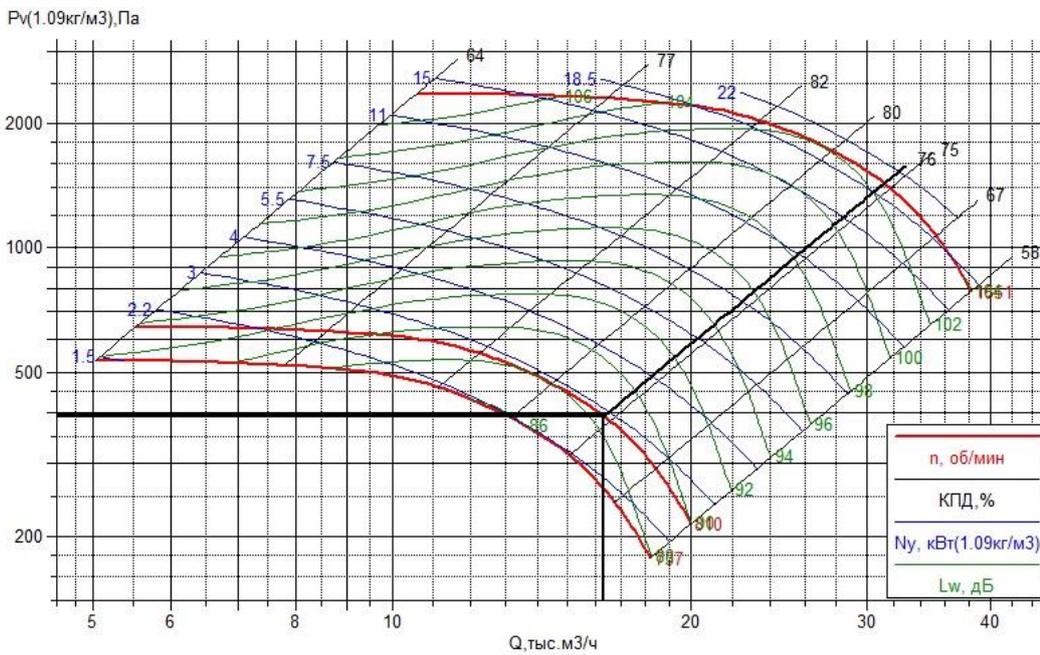
П1



Параметр	Значение
Индекс	ВРАН9-10
Обл.прим.	Общепром.
Вид	Центробежный
Констр.	Односторонний
Схема	схема_5
Индекс	ВРАН9
Давление	Полное
Дном, мм	1000
Выхлоп, мм	700x1270
Исполнения	Общепромышленный
Климатическое исп.	У1
Положение корпуса	П0
Сейсмостойкость	несейсмостойкое
М, кг	560
Заказ	ВРАН9-10-Н-У1-5-4x71

Рисунок 4-Характеристика вентилятора ВРАН9-10

П2



Параметр	Значение
Индекс	ВРАН9-8
Обл.прим.	Общепром.
Вид	Центробежный
Констр.	Односторонний
Схема	схема_5
Индекс	ВРАН9
Давление	Полное
Дном, мм	800
Выхлоп, мм	560x1016
Исполнения	Общепромышленный
Климатическое исп.	У1
Положение корпуса	П0
Сейсмостойкость	несейсмостойкое
М, кг	321
Заказ	ВРАН9-8-Н-У1-5-3x955

Рисунок 5-Характеристика вентилятора ВРАН9-8

Продолжение приложения О

В1

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 302 = 332 \text{ Па}$$

По расходу 17775 м³/ч и давлению 332 Па по [16] подбирается крышный вентилятор КРОС61-056

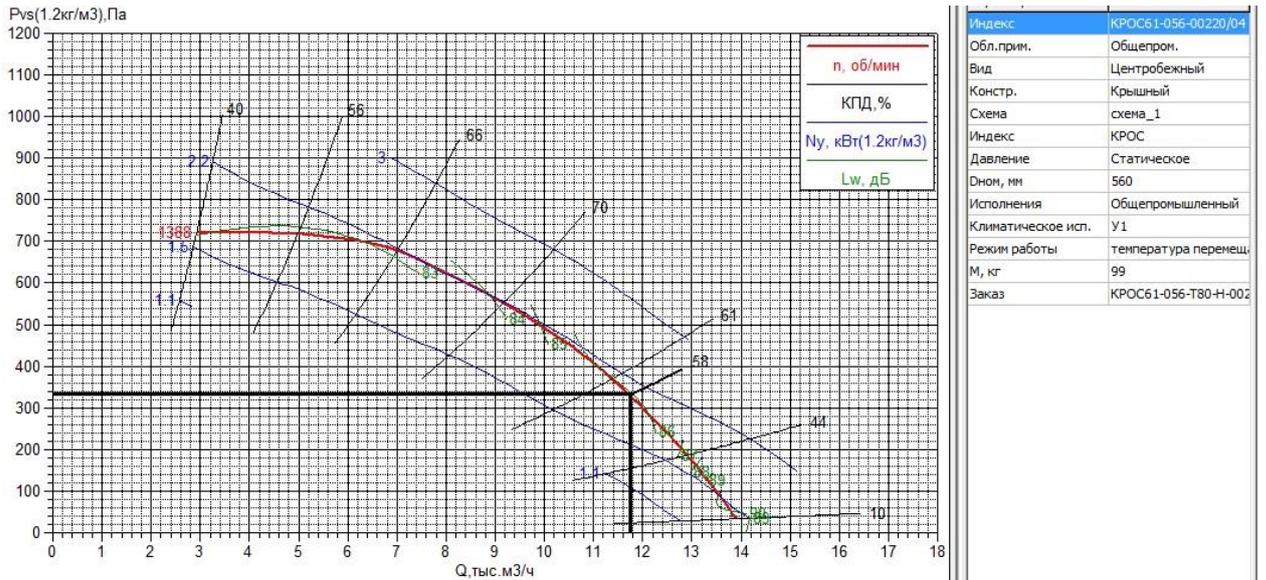


Рисунок 6-Характеристика вентилятора КРОС61-056

В2

$\Delta P_B = 1,1 \cdot 164,52 = 181 \text{ Па}$ По расходу 15846 м³/ч и давлению 181 Па по [16] подбирается крышный вентилятор КРОВ61-071

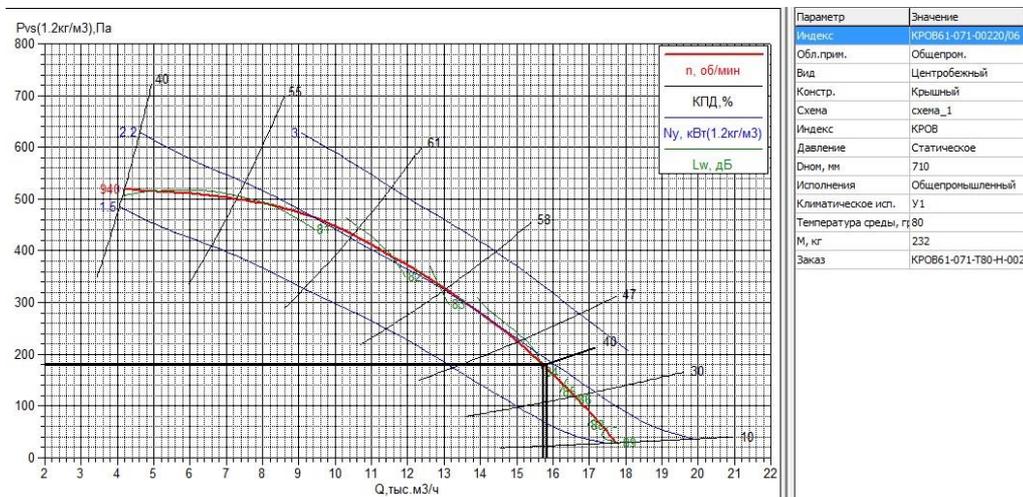


Рисунок 7-Характеристика вентилятора КРОВ61-071

Продолжение приложения О

В3

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 9,95 = 11 \text{ Па}$$

По расходу $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлению 11 Па подбирается осевой вентилятор ЕСО-150

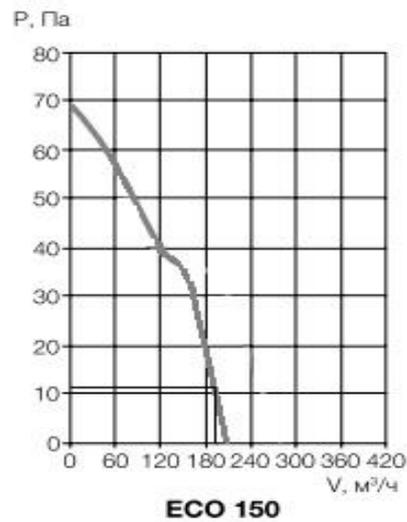
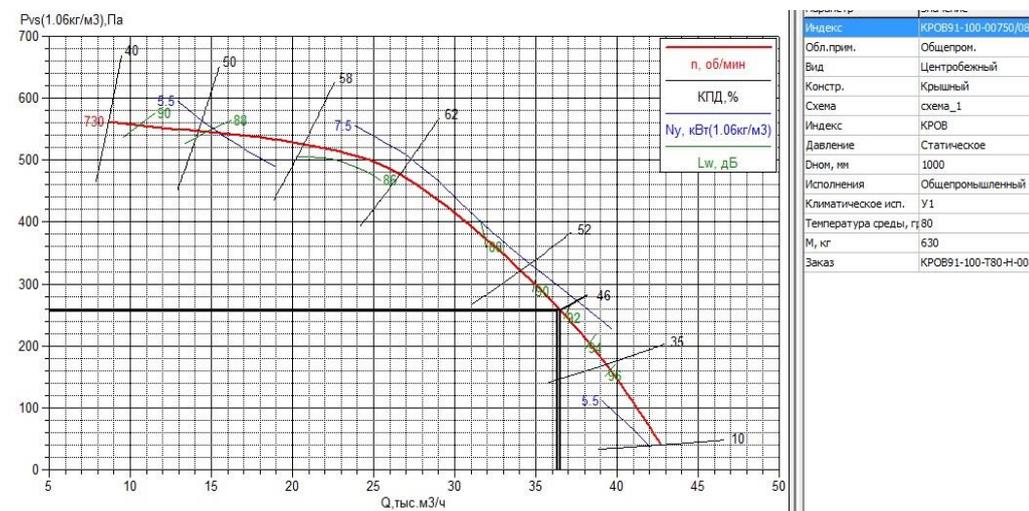


Рисунок 8-Характеристика осевого вентилятора ЕСО-150

В4

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 232,06 = 255 \text{ Па}$$

По расходу $36337 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлению 255 Па по [16] подбирается крышный вентилятор КРОВ91-100



Индекс	КРОВ91-100-00750/08
Обл.прим.	Общепром.
Вид	Центробежный
Констр.	Крышный
Схема	схема_1
Индекс	КРОВ
Давление	Статическое
Диам, мм	1000
Исполнения	Общепромышленный
Климатическое исп.	У1
Температура среды, г/80	
М, кг	630
Заказ	КРОВ91-100-Т80-Н-007

Рисунок 9-Характеристика вентилятора КРОВ91-100

Продолжение приложения О

В5

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 8,44 = 9,2 \text{ Па}$$

По расходу 356 м³/ч и давлению 9,2 Па подбирается каналный вентилятор AW 200E4 sileo Axian fan

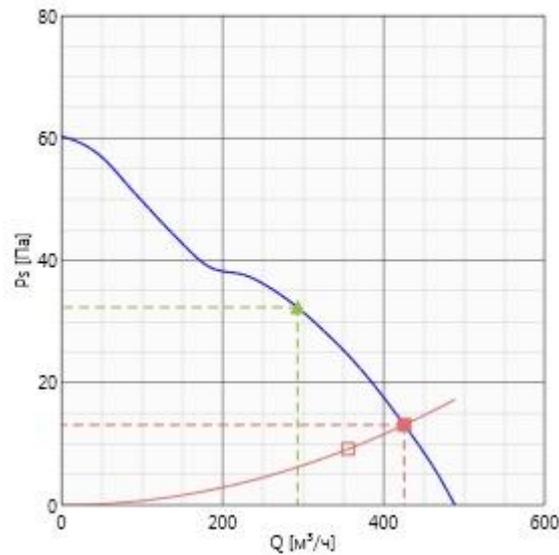


Рисунок 10-Характеристика вентилятора AW 200E4 sileo Axian fan

В6

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 4,07 = 4,5 \text{ Па}$$

По расходу 188 м³/ч и давлению 4,5 Па подбирается каналный вентилятор K125M sileo

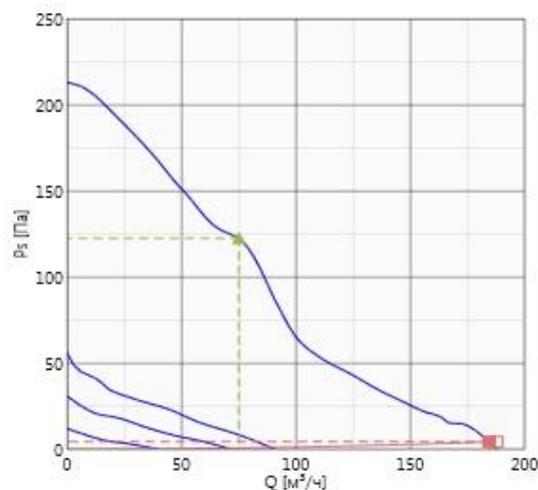


Рисунок 11-Характеристика вентилятора K125M

Продолжение приложения О

В7

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 309,34 = 340 \text{ Па}$$

По расходу 900 м³/ч и давлению 340 Па подбирается вентилятор ВНР9-0,35

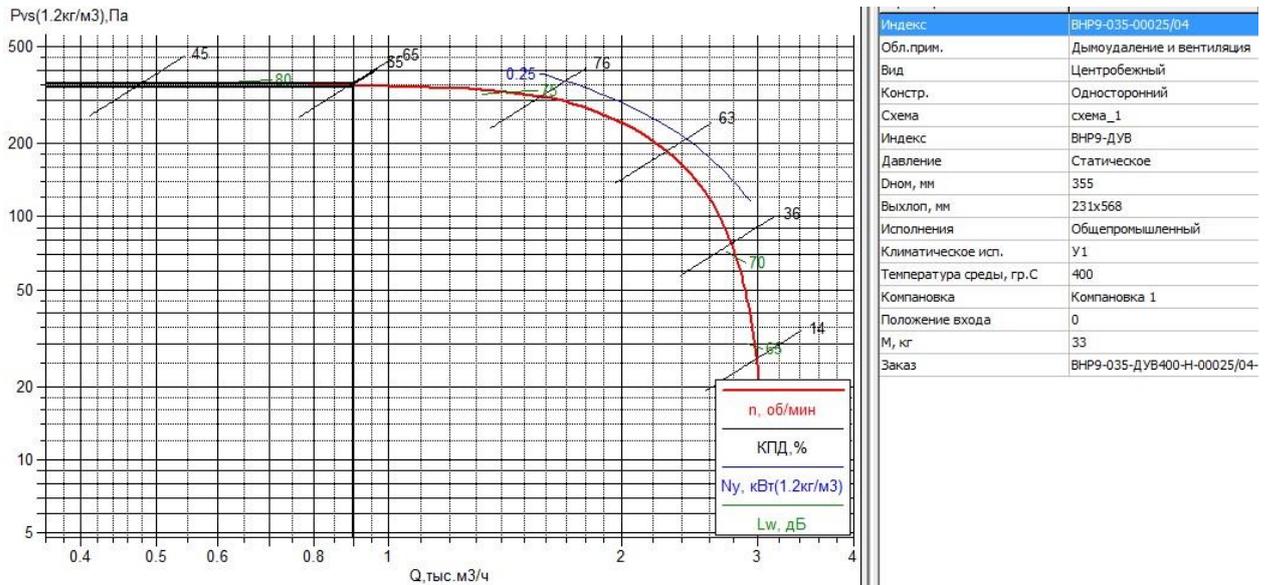


Рисунок 12-Характеристика вентилятора ВНР9-0,35
В8

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 782 = 860 \text{ Па}$$

По расходу 1500 м³/ч и давлению 860 Па подбирается вентилятор ВОСК6-3,15

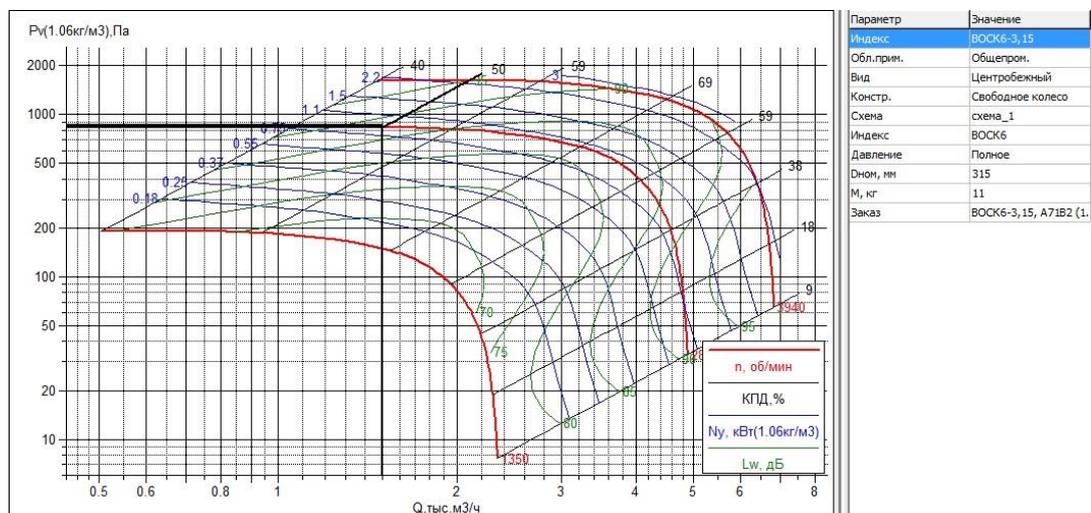


Рисунок 13 -Характеристика вентилятора ВОСК6-3,15

Продолжение приложения О

В9

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 1126 = 1239 \text{ Па}$$

По расходу 3500 м³/ч и давлению 1239 Па подбирается вентилятор ВОСК6-4

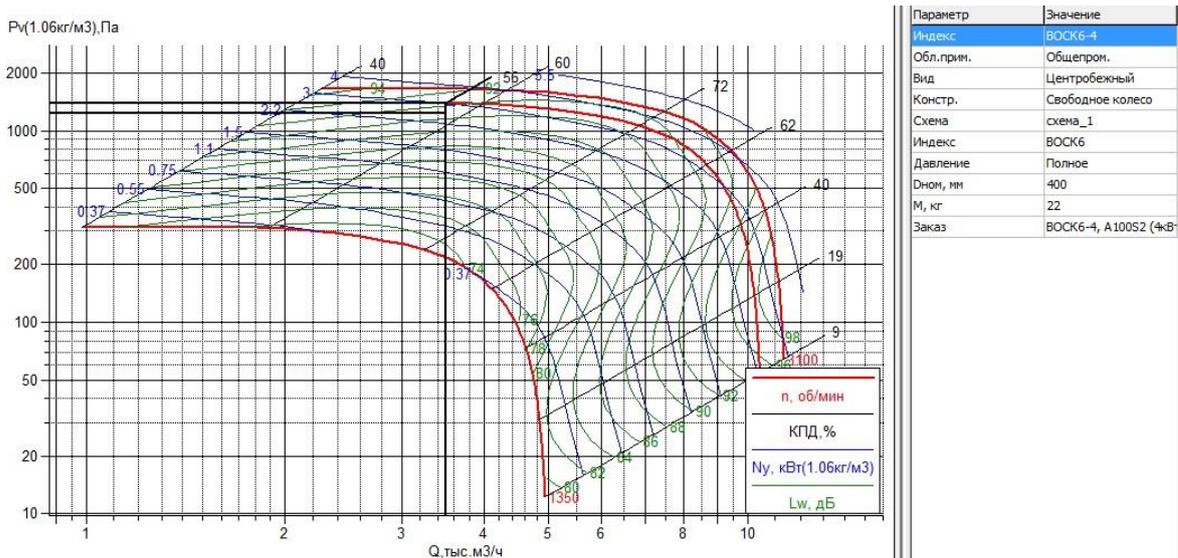


Рисунок 14 -Характеристика вентилятора ВОСК6-4

В10

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 793 = 872 \text{ Па}$$

По расходу 1500 м³/ч и давлению 1239 Па подбирается вентилятор ВОСК6-3,15

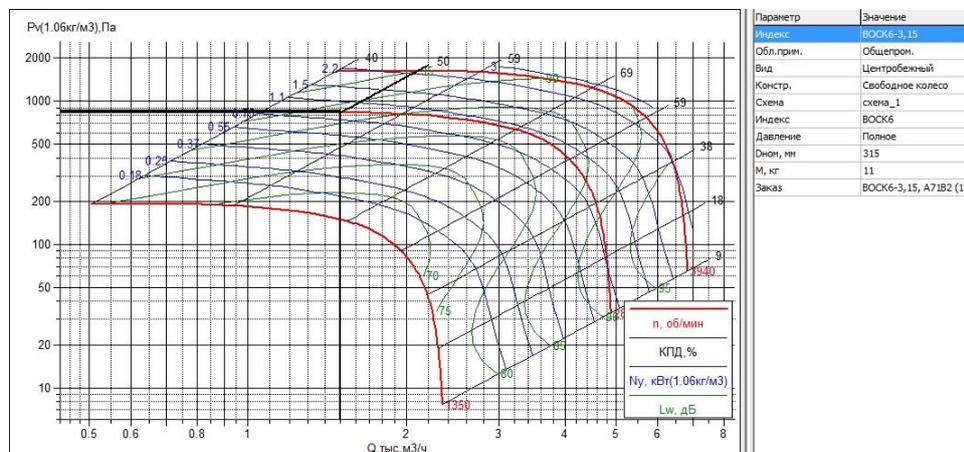


Рисунок 15 -Характеристика вентилятора ВОСК6-3,15

Продолжение приложения О

B11

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 1195 \text{ Па}$$

По расходу 2320 м³/ч и давлению 1195 Па подбирается вентилятор ВСК6-4

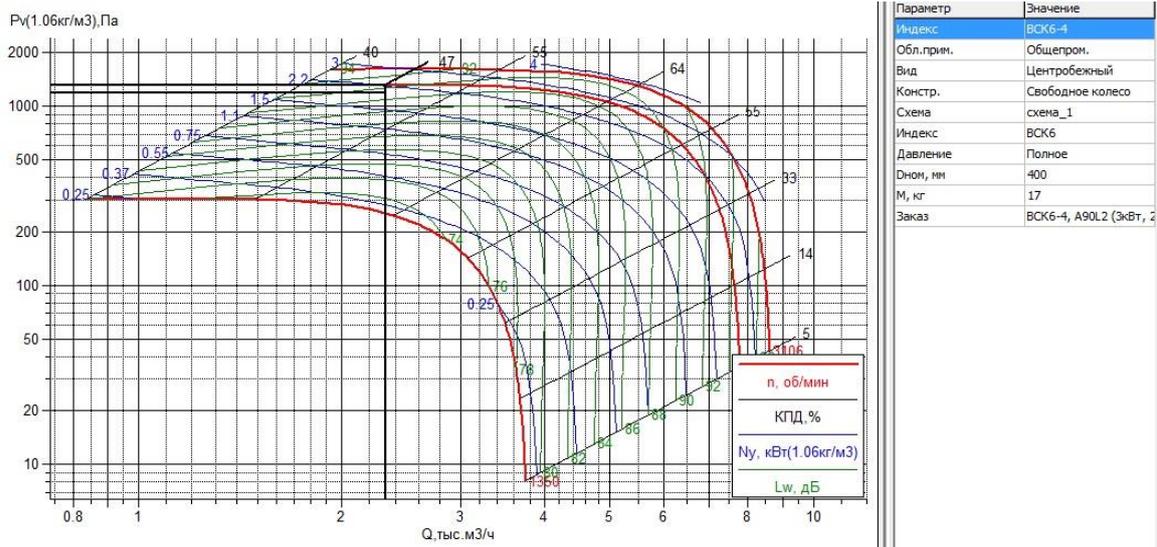


Рисунок 16 -Характеристика вентилятора ВСК6-4

B12

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 878 = 966 \text{ Па}$$

По расходу 1555 м³/ч и давлению 966 Па подбирается вентилятор KBR/F 315D2 IE2

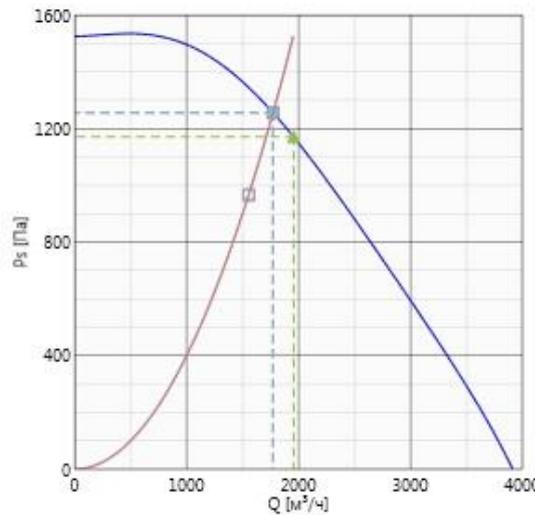


Рисунок 17 -Характеристика вентилятора KBR/F 315D2 IE2

Продолжение приложения О

В13

$$\Delta P_{\text{в}} = 1,1 \cdot 441 = 485 \text{ Па}$$

По расходу $170 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлению 485 Па подбирается вентилятор KBR 280ЕС TERMO fan

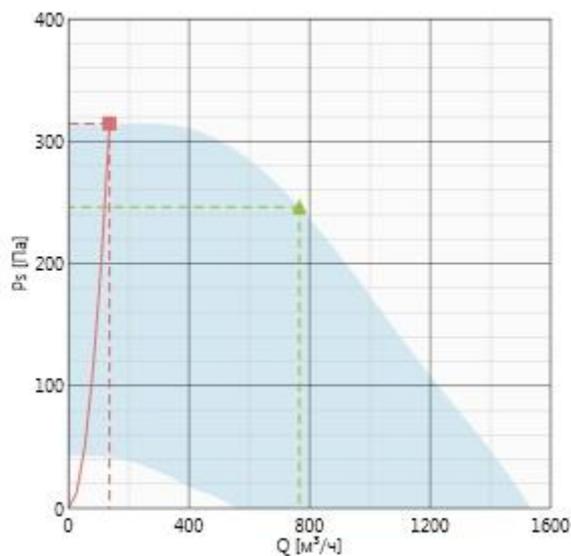


Рисунок 18 -Характеристика вентилятора KBR 280ЕС TERMO

В14

$$\Delta P_{\text{в}} = 1,1 \cdot 40 = 44 \text{ Па}$$

По расходу $42 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлению 44 Па подбирается вентилятор AW 200E4 sileo

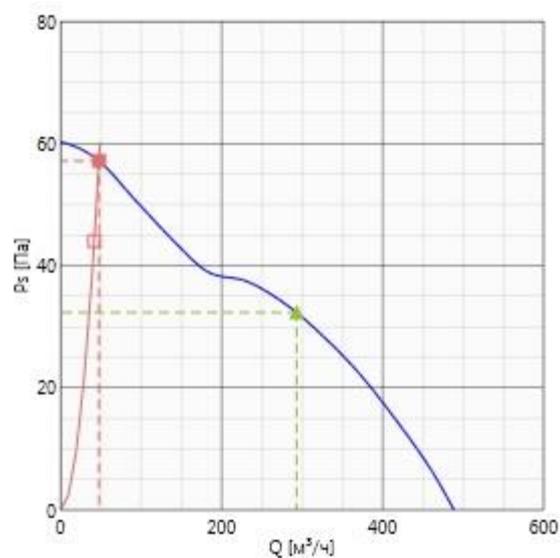


Рисунок 19 -Характеристика вентилятора AW 200E4 sileo fan

Продолжение приложения О

B15

$$\Delta P_B = 1,1 \cdot 1175 = 1293 \text{ Па}$$

По расходу $2600 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлению 1293 Па подбирается вентилятор ВСК6-4

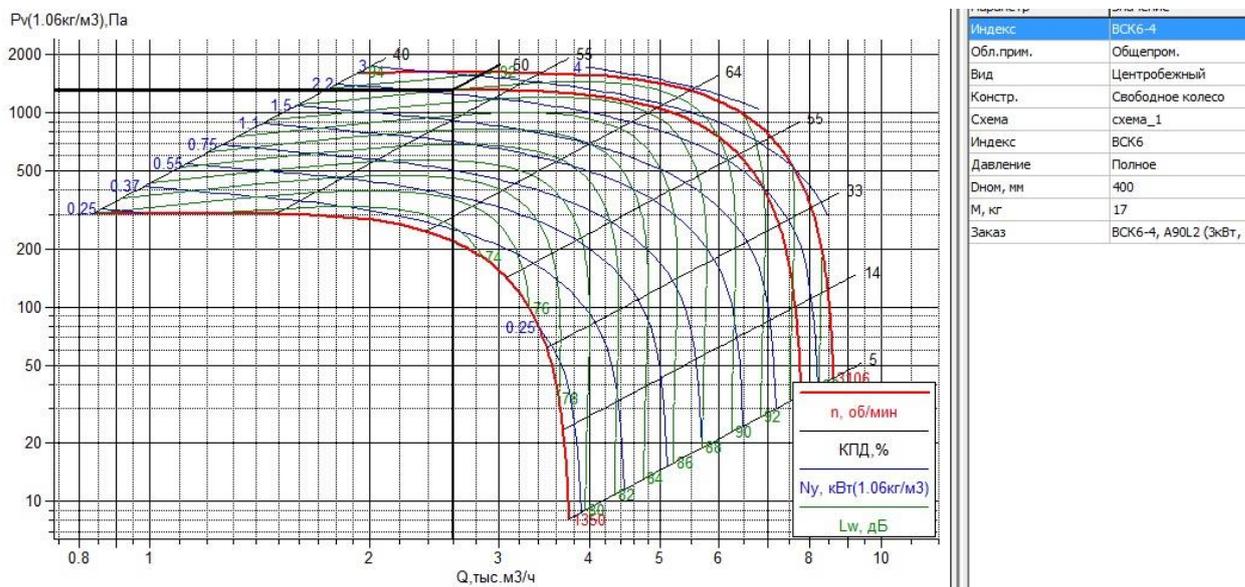
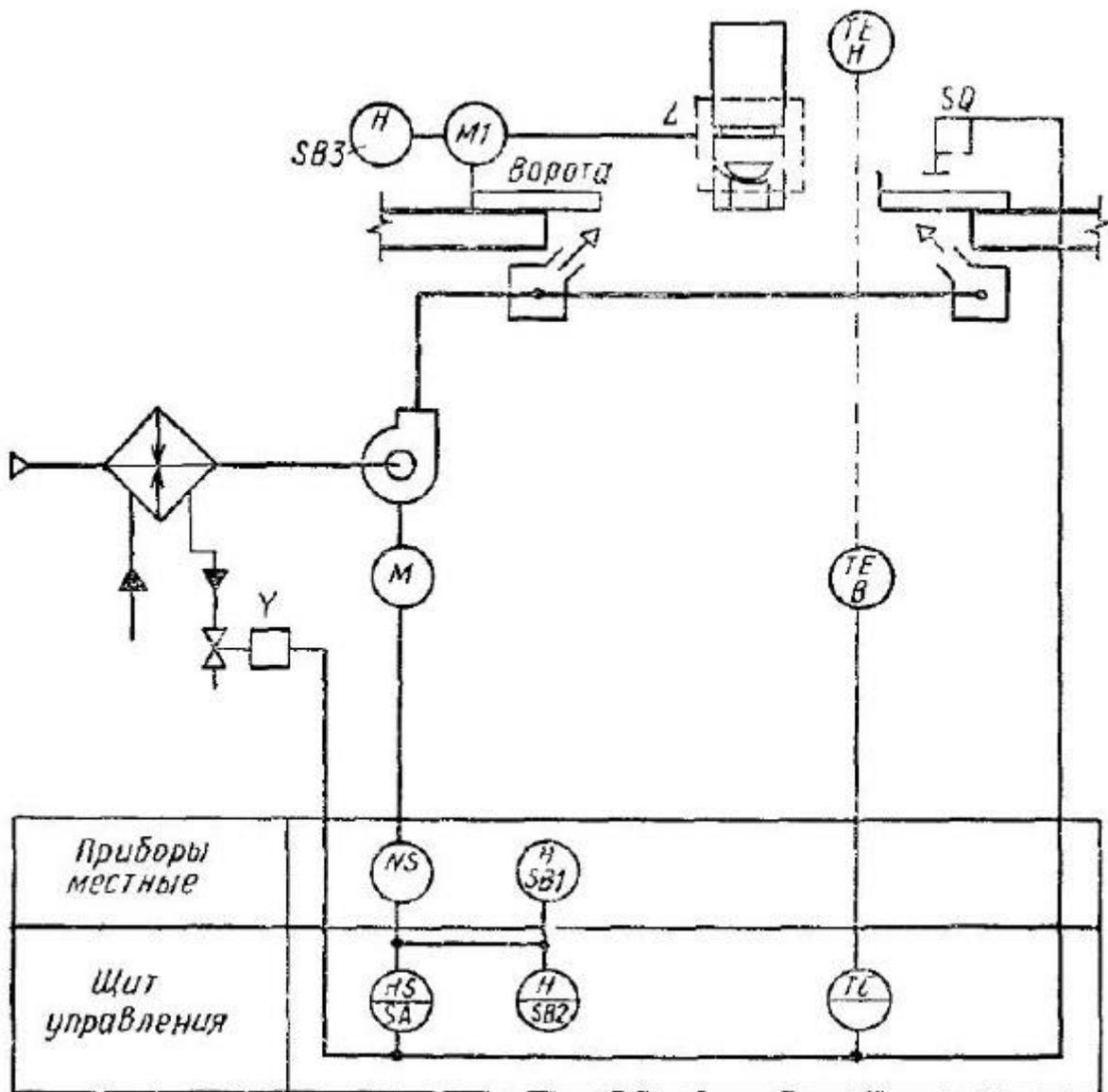


Рисунок 20 -Характеристика вентилятора ВСК6-4

Приложение II

Схема автоматизации воздушно-тепловых завес



Приложение Р Ведомость объемов монтажных работ

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5
1	Монтаж приточной установки	шт	2	
2	Монтаж моноблочной приточной установки	шт	1	
3	Монтаж вытяжных вентиляторов	шт	7	
4	Монтаж герметичных дверей	шт	2	
5	Монтаж воздуховодов Ø160	м ²	15,5	
	Ø80		9,5	
	Ø125		5	
	Ø100		1,5	
	Ø180		12	
	Ø200		36	
	Ø225		25	
	Ø250		5	
	Ø315		63	
	Ø355		8	
	Ø400		3,7	
	Ø450		3	
	Ø500		26	
	Ø560		76	
	Ø630		44	
	Ø710		53	
	Ø800		68	
Ø900	17			
Ø1000	16			
Ø1120	53			

Продолжение приложения Р

1	2	3	4	5
6	Монтаж диафрагм Ø77	шт	1	
	Ø92		1	
	Ø99		2	
	Ø100		1	
	Ø114		1	
	Ø125		1	
	Ø158		1	
	Ø176		2	
	Ø180		2	
	Ø186		1	
	Ø191		3	
	Ø193		1	
	Ø195		1	
	Ø199		5	
	Ø139		1	
	Ø148		2	
	Ø168		1	
	Ø204		1	
	Ø217		2	
	Ø225		1	
	Ø236		1	
	Ø241		1	
	Ø248		2	
Ø251	1			
Ø266	2			
Ø279	2			
Ø289	1			

Продолжение приложения Р

1	2	3	4	5
6	Ø292	шт	1	
	Ø309		1	
	Ø331		2	
	Ø338		1	
	Ø344		1	
	Ø346		1	
	Ø401		1	
	Ø420		1	
	Ø470		1	
7	Монтаж канальных вентиляторов	шт	5	
8	Монтаж местных отсосов	шт	11	
9	Монтаж воздухозаборных решеток	шт	2	
10	Монтаж воздухораспределительных решеток	шт		
	РР-2		4	
	РР-5		3	
	РВ-1		9	
	РВ-2		19	
	РВ-4		4	
	РВ-5		17	
11	Монтаж воздушно-тепловых завес	шт	16	
12	Питометражные люки	шт	20	
13	Кронштейны, планки, хомуты	кг	480	
14	Установка обеспыливающего агрегата ЦН-15	кг	954	

Приложение С Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. измерений	ЕНиР	Норма времени	Трудоемкост ь		Всего	Профессиональный состав звена
				чел.-час	Захватка I			
					объем работ	чел.- дни.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Монтаж приточной установки L=19762	шт	10-2	28	1	3,4	6,57	Монтажник систем вентиляции 6 разр-1 ч;4 разр-1ч; 3 разр-2ч;
	L=16334			26	1	3,17		
2	Монтаж моноблочной приточной установки L=177	шт	10-2	22,5	1	2,7	2,7	МСВ 6 разряд-1 ч
3	Монтаж вытяжных вентиляторов m=0,099 т(в1)	шт	34-27	3,31	1	0,4	16,39	МСВ 5 разряд-1 ч; 3 разряд 2 ч
	m=0,232 т(в2)			3,62	1	0,44		
	m=0,630 т (в4)			4,54	2	2,27		

Продолжение приложения С

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	m= 0,033 т (в7)			3,31	1	1,66		
	m= 0,011 т (в8)			3,31	1	1,66		
	m= 0,022 т (в9)			3,31	1	1,66		
	m=0,011 т (в10)			3,31	1	1,66		
	m= 0,017 т (в11)			3,31	1	1,66		
	m= 0,066 т (в12)			3,31	1	1,66		
	m= 0,047 т (в13)			3,31	1	1,66		
	m= 0,017 т (в15)			3,31	1	1,66		
4	Монтаж герметичных дверей	шт	10-21	0,66	2	0,16	0,16	МСВ 4разр-1 ч
5	Монтаж воздуховодов Ø80-Ø250	м ²	10-5	109,5	0,58	7,7	31	МСВ 5 разряд-1ч; 4 разряд- 1ч; 3 разряд-1ч; 2разряд-1ч
	Ø315-Ø355			71	0,55	4,76		
	Ø400-Ø560			108,7	0,42	5,57		

Продолжение приложения С

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Ø630-Ø800	м ²	10-5	165	0,44	8,85		МСВ 5 разряд-1ч; 4 разряд- 1ч; 3 разряд-1ч; 2разряд-1ч
	Ø900-Ø1000			33	0,4	1,6		
	Ø1120			53	0,39	2,52		
6	Монтаж диафрагм Ø77-Ø158	шт	10-9	8	0,34	0,33	3,6	МСВ 4 разряд-1 ч; 3 разряд-1ч
	Ø176-Ø248			27	0,48	1,6		
	Ø251-Ø346			13	0,86	1,36		
	Ø401-Ø470			3	0,86	0,31		
7	Монтаж канальных вентиляторов m=0,55 кг (в3)	шт	34-27	1	3,31	0,4	1,6	МСВ 4 разряд-1 ч
	m=0,0029 кг (в5)			1	3,31	0,4		
	m=0,0023 кг (в6)			1	3,31	0,4		
	m=0,0029 кг (в14)			1	3,31	0,4		

Продолжение приложения С

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Монтаж местных отсосов	м ²	10-12	18,84	0,58	1,33	1,33	МСВ 5 разряд-1 ч; 3 разряд-1 ч
9	Монтаж воздухозаборных решеток 1100x1900	м ²	10-16	2,09	1,7	0,43	0,8	МСВ 4 разряд-1 ч; 3 разряд-2 ч
	950x1850			1,8	1,7	0,37		
10	Монтаж воздухораспределительных решеток РР-2 100x400 (1,9 кг)	шт	10-11	4	0,72	0,35	4,92	МСВ 5 разряд-1ч; 3 разряд-1ч; 2разряд-1ч
	РР-5 200x600 (4,5 кг)			3	0,72	0,26		
	РВ-1 150x150 (1,1 кг)			9	0,72	0,79		
	РВ-2 250x250 (2,1 кг)			19	0,72	1,67		
	РВ-4 400x400 (4,1 кг)			4	0,72	0,35		
	РВ-5 400x600 (5,8 кг)			17	0,72	1,5		
11	Монтаж воздушно-тепловых завес	шт	10-15	16	2,8	5,46	5,46	МСВ 5 разряд-1ч; 4 разряд-1ч; 3 разряд-1ч
12	Установка постаментов под циклон	т	10-25	1	9	1	1	МСВ 4 разряд-1ч; 3 разряд-2 ч

Продолжение приложения С

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Установка циклона ЦН-15	шт	10-19	1	5,7	0,7	0,7	МСВ 6 разряд-1ч; 4 разряд-1ч; 2 разряд-1ч
	Итого:			76,23				
	Подготовительные работы – 4%:			3				
	Работы за счет накладных расходов – 10 %:			7,623				
	Всего:			86,85				

Приложение Т Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества	
Монтаж систем вентиляции	Разметка мест установки средств крепления воздухопроводов	Бригада монтажников систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации	Маркер на спиртовой основе, автогидроподъемник		
	Сверление отверстий под крепление воздухопроводов		Перфоратор или перфодрель		
	Установка средств крепления		Шуруповерт		
	Согласования со строителями мест расположения и способов крепления грузоподъемных средств				
	Установка грузоподъемных средств		Лебедка электрическая, автогидроподъемник		
	Доставка к месту монтажа деталей воздухопроводов		Камаз/Газель		
	Проверка комплектности и качества доставленных деталей воздухопроводов				
	Подготовка хомутов, проволоки и перфорированной ленты для монтажа воздушных каналов			Бокорезы, ножницы по металлу, монтажный нож	
	Сборка деталей воздухопроводов в укрупненные блоки				Воздуховоды из тонколистовой стали, фасонные части
	Установка блока в проектное положение и закрепление его			Автогидроподъемник, отвертка, шуруповерт	
Установка вентиляторов		Автогидроподъемник			

Приложение У 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	Разметка мест установки средств крепления воздухопроводов	Подвижные части производственного оборудования	Автогидроподъемник
2	Сверление отверстий под крепление воздухопроводов	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	Перфоратор или перфодрель
3	Установка средств крепления	Подвижные части производственного оборудования	Автогидроподъемник
4	Установка грузоподъемных средств	Движущиеся машины и механизмы	Лебедка электрическая, автогидроподъемник
5	Подготовка хомутов, проволоки и перфорированной ленты для монтажа воздушных каналов	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок	Хомуты, перфорированная лента
6	Сборка деталей воздухопроводов в укрупненные блоки	Шероховатость на поверхностях заготовок	Воздуховоды из тонколистовой стали
7	Установка блока в проектное положение и закрепление его	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Автогидроподъемник

Приложение Ф Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Подвижные части производственного оборудования	Движущиеся части производственного оборудования, должны быть или ограждены, или оснащены средствами блокировки, остановки, сигнализации, или окрашены в сигнальные цвета и обозначены знаками безопасности	Жилет сигнальный 2 класса защиты; каска строительная
2	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	Контроль правильности использования средств индивидуальной защиты от шума и вибрации; создание условий труда, при которых вредное воздействие шума не усугубляется наличием других неблагоприятных факторов;	Наушники противошумные (с креплением на каску)
3	Движущиеся машины и механизмы	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства	Жилет сигнальный 2 класса защиты; каска строительная
4	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок	Рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты	Перчатки с полимерным покрытием; Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий