

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий  
кафедрой

\_\_\_\_\_ А.И.Матюшенко  
подпись    инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 «Строительство»

«Отопление и вентиляция аграрного центра  
ООО «Сухобузино» Красноярского края»

тема

Руководитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Г.В.Смольников  
подпись, дата    должность, ученая степень    инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ А.И.Цыганков  
подпись, дата    инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Г.В.Смольников  
подпись, дата    должность, ученая степень    инициалы, фамилия

Красноярск 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Отопление .....	5
1.1 Теплотехнический расчет ограждений.....	5
1.2 Расчет теплопотерь.....	9
1.3 Расчет теплопоступлений.....	16
1.4 Таблица теплового баланса.....	18
1.5 Расчет отопительных приборов.....	19
1.6 Гидравлический расчет системы отопления .....	22
2 Вентиляция.....	29
2.1 Расчет воздухообменов.....	29
2.2 Таблица воздушного баланса.....	30
2.3 Аэродинамический расчет систем вентиляции.....	32
2.4 Расчет и подбор тепловых завес.....	51
2.5 Теплоснабжение калориферов систем вентиляции.....	53
2.6 Подбор оборудования.....	54
3 Технология возведения инженерных систем ТГВ.....	58
3.1 Подготовительные работы перед монтажом систем вентиляции.....	58
3.2 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления.....	59
3.3 Последовательность монтажа системы отопления.....	60
3.4 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции.....	61
3.5 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции .....	62
3.6 Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления.....	63
3.7 Инструменты и приспособления для монтажа систем вентиляции и отопления.....	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ А Спецификация оборудования и материалов.....	68

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Отопление и вентиляция аграрного центра ООО «Сухобузино» Красноярского края»

Содержит: 53 страницы, 2 иллюстраций, 9 таблиц, 35 формул, 1 приложение, 11 листов графического материала.

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, АЭРОДИНАЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, КОЭФИЦИЕНТЫ МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, ВОЗДУХООБМЕН, ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Объект проектирования – центр производства и реализации цветов ООО «Сухобузино» Красноярского края.

Цели работы:

- обеспечение температурного комфорта в помещениях офисного центра;
- обеспечение качественного воздухообмена в помещениях ;
- расчет и подбор вентиляционного оборудования;
- технология монтажа систем вентиляции.

В результате проведенных расчетов были разработаны схемы отопления и вентиляции и произведен подбор основного оборудования.

В разделе ТВИС рассмотрены вопросы монтажа и испытания систем отопления и вентиляции, разработана монтажная схема системы вентиляции.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данного проекта является решение проблем отопления, вентиляции торгово-производственного корпуса, т.е. обеспечение комфорта, экономии тепла и топлива, надежного и удобного управления системами, гармонии внешнего вида инженерного оборудования с дизайном помещений.

Из-за применения новых технологий и строительных материалов, установка герметичных стеклопакетов для борьбы с теплопотерями через ограждающие конструкции приводят к тому, что естественная вентиляция практически невозможна. В местах большого скопления людей эта проблема стоит весьма остро.

Для этого в работе предусматриваем приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением и систему отопления с комплексом тепловой автоматики, которые обеспечивают в помещениях высокий уровень комфорта и энергосбережения.

В работе применяем инженерное оборудование российских и зарубежных фирм.

## 1. ОТОПЛЕНИЕ

Исходные данные объекта проектирования

1. Район строительства - г. Красноярск
2. Назначение объекта – центр для выращивания и продажи растительной и цветочной продукции.
3. Ориентация главного фасада - Ю
4. Основные характеристики элементов здания:  
наружные стены - кирпичные в 2 кирпича; утеплитель, цементно-песчаный раствор;  
остекление тройное в раздельно спаренных переплетах;  
двери с тамбуром 1,5x2,1;  
полы - неутепленные на грунте;  
покрытие - кровля совмещенная.
5. Теплоноситель-вода с температурой 95-70 °С

### Расчетные параметры наружного воздуха.

Расчетные параметры принимаем по [ 1 ] в зависимости от географического местоположения объекта и назначения систем и заносим в таблицу 1.

Таблица 1

Период года	Температура, °С	Удельная энтальпия, кДж/кг	Скорость ветра, м/с	Барометрическое давление, кПа
Холодный	-37	-37,2	1	970
Переходный	8	22,5		
Теплый	22,5	51,9	1	

### 1.1. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДЕНИЙ

Ограждающие конструкции здания должны иметь регламентируемые нормами [ 3 ] сопротивления теплопередаче **R<sub>0</sub>**. Величина **R<sub>0</sub>** определяется толщиной принятого в конструкции ограждения теплоизоляционного слоя, выбор которой и определение коэффициента теплопередаче **K** и является основной целью теплотехнического расчета. Расчет ведется в соответствии со СНиП 23-02-2003.

При расчете ограждающих конструкций жилых зданий согласно [ 3 ] относительную влажность воздуха принимают равной 55% при расчетной температуре внутреннего воздуха не менее 14 и не более 24 °С. Тогда по табл. 1 [ 2 ] влажностный режим помещения нормальный, так как относительную влажность принимаем в пределах 30- 50%.

Зона влажности для данного района строительства по прил. 1 [ 3 ] - сухая.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства устанавливаем по прил.2 [3] — А, основываясь на них, ниже определим расчетные коэффициенты теплопроводности строительных материалов.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_0$  следует принимать не менее требуемых значений,  $R_0^{TP}$ , определяемых исходя из санитарно- гигиенических и комфортных условий и условий энергосбережений.

Градусо-сутки отопительного периода ( ГСОП):

$$ГСОП = ( t_B - t_{от.пер.} ) Z_{от.пер.} \quad ( 1.1)$$

где  $t_B$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{от.пер.}$  -средняя температура наружного воздуха отопительного периода, 15°С, и продолжительность,сут., периода со средней суточной температурой ниже или равной 8°С  $Z_{от.пер.} = 234$ сут.

$$ГСОП = (15 - (- 7,1)) \times 234 = 5171 \text{ сут}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций  $R_0^{TP}$ , м<sup>2</sup>°С/Вт, из условий энергосбережения в зависимости от ГСОП по табл.16\*[3]следующее:

стен	- 2,75 м <sup>2</sup> °С/Вт;
покрытий	- 3,11 м <sup>2</sup> °С/Вт;
окон	- 0,46 м <sup>2</sup> °С/Вт;
двери	- 1,4 м <sup>2</sup> °С/Вт.

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных), отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_0^{TP} = \frac{(t_B - t_H)n}{\alpha_B \Delta t^H}, \quad ( 1.2)$$

где  $n$  - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по табл. [ 3 ];

$t_B$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_H$  - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [ 1 ], - 40 °С;

$\Delta t^H$  - нормативный температурный перепад между температурой

внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаем по табл. 2 [ 3 ];

$\alpha_{в}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4\* [ 3 ], и равен 8,7 Вт/(м<sup>2</sup> °С).

Термическое сопротивление,  $R_0$ , м<sup>2</sup> °С/Вт, ограждающих конструкций рассчитываем по следующей формуле:

$$R_0 = 1/\alpha_{в} + R + 1/\alpha_{н} , \quad \text{м}^2 \text{ °С/Вт}, \quad (1.3)$$

где  $\alpha_{в}$  - коэффициент теплопередачи внутренней поверхности от ограждающих конструкций, принимаем по табл. 4\* [ 3 ].

$R$  - термическое сопротивление ограждающих конструкций, м<sup>2</sup> °С/Вт, определяемое как сумма термических сопротивлений отдельных слоев конструкции

$$R = \delta_i / \lambda_i , \quad \text{м}^2 \text{ °С/Вт}, \quad (1.4)$$

где  $\delta_i$  - толщина слоя, м;

$\lambda_i$  - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м<sup>2</sup> °С, принимаемый по табл. 6\* [ 3 ].

$\alpha_{н}$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> °С), принимаемый по табл. 6\* [ 3 ].

Коэффициент теплопередачи ограждения  $K$ , Вт/м<sup>2</sup> °С, определяется по формуле:

$$K = 1/R_0 \quad (1.5)$$

Наружная стена:

Кирпич  $\lambda_1=0,7$  Вт/м °С

Цементно-песчаный раствор  $\lambda_2=0,76$  Вт/м °С

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче стены:

$$R_0^{тp} = (1 \times (15 + 40)) / 4,5 \times 8,7 = 1,4 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче стены по ГСОП  $R_0^{тp} = 2,75 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}.$

Рассчитываем термическое сопротивление стены :

$$R = 1/8,7 + 1,2/0,7 + 0,02/0,76 + 1/23 = 2,8 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}.$$

Определяем коэффициент теплопередаче стены

$$K = 1/2,8 = 0,38 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}) .$$

Покрытие:

Один слой гравия на антисептированной битумной мастике  $\delta = 10\text{мм}$ ,  $\lambda = 6,21 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{С}$ .

Четыре слоя рубероида на горячей битумной мастике  $\delta = 25\text{мм}$ ,  $\lambda = 0,17 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{С}$ .

Цементно-песчаная стяжка из раствора марки 50  $\delta = 5\text{мм}$ ,  $\lambda = 0,76 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{С}$ .

Утеплитель - перлитопатный песок  $\lambda = 0,11 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{С}$ .

Один слой рубероида  $\delta = 5\text{мм}$ ,  $\lambda = 0,17 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{С}$ .

Ж/б плита  $\delta = 300\text{мм}$ ,  $\lambda = 1,92 \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{С}$ .

Определяем требуемое сопротивление теплопередаче покрытия:

$$R_o^{TP} = (1 \times (15 + 40))/3 \times 8,7 = 1,58 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче покрытия по ГСОП  $R_o^{TP} = 3,11 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ .

Определяем толщину утеплителя:

$$\delta_{ут} = 0,11 [3,11 - (1/8,7 + 0,01/0,21 + 0,025/0,17 + 0,005/0,76 + 0,005/0,17 + 0,3/1,92 + 1/23)] = 0,3 \text{ м}.$$

Примем утеплитель толщиной 0,3 м.

Рассчитываем термическое сопротивление покрытия :

$$R = 1/8,7 + 0,01/0,21 + 0,025/0,17 + 0,005/0,76 + 0,3/0,11 + 0,005/0,17 + 0,3/1,92 + 1/23 = 3,3 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Определяем коэффициент теплопередаче покрытия:

$$K = 1/3,3 = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}) .$$

Окна

Для окон тройных в раздельно спаренных переплетах согласно [ 3 ],

$$K_{ок} = 1/0,55 = 1,82 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}) ;$$

$$K_{факт} = K_{ок} - K_{ст} = 1,82 - 0,36 = 1,46 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}).$$

Двери

Требуемое сопротивление теплопередачи дверей и ворот должно быть не менее  $0,6 R_o^{TP}$  стен здания и сооружений [ 3 ]:



$$Ro_{дв}^{тр} = 0,6 Ro_{стены}^{тр} = 0,6 \times 2,75 = 0,84 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

$$K_{дв} = 1/0,84 = 1,19 \text{ Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$K_{факт} = K_{дв} - K_{ст} = 1,19 - 0,36 = 0,83 \text{ Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

#### Полы

Для полов и стен, расположенных ниже уровня земли, разделенных по зонам, сопротивление теплопередаче определяем по прил. 9 [ 3 ].

Коэффициент теплопередачи  $K$ ,  $\text{Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  равен:

0,4  $\text{Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  - для I зоны;

0,2  $\text{Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  - для II зоны;

0,1  $\text{Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  - для III зоны;

0,06  $\text{Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  - для IV зоны.

## 1.2. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ

Основное назначение системы отопления - компенсация теплотерь здания с целью поддержания в обогреваемых помещениях расчетной температурой обстановки. При определении тепловой нагрузки отопительной системы  $Q_{от}$ ,  $\text{Вт}$ , учитывают теплотери через ограждения здания,  $Q_o$ ,  $\text{Вт}$ , и теплотери на нагревание инфильтрующегося воздуха  $Q_{и}$ ,  $\text{Вт}$ .

Теплотери через наружные ограждения здания рассчитываются для всех помещений подвала, первого, второго этажей и для лестничной клетки секции по формуле:

$$Q_o = K F (t_b - t_n^b) n \eta, \text{Вт};$$

где  $K$  - коэффициент теплопередачи ограждения,  $\text{Вт}/(\text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;

$t_b$  - температура внутреннего воздуха в помещениях,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_n$  - расчетная температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ ;

$n$  - поправочный коэффициент к рабочей разности температур;

$\eta$  - коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери,

$$\eta = 1 + \sum \beta,$$

где  $\sum \beta$  - сумма дополнительных потерь тепла через ограждения.

При вычислении площади помещений пользуемся правилом обмера. Теплотери через наружные стены определяем без исключения площади окон и дверей, при этом коэффициент теплопередачи окон и дверей уменьшаем на величину коэффициента теплопередачи наружной стены. Теплотери через полы, расположенные на грунте рассчитываем по зонам шириной 2м, параллельным наружным стенам.

Расчет теплопотерь сводится в таблицу 2.

### Расчет теплопотерь подвала.

Таблица 2

Наименование помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_b - t_n) \times n$	К, Вт/м <sup>2</sup> °С	Дополнительные теплопотери		$\eta$	Q <sub>о</sub> , Вт
	Название	Ориентация (зоны)	Размеры м	Площадь, м <sup>2</sup>			На ориентацию	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гардеробная персонала $t_b = 25^\circ\text{C}$	ПЛ	1	3,4*2	6,8	65	0,4			1	176,8
		2	3,4*2	6,8	65	0,2			1	88,4
		3	3,4*2 3,4*0,6	8,84	65	0,1			1	57,46
		4	3,1*2,5	7,75	65	0,06			1	29,25
									Σ351,91	
Душевая $t_b = 25^\circ\text{C}$	ПЛ	3	0,2*1	0,2	65	0,1			1	1,3
		4	2,2*1	2,2	65	0,06			1	8,58
									Σ9,88	
Сан.узел $t_b = 16^\circ\text{C}$	ПЛ	3	0,2*1,2	0,24	56	од			1	1,34
		4	2,2*1,2	2,64	56	0,06			1	8,87
									Σ 8,87	
Лестничная клетка $t_b = 16^\circ\text{C}$	ПЛ	1	6*2	12	56	0,4			1	268,8
		2	6*2	12	56	0,2			1	134,4
		3	6*2	12	56	0,1			1	67,2
		4	6*1,1	6,6	56	0,06			1	22,18
									Σ 492,58	
Инвентарная $t_b = 16^\circ\text{C}$	ПЛ	3	0,2*1,8	0,36	56	0,1			1	2,02
		4	2,2*1,8	3,96	56	0,06			1	13,31
									Σ 15,33	
Помещение распаковки товара $t_b = 16^\circ\text{C}$	ПЛ	1	2,3*2	4,6	56	0,4			1	103,04
		2	2,3*2	4,6	56	0,2			1	51,52
		3	2,3*2	4,6	56	0,1			1	25,76
		4	2,3*3,5	8,05	56	0,06			1	27,05
									Σ 207,37	

### Расчет теплотерь подвала.

Таблица 2

Наименование помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м <sup>2</sup> °С	Дополнительные теплотери		$\eta$	Q <sub>о</sub> , Вт
	Название	Ориентация	Размеры м	Площадь, м <sup>2</sup>			На ориентацию	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лифтовой холл $t_{в} = 16^{\circ}\text{C}$	ПЛ	1	3,1*2	6,2	56	0,4			1	138,88
		2	3,1*2	6,2	56	0,2			1	69,44
		3	3,1*2	6,2	56	0,1			1	34,72
		4	3,1*3,5	10,85	56	0,06			1	0,65
									Σ 243,69	
Вентил-я камера $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$	ПЛ	1	4,1*2	8,2	50	0,4			1	164
		2	4,1*2	8,2	50	0,2			1	82
		3	4,1*2	8,2	50	0,1			1	41
		4	4,1*3,5	14,35	50	0,06			1	43,05
									Σ 330,05	
Складское помещение $t_{в} = 12^{\circ}\text{C}$	ПЛ	1	4,1*2	8,2	52	0,4			1	170,56
		2	4,1*2	8,2	52	0,2			1	85,28
		3	4,1*2	8,2	52	0,1			1	42,64
		4	4,1*3,5	14,35	52	0,06			1	44,77
									Σ 343,25	
Складское помещение $t_{в} = 12^{\circ}\text{C}$	ПЛ	1	4,1*2	8,2	52	0,4			1	170,56
		2	4,1*2	8,2	52	0,2			1	85,28
		3	4,1*2	8,2	52	0,1			1	42,64
		4	4,1*3,5	14,35	52	0,06			1	44,77
									Σ 343,25	
Подсобное помещение $t_{в} = 12^{\circ}\text{C}$	ПЛ	1	4,1*2	8,2	52	0,4			1	170,56
		2	4,1*2	8,2	52	0,2			1	85,28
		3	4,1*2	8,2	52	0,1			1	42,64
		4	4,1*3,5	14,35	52	0,06			1	44,77
									Σ 343,25	
Коридор $t_{в} = 16^{\circ}\text{C}$	ПЛ	1	32,5*2	65	56	0,4			1	1456
		2	32,5*2	65	56	0,2			1	728
		3	24,7*2 4,8*1,8 3*1,3	61,94	56	0,1			1	346,86
		4	1,5*2,2	3,3	56	0,06			1	11,09
	ДВ	С	1,5*2,1	3,15	56,5	0,83	0,1	1,22	2,32	342,71
	ТО	С	0,9*0,6	0,54	56,5	1,46	0,1		1,1	49

	ТО	С	0,9*0,6	0,54	56,5	1,46	0,1		1,1	49
										Σ 2982,66

### Расчет теплопотерь 1 этажа.

Таблица 2

Наименование помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_b - t_n) \times n$	К, Вт/м <sup>2</sup> °С	Дополнительные теплопотери		$\eta$	Q <sub>o</sub> , Вт
	Название	Ориентация	Размеры, м	Площадь, м <sup>2</sup>			На ориентацию	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Помещение подготовки цветов	НС	С	9*3,6	32,4	55,8	0,36	0,1		1,1	715,94
	ДВ	С	1,5*2,1	3,15	55,8	0,83	0,1		1,1	160,48
	ДВ	С	1,5*2,1	3,15	55,8	0,83	0,1		1,1	160,48
$t_b = 15^\circ\text{C}$										Σ 1036,9
Торговый зал	НС	С	16,9*3,6	60,84	55,8	0,36	0,1		1,1	1344,37
	НС	Ю	20,2*3,6	72,72	55,8	0,36			1	1460,8
$t_b = 15^\circ\text{C}$	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
										Σ 7791,06
Тамбур входа	НС	Ю	2,5*3,6	9	52,8	0,36			1	171,07
	ДВ	Ю	1,5*2,1	3,15	52,8	0,83			1	138,05
$t_b = 12^\circ\text{C}$										Σ 309,12
Лестничная клетка	НС	Ю	6,4*3,6	23,04	56,8	0,36			1	471,12
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	56,8	1,46			1	373,18
$t_b = 16^\circ\text{C}$										Σ 844,3
Загрузочная	НС	Ю	3*3,6	10,8	55,8	0,36			1	216,95
	ДВ	Ю	1,5*2,1	3,15	55,8	0,83			1	145,89
$t_b = 15^\circ\text{C}$										Σ 362,84
Коридор	НС	С	8,9*3,6	32,04	56,8	0,36	0,1		1,1	720,67
$t_b = 16^\circ\text{C}$	ТО	С	1,8*2,5	4,5	56,8	1,46	0,1		1,1	410,49
										Σ 1131,16
Кабинет директора	НС	В	6,1*3,6	21,96	58,8	0,36	0,1	0,05	1,15	488,09
	НС	Ю	3*3,6	10,8	58,8	0,36		0,05	1,05	240,05
$t_b = 18^\circ\text{C}$	ТО	Ю	1,6*2,3	3,68	58,8	1,46		0,05	1,05	331,72

	ТО	В	1,6*2,3	3,68	58,8	1,46	0,1	0,05	1,15	331,72
	ТО	В	1,6*2,3	3,68	58,8	1,46	0,1	0,05	1,15	331,72
										Σ 1723,3

### Расчет теплопотерь 1 этажа.

Таблица 2

Наименование помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м <sup>2</sup> °С	Дополнительные теплопотери		$\eta$	Q <sub>о</sub> , Вт
	Название	Ориентация	Размером	Площадь м <sup>2</sup>			На ориентацию	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бухгалтерия	НС	Ю	3*3,6	10,8	58,8	0,36			1	228,61
	ТО	Ю	1,6*2,3	3,68	58,8	1,46			1	315,92
$t_{в}=18\text{ }^{\circ}\text{C}$										Σ 544,53
Лестничная клетка	НС	Ю	6*3,6	21,6	56,8	0,36				441,68
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	56,8	1,46				373,18
$t_{в}=16\text{ }^{\circ}\text{C}$	ДВ	Ю	1,5*2,1	3,15	56,8	0,83		1,22	2,22	329,68
										Σ 1144,54
Тамбур входа	НС	В	2,4*3,6	8,64	52,8	0,36	0,1	0,05	1,15	172,44
	ДВ	В	1,5*2,1	3,15	52,8	0,83	0,1	0,97	2,07	271,95
$t_{в}=12\text{ }^{\circ}\text{C}$										Σ 444,39
Торговый зал	НС	С	8,2*3,6	29,52	55,8	0,36	0,1	0,05	1,15	681,95
	НС	З	7,3*3,6	26,28	55,8	0,36	0,05	0,05	1,1	580,7
$t_{в}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	НС	Ю	8,2*3,6	29,52	55,8	0,36		0,05	1,05	622,65
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1	0,05	1,15	288,77
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1	0,05	1,15	288,77
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1	0,05	1,15	288,77
	ТО	З	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,05	0,05	1,1	276,21
	ТО	З	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,05	0,05	1,1	276,21
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46		0,05	1,05	263,66
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46		0,05	1,05	263,66
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46		0,05	1,05	263,66
	ДВ	З	1,5*2,1	3,15	55,8	0,83	0,05		1,05	153,18
	ПТ		7,4*7	51,8	56,6	0,3		0,05	1,05	923,54
	ПЛ	1		34,4	55	0,4		0,05	1,05	794,64
		2		10,4	55	0,2		0,05	1,05	120,12
		3		0,32	55	0,1		0,05	1,05	1,85

											Σ 6088,34
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------

### Расчет теплопотерь 2 этажа.

Таблица 2

Наименование помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м <sup>2</sup> °С	Дополнительные теплопотери		η	Q <sub>о</sub> , Вт
	Название	Ориентация	Размеры м	Площадь м <sup>2</sup>			На ориентацию	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Торговый зал	НС	С	23,1*3,6	83,16	55,8	0,36	0,1		1,1	1837,57
	НС	Ю	23,1*3,6	83,16	55,8	0,36			1	1670,52
t <sub>в</sub> =15°С	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	С	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46	0,1		1,1	403,27
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	55,8	1,46			1	366,61
	ПТ		23,1*7,3	168,63	56,6	0,3			1	2863,34
									Σ 11760,59	
Кабинет	НС	С	7*3,6	25,2	58,8	0,36	0,1	0,05	1,15	613,45
t <sub>в</sub> =18°С	НС	3	4,4*3,6	15,84	58,8	0,36	0,05	0,05	1,1	368,83
	ТО	С	1,6*1,6	2,56	58,8	1,46	0,1	0,05	1,15	252,74
	ПТ		6,1*4,4	26,84	59,6	0,3		0,05	1,05	503,89
									Σ 1738,91	
Лестничная клетка	НС	Ю	7*3,6	25,2	56,8	0,36		0,05	1,05	541,05
	НС	3	2,7*3,6	9,72	56,8	0,36	0,05	0,05	1,1	218,63
t <sub>в</sub> =16°С	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	56,8	1,46		0,05	1,05	391,83
	ПТ		6*2,8	16,8	57,6	0,3		0,05	1,05	304,82
									Σ 1456,33	
Подсобное помещение	НС	Ю	3*3,6	10,8	55,8	0,36			1	216,95
	ПТ		3,1*5,5	17,05	56,6	0,3			1	289,51
t <sub>в</sub> =15°С									Σ 506,46	
Коридор	НС	С	12,6*3,6	45,36	56,8	0,36	0,1		1,1	1020,27

$t_{в}=16^{\circ}\text{C}$	ТО	С	1,6*1,6	2,56	56,8	1,46	0,1		1,1	233,53
	ПТ			26,76	57,6	0,3			1	462,41
										$\Sigma$ 1716,2

### Расчет теплопотерь 2 этажа.

Таблица 2

Наименование помещений	Характеристика ограждающих конструкций				$(t_{в}-t_{н}) \times n$	К, Вт/м <sup>2</sup> °C	Дополнительные теплопотери		$\eta$	Q <sub>о</sub> , Вт
	Название	Ориентация	Размеры, м	Площадь м <sup>2</sup>			На ориентацию	Прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Комната персонала	НС	С	4,3*3,6	15,48	60,8	0,36	0,1	0,05	1,15	389,65
$t_{в}=20^{\circ}\text{C}$	НС	В	6,2*3,6	22,32	60,8	0,36	0,1	0,05	1,15	512,97
	НС	Ю	4,3*3,6	15,48	60,8	0,36		0,05	1,05	355,77
	ПТ		3,2*6,6	21,12	61,6	0,3		0,05	1,05	409,81
										$\Sigma$ 1668,2
Гардеробная	НС	Ю	3,1*3,6	11,16	65,8	0,36			1	264,36
$t_{в}=25^{\circ}\text{C}$	ПТ			13,8	66,6	0,3			1	275,72
										$\Sigma$ 540
Душевая	ПТ		2,5*1,5	3,75	66,6	0,3			1	74,93
$t_{в}=25^{\circ}\text{C}$										$\Sigma$ 74,93
Сан. узел	ПТ		2,5*1,5	3,75	57,6	0,3			1	67,8
$t_{в}=16^{\circ}\text{C}$										$\Sigma$ 67,8
Подсобное помещение	ПТ		3,12*2,5	7,8	56,6	0,3			1	132,44
$t_{в}=15^{\circ}\text{C}$										$\Sigma$ 132,44
Лестничная клетка	НС	Ю	6*3,6	21,6	56,8	0,36			1	441,68
$t_{в}=16^{\circ}\text{C}$	ТО	Ю	1,8*2,5	4,5	56,8	1,46			1	373,18
	ПТ		6*2,9	17,4	57,6	0,3			1	300,67
										$\Sigma$ 1115,53

### 1.3. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ

#### 1.3.1. От источников искусственного освещения

Количество теплоты, Вт, поступающей в помещение от источников искусственного освещения,

$$Q_{\text{осв}} = E \times F \times q_{\text{осв}} \times \eta_{\text{осв}},$$

где  $E$  - освещенность, лк;

$F$  - площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{осв}}$  - удельные тепловыделения, Вт/(м<sup>2</sup>лк);

$\eta_{\text{осв}}$  - доля теплоты, поступающей в помещение. Для ламп, находящихся в помещении,  $\eta_{\text{осв}} = 1$ . Если лампы находятся вне помещения,  $\eta_{\text{осв}} = 0,45$  для ламп накаливания,  $\eta_{\text{осв}} = 0,15$  для люминесцентных ламп.

$$Q_{\text{осв}} = 200 \times 336,1 \times 0,067 \times 0,45 = 2027 \text{ Вт}$$

#### 1.3.2. От людей

Теплопоступления от людей складываются из отдачи явной и скрытой теплоты и зависят от вида выполняемой работы, температуры внутреннего воздуха в помещении и теплозащитных средств одежды. От этих же факторов зависят и влагопоступления от человека в помещение.

$$Q_{\text{чел}} = q \times n$$

где  $q$  - удельное количество вредности, Вт;

$n$  - количество человек, находящихся в помещении;

$$Q_{\text{чел}}^T = 145 \times 134 = 19430 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^X = 157 \times 134 = 21038 \text{ Вт}$$

#### 1.3.3. От солнечной радиации

Теплопоступления от солнечной радиации через световые проемы определяются по формуле:

$$Q_o = (q_1 F_1 + q_2 F_2) \beta_{\text{сз}}, \quad \text{Вт} \quad (1.11)$$



где  $q_1$ ,  $q_2$  - тепловые потоки, поступающие в помещение через вертикальное остекление, Вт/м<sup>2</sup>;

$F_1$ ,  $F_2$  - площадь световых проемов, соответственно облучаемых и не облучаемых прямой солнечной радиацией, м<sup>2</sup>;

$\beta_{сз}$  - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств.

Для вертикальных остеклений, частично или полностью облучаемых прямой солнечной радиацией

$$q^I = (q_{вп} + q_{вр}) K_1 K_2 ; \quad (1.12)$$

для вертикальных остеклений, находящихся в тени,

$$q^{II} = q_{вр} K_1 K_2 , \quad (1.13)$$

где:  $q_{вп}$ ,  $q_{вр}$  - поступление теплоты, Вт/м<sup>2</sup>, соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации, принимаемые по [ 3 ] ;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий затенение остекления,  $K_1 = 0,65$ ;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий загрязнение остекления,  $K_2 = 0,9$ .

При определении  $q_1$  и  $q_2$  следует выявить максимальное количество теплоты, которое поступает в помещение в расчетные часы суток через все вертикальные остекления.

$$Q = (392+81) \times 76,5 \times 0,9 = 32566 \text{ Вт}$$

#### Теплопоступление от солнечной радиации через покрытие.

Количество теплоты через покрытие определяется по формуле:

$$Q_n = (q + \beta A_q) * F, \quad \text{Вт} \quad (1.14)$$

где  $q$  - среднесуточное поступление теплоты в помещение, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_q$  - амплитуда колебаний теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;

$F$  - площадь покрытия помещения, м<sup>2</sup>.

Среднесуточное поступление теплоты в помещение определяется по формуле:

$$q_o = (t_n^{усл} - t_b) / R_o, \quad \text{Вт/м}^2 \quad (1.15)$$

где  $R$  - сопротивление теплопередач покрытия, м °С/Вт;

$t_n^{усл}$  - условная среднесуточная температура наружного воздуха, °С;

$t_b$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °С.

Условная среднесуточная температура наружного воздуха определяется:

$$t_n^{усл} = t_n + \rho I_{cp} / \alpha_n \quad (1.16)$$

где  $t_n$  - температура наружного воздуха в теплый период по параметрам А, ( $t_n = 22,6^\circ\text{C}$ );

$\rho$  - коэффициент поглощения солнечной радиации покрытием, согласно [ 3 ] для рубероида с песчаной посыпкой  $\rho = 0,9$ ;

$I_{cp}$  - среднесуточное количество теплоты от суммарной солнечной радиации,  $\text{Вт/м}^2$ , принимаемое по [ 1 ];

$\alpha_n$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности покрытия в теплый период,  $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ,  $\alpha_n = 5,8 + 11,6 \sqrt{V}$ ;  $V$  - скорость ветра в теплый период года, м/с, по [ 1 ], но не менее 1 м/с.

$$t_n^{ycl} = 22,6 + 0,9 \times 327 / 13,28 = 44,76^\circ\text{C};$$

$$q_o = (44,76 - 15) / 3,28 = 9,57 \text{ Вт/м}^2;$$

Амплитуда колебаний теплового потока,  $\text{Вт/м}^2$ , определяется:

$$A_q = \alpha_b A_{tb}, \quad (1.17)$$

где  $\alpha_b$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхностью покрытия, принимаемый по [ 3 ], для гладких поверхностей  $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$A_{tb}$  - амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности покрытия,  $^\circ\text{C}$ , определяемая по формуле:

$$A_{tb} = A_t^{расч} / \gamma, \quad (1.18)$$

где  $A_t^{расч}$  - расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ , принимаемая по [ 1 ];

$\gamma$  - величина затухания расчетной амплитуды,  $\gamma = 8,7 R_o$ .

Коэффициент изменения величины теплового потока в различные часы суток  $\beta$  определяется по [ 5 ] в зависимости от числа часов до или после поступления максимума теплоты  $Z - Z_{max}$  и равен 1.

$$A_{tb} = 24,44 / 27,06 = 0,9^\circ\text{C};$$

$$A_q = 8,7 \times 0,9 = 7,8 \text{ Вт/м}^2;$$

$$Q_n = (9,57 + 1 \times 7,8) 196,5 = 3767 \text{ Вт.}$$

#### 1.4. Таблица теплового баланса.

На основании расчета теплотерь и тепlopоступлений составляется таблица теплового баланса, табл. 3.

Таблица 3.

Период года	Тепlopоступления, Вт				Тепlopотери, Вт		Теплоизбытки, Вт	Тепло-недостат-
	$Q_{чел}$	$Q_{осв}$	$Q_{покр}$	$Q_{окн}$	$Q_{огр}$	$Q_{инф}$	$Q_{изб}$	$Q_{нед}$
Холодный	21038	2027	-	-	25640	2560	-	5139

Переходный	21038	2027	-	-	10990	1100	10975	
Теплый	19430	2027	3767	32566	-	-	57790	-

Рассчитаем расход воздуха в теплый период года :

$$L = Q / 0,278 * \rho * (t_{уд} - t_{пр}) = 57790 / 0,278 * 1,21 * (25,6 - 22,6) = 43310 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $t_{уд}$  - температура верхней зоны.

Рассчитаем расход воздуха в холодный период года :

$$L = Q / 0,278 * \rho * (t_{уд} - t_{пр}) = 5139 / 0,278 * 1,2 * (16,6 - 11) = 2680 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для теплого периода года рассчитаем количество осевых вентиляторов необходимых для удаления теплоизбытков.

$$n = L / L_{\text{вент}} = 40560 / 5070 = 8 \text{ шт. ECW/ECR 450 M4}$$

Мощность: 0,61 кВт.

Частота вращения рабочего колеса: 1310 об/мин.

Производительность: 5,07 тыс.м<sup>3</sup>/ч. Полное давление: 115 Па. Вес: 9кг.

## 1.5. РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тепловой расчет отопительных приборов заключается в выборе типоразмера числа их элементов с таким условием, чтобы общая поверхность прибора обеспечивал необходимое теплосопоставление в обслуживаемое помещение.

Последовательность расчета:

1. Вычертить схему рассчитываемого стояка с указанием в каждом из приборов его тепловой мощности  $Q_{пр}$ , Вт.

2. Выявить тепловую нагрузку на стояк  $Q_{ст}$ , Вт.

3. Определить количество теплоносителя  $G_{пр}$ , кг/ч, проходящего через отопительный прибор в течение часа:

$$G_{пр} = \alpha \times G_{ст} = \alpha \frac{3,6Q_{ст}}{c(t_g - t_o)}$$

где  $\alpha$  - коэффициент затекания воды в прибор, равный 1;

$Q_{ст}$  - тепловая нагрузка рассчитываемого стояка, Вт;

$c$  - удельная теплоемкость воды,  $c = 4,187 \text{ кДж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$ ;

$t_g$  и  $t_o$  - соответственно температуры теплоносителя в подающей и обратной магистральных, °C, (95 / 70).

4. Рассчитать температурный напор для отопительного прибора  $\Delta t$ , °C:

$$\Delta t = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_g$$

где  $t_{вх}$  и  $t_{вых}$  - температура теплоносителя соответственно на входе и на выходе из отопительного прибора

5. Найти комплексный коэффициент  $\phi$  по формуле:

$$\varphi = \left( \frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^p b c \psi ,$$

где  $n$  и  $p$  - коэффициенты полученные экспериментальным путем, ( $n=0,3$ ;  $p=0,07$ );

$b$  - поправочный коэффициент на атмосферное давление,  $b=1$ .

6. Рассчитать теплоотдачу открыто проложенных теплопроводов:

$$Q_{тр} = q_{г} l_{г} + q_{в} l_{в} ,$$

где  $q_{г}$ ,  $q_{в}$  - соответственно теплоотдача горизонтально и вертикально проложенных трубопроводов, Вт/м;

$l_{г}$ ,  $l_{в}$  - соответственно длины горизонтально и вертикально проложенных трубопроводов, м .

7. Рассчитать номинальный тепловой поток  $q_{тр}$ , Вт/м<sup>2</sup>:

$$Q_{н.т.} = Q_{тр} / \varphi$$

8. Определить типоразмер и количество секции отопительного прибора.

$$N_{min} = (Q_{н.т.} \times \beta_4) / (Q_{сек} \times \beta_3) ;$$

В качестве отопительных приборов принимаем радиаторы чугунные секционные МС140-108.

Произведем расчет отопительных приборов для хозяйственного помещения подвала.

$$Q_{ст} = 352 \text{ Вт} ; t_{в} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Определим количество теплоносителя:

$$G_{np} = \frac{3,6 \times 351,91}{4,187(95 - 70)} = 13,21 \text{ кг/ч},$$

Рассчитаем температурный напор для отопительного прибора:

$$\Delta t = \frac{95 + 70}{2} - 25 = 57,5 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

Найдем комплексный коэффициент:

$$\varphi = \left( \frac{57,5}{70} \right)^{1+0,15} \times \left( \frac{13,21}{360} \right)^{0,08} \times 1,03 \times 0,93 \times 1,092 = 0,64 ,$$

Так как длина открыто проложенных теплопроводов мала, то теплоотдачу открыто проложенных теплопроводов не учитываем.

Рассчитываем номинальный тепловой поток:

$$Q_{н.т.} = 352/0,64 = 550 \text{ Вт/м}^2,$$

Рассчитаем количество секций в приборе:

$$N_{мин} = \frac{550 \times 1}{185 \times 1} = 3$$

Аналогично проводим расчет остальных отопительных приборов и сводим результаты расчета приборов в таблицу 4.

**Таблица отопительных приборов.**

Таблица 4.

№ помещения	Наименование помещения	Марка отопительного прибора	Кол-во приборов	Кол-во секций в приборе
<b>Подвал</b>				
2	Гардеробная персонала	МС140-108	1	1
5	Лестничная клетка	МС 140- 108	1	4
7	Помещение для распаковки товара	МС 140- 108	1	3
8	Лифтовый холл	МС 140-108	1	3
10	Складское помещение	МС 140- 108	1	3
11	Складское помещение	МС 140- 108	1	3
12	Подсобное помещение	МС 140- 108	1	3
17	Коридор	МС 140- 108	3	6
<b>1 этаж</b>				
20	Торговый зал	МС 140- 108	4	8
		МС 140- 108	4	9
22	Лестничная клетка	МС 140- 108	1	11
24	Коридор	МС 140- 108	2	6
25	Кабинет директора	МС140-108	2	9
26	Бухгалтерия	МС 140- 108	1	6
30	Лестничная клетка	МС 140- 108	1	11
43	Торговый зал	МС140-108	4	11
<b>2 этаж</b>				
32	Торговый зал	МС 140- 108	4	9
		МС 140- 108	4	10
33	Кабинет	МС 140- 108	1	7
35	Подсобное помещение	МС 140- 108	1	3
36	Коридор	МС 140- 108	2	7
37	Комната персонала	МС 140- 108	2	6
38	Гардеробная	МС 140- 108	1	5

## 1.6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

В дипломном проекте запроектированы три системы отопления. Две двухтрубные, горизонтальные системы отопления с тупиковым движением воды и нижней разводкой и однетрубная, горизонтальная поэтажная система отопления с тупиковым движением воды и нижней разводкой.

Гидравлический расчет заключается в определении диаметров трубопроводов и потерь давления на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединениях и соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

При гидравлическом расчете трубопроводов потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений определяются по методу «удельных линейных потерь давления»:

$$\Delta P = RL + Z, \text{ Па}$$

где  $\Delta P$  - потери давления на трение и преодоление местных сопротивлений, Па;

$R$  - удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м;

$Z$  - местные потери давления на участке, Па;

$L$  - длина рассчитываемого участка, м.

Местные потери давления на участке определяются по формуле:

$$Z = P_{\partial} \cdot \sum \xi, \text{ Па}$$

где  $P_{\partial}$  - динамическое давление, Па;

$\sum \xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Динамическое давление определяется по формуле:

$$P_{\partial} = \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \text{ Па}$$

где  $\rho$  - плотность воды ( $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ );

$\omega$  - скорость теплоносителя на участке, м/с, принимаем по номограмме, а также значения диаметров -  $d$ , мм, и удельных потерь давления на трение -  $R$ , Па/м.

Невязка давлений определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \times 100\% \leq 15\%$$

Результаты гидравлического расчета представлены: для системы отопления №1 в таблицах 5, 6; для системы отопления № 2 в таблицах 7,8; для системы отопления № 3 в таблицах 9,10.

**Гидравлический расчет системы отопления № 1.**

Таблица 5

Номер участков		Диаметр, мм	Расход воды, кг/ч	Скорость, м/с	Уд. потери давл., Па/м	Потери давл. на трение, Па	Сумма к.м.с.	Потери на м. сопр, Па	Полные потери на участке, Па	Потери давл. в магистр, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Правая ветка</b>											
1	11,3	15	32,4	0,044	2,8	31,64	6,8	6,93	38,57	38,57	
2	5,6	15	53,6	0,073	7,5	42	5,12	13,7	55,7	94,27	
3	7,5	15	74,8	0,1	16	120	3,52	14,7	134,7	228,97	
4	6,7	20	111,4	0,084	8	53,6	3,9	14,1	67,7	296,67	
5	6,5	20	148	0,111	13	84,5	3,9	23,7	108,2	404,87	
6	6,1	25	184,6	0,085	5,7	34,77	4,2	14,1	48,87	453,74	
7	19,8	25	221,2	0,106	8,5	168,3	8,2	43,1	211,4	665,14	
8	5,6	25	278,4	0,127	12	67,2	4,5	30	97,2	762,34	
9	14,5	25	335,6	0,154	17	304,3	6	70,5	374,8	1137,14	
10	3,5	32	360,8	0,085	322	24,8	5,15	16,6	32,3	1164,54	
11	6,3	32	390,8	0,104	5,7	35,91	5,15	26,9	62,81	1199,95	
12	6,6	32	446	0,12	7,5	49,5	5,15	24,4	73,9	1273,85	
13	6,7	32	501,2	0,133	9	60,3	4,9	44,5	104,8	1378,65	
14	7,9	32	556,4	0,147	11	86,9	4,9	51,4	138,3	1516,95	
15	5,7	32	592,3	0,159	12,8	72,96	5,6	75,1	148,06	1665,01	
16	8	40	628,2	0,127	7	56	5,1	38,2	94,2	1759,21	
17	0,5	40	660	0,135	7,8	3,9	[5	44,5	48,4	1807,61	
18	5,2	50	1268	0,158	7,5	39	-	-	39	1846,61	
<b><math>H_c = 1846,61 \times 1,1 = 2031,27 \text{ Па}</math></b>											
<b>Левая ветка</b>											
19	3,6	15	32,4	0,044	2,8	10,08	4,4	3,96	14,04	14,04	
20	15	15	52,8	0,071	7	105	6,72	16,8	121,8	135,84	
21	6,7	20	89,4	0,069	5,5	36,85	3,9	9,58	46,43	182,27	
22	6,5	20	126	0,096	10	65	3,9	17,6	82,6	264,87	
23	6Д	20	162,6	0,124	16	97,6	3,9	30	127,6	392,47	
24	19,8	25	199,2	0,093	6,8	134,64	7,9	35,3	169,94	562,41	
25	5,6	25	256,4	0,118	10,5	58,8	4,54	35,2	94	656,41	
26	17,9	25	313,6	0,144	15	268,5	6,04	61,7	330,2	986,61	
27	6,3	32	368,8	0,1	5,2	32,76	5,15	24,4	57,16	1043,77	
28	6,6	32	424	0,113	6,7	44,22	5,15	32,3	76,52	1120,29	
29	6,7	32	479,2	0,129	8,5	56,95	4,9	41,3	98,25	1218,54	
30	2,8	32	534,4	0,143	10,5	29,4	4,9	51,4	80,8	1299,34	

31	10	32	553,4	0,147	11	110	3,8	41,1	151,1	1450,44	
32	3,14	32	576,5	0,155	12	37,68	3,8	47	84,68	1535,12	
33	2,2	32	608	0,162	13,2	29,04	6	79,9	108,94	1644,06	
$H_c = 1644,06 \times 1,1 = 1808,47 \text{ Па}$											
Невязка = $(1988,37 - 1808,47) / 1988,37 \times 100\% = 9\%$											

**Расчет коэффициентов местных сопротивлений.**

Таблица 6

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
1	радиатор чугунный секционный	1,6	6,8
	4 отвода	4 x 0,8	
	2 тройника на проход	1 x 2	
2	радиатор чугунный секционный	1,52	5,12
	2 отвода	0,8 x 2	
	2 тройника на проход	1 x 2	
3	радиатор чугунный секционный	1,52	3,52
	2 тройника на проход	1 x 2	
4	радиатор чугунный секционный	1,9	3,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
5	радиатор чугунный секционный	1,9	3,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
6	радиатор чугунный	2,2	4,2
	2 тройника на проход	1 x 2	
7	радиатор чугунный	2,2	8,2
	8 отводов	0,5 x 8	
	2 тройника на проход	1 x 2	
8	радиатор чугунный секционный	2,5	4,5
	2 тройника на проход	1 x 2	
9	радиатор чугунный секционный	2,5	6
	3 отвода	0,5 x 3	
	2 тройника на проход	1 x 2	
10	радиатор чугунный секционный	3,15	5,15
	2 тройника на проход	1 x 2	
11	радиатор чугунный секционный	3,15	5,15
	2 тройника на проход	1 x 2	
12	радиатор чугунный секционный	3,15	5,15
	2 тройника на проход	1 x 2	
13	радиатор чугунный секционный	2,9	4,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
14	радиатор чугунный секционный	2,9	4,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
15	радиатор чугунный секционный	2,6	5,6
	2 тройника на проход	1 x 2	
	2 отвода	0,5 x 2	



16	радиатор чугунный секционный	2,6	5,1
	Отвод	0,5	
	2 тройника на проход	1 x 2	
17	радиатор чугунный секционный	2	3
	тройник на проход	1	

**Расчет коэффициентов местных сопротивлений.**

Таблица 6

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
18	радиатор чугунный секционный	1,6	4,4
	секционный	1,6	
	отвод	0,8	
	2 тройника на проход	1 x 2	
19	радиатор чугунный секционный	1,52	6,72
	4 отвода	0,8 x 4	
	2 тройника на проход	1 x 2	
20	радиатор чугунный секционный	1,9	3,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
21	радиатор чугунный секционный	1,9	3,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
22	радиатор чугунный секционный	1,9	3,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
23	радиатор чугунный секционный	1,9	7,9
	8 отводов	0,5 x 8	
	2 тройника на проход	1 x 2	
24	радиатор чугунный	2,54	4,54
	2 тройника на проход	1 x 2	
25	радиатор чугунный секционный	2,54	6,04
	3 отвода	0,5 x 3	
	2 тройника на проход	1 x 2	
26	радиатор чугунный секционный	3,15	5,15
	2 тройника на проход	1 x 2	
27	радиатор чугунный секционный	3,15	5,15
	2 тройника на проход	1 x 2	
28	радиатор чугунный секционный	2,9	4,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
29	радиатор чугунный секционный	2,9	4,9
	2 тройника на проход	1 x 2	
30	радиатор чугунный секционный	1,8	3,8
	2 тройника на проход	1 x 2	
31	радиатор чугунный секционный	1,8	3,8
	2 тройника на проход	1 x 2	
32	радиатор чугунный секционный	2	5,5

	тройник на ответвление	3
	Отвод	0,5

### Гидравлический расчет системы отопления № 2.

Таблица 7

Номер участка	Длина участка, м	Диаметр, мм	Расход воды, кг/ч	Скорость, м/с	Уд. потери давл., Па/м	Потери давл. на трение, Па	Сумма к.м.с	Потери на м. сопр, Па	Полные потери на участке, Па	Потери давл. в магистрал, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Правая ветка.</b>											
1	6,9	15	28	0,038	2,4	16,56	2,3	1,56	18,12	18,12	
2	7,3	15	56	0,076	8,5	62,05	2,3	5,5	67,55	85,67	
3	7,4	20	84	0,064	4,7	34,78	2,3	4,13	38,91	124,58	
4	12,4	20	112	0,084	8	99,2	5,7	21,2	120,4	244,98	
5	0,5	25	199,4	0,092	6,6	3,3	-	-	3,3	248,28	
$H_c = 248,28 \times 1,1 = 273, 11 \text{ Па}$											
<b>Левая ветка.</b>											
6	3,7	15	12,9	0,017	1,1	4,07	2,3	0,31	4,38	4,38	
7	4,3	15	25,8	0,035	2,2	9,46	2,3	1,2	10,66	15,04	
8	9,6	15	38,7	0,052	3,3	31,68	5,5	6,11	37,79	52,83	
9	2,4	15	46,5	0,063	5	12	2,3	4,13	16,13	68,96	
10	4,9	15	55,7	0,075	8,3	40,67	2,3	5,5	46,17	115,13	
11	5,8	15	74,2	0,1	16	92,8	5,3	24,4	117,2	232,33	
12	5,8	20	87,4	0,067	5,2	29,87	5	10,3	40,2	272,53	
$H_c = 272,53 \times 1,1 = 299,78 \text{ Па}$											
Невязка = $(299,78 - 269,48) / 299,78 \times 100\% = 10\%$											

**Расчет коэффициентов местных сопротивлений.**

Таблица 8

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
1	радиатор чугунный секционный	1,3	2,3
	тройник на проход	1	
2	радиатор чугунный секционный	1,3	2,3
	тройник на проход	1	
3	радиатор чугунный секционный	1,3	2,3
	тройник на проход	1	
4	радиатор чугунный секционный	1,3	5,7
	4 отвода	0,6 x 4	
	тройник на проход	2,3	
	тройник на проход	1	
5	радиатор чугунный секционный	1,3	2,3
	тройник на проход	1	
6	радиатор чугунный	1,3	2,3
	тройник на проход	1	
7	радиатор чугунный секционный	1,3	5,5
	4 отвода	0,8 x 4	
	тройник на проход	1	
8	радиатор чугунный секционный	1,3	2,3
	тройник на проход	1	
9	радиатор чугунный секционный	1,3	2,3
	тройник на проход	1	
10	радиатор чугунный секционный	1,3	3,9
	2 отвода	0,8 x 2	
	тройник на проход	1	
11	радиатор чугунный секционный	1,3	5
	2 отвода	0,6 x 2	
	тройник на проход	1,5	
	тройник на проход	1	

### Гидравлический расчет системы отопления № 3.

Таблица 9

Номер участка	Длина участка, м	Диаметр, мм	Расход воды, кг/час	Скорость, м/с	Потеря напора на 1 м в Па	Полная потеря от трения, Па	Сумма к.м.с.	Потеря на мест.сопрт.	Полная потеря напора, Па	Потери давл. в магистр., Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Магистраль</b>											
1	43,2	20	78,4	0,06	3,6	155,52	8,9	15,8	171,32	171,32	
2	9,7	20	155,4	0,072	4,2	40,74	1,2	2,39	6,59	177,91	
$H_c = 177,91 \times 1,1 = 195,7 \text{ Па}$											
<b>Ответвление</b>											
3	3,1	15	77	0,104	17	52,7	4,6	26,9	79,6	79,6	

### Расчет коэффициентов местных сопротивлений.

Таблица 10

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
1	радиатор чугунный секционный	1,3	8,9
	1 1 отводов	0,6*11	
	тройник на проход	1	
2	2 отвода	0,6*2	1,2
3	радиатор чугунный секционный	1,3	4,6
	отвод	0,8	
	тройник на проход	1	
	тройник на ответвление	1,5	

## 2. ВЕНТИЛЯЦИЯ

### 2.1. РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНОВ

Воздуховоды систем приточной вентиляции должны иметь внутреннюю поверхность, исключающую вынос в помещение частиц материала воздуховода или защитного покрытия, могущих вызывать заболевания, связанные с их вдыханием. Внутреннее покрытие должно быть несорбирующим.

Оборудование приточно-вытяжной вентиляции, устройства для подачи и удаления воздуха, воздухозаборные шахты и каналы должны быть доступны для осмотра, очистки и дезинфекции.

Согласно СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» воздухообмен определяем по расходу на человека  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$  и по кратности воздухообмена. Расчет сведен в таблицу 11.

Таблица воздухообмена.

Таблица 11

Наименование помещения	Расчетная температура, $t_v, \text{ }^\circ\text{C}$	Объем помещения $\text{м}^3$	Расход, $\text{м}^3/\text{чел.}$ или кратность	Воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$	
				приток	вытяжка
1	2	3	4	6	7
<b>Подвал</b>					
Тепловой узел	15	32,34		100	100
Гардероб, душевая	25	52,94	75	75	75
Сан. узел	16	7,28	50	-	50
Уборочн. инвентаря	16	18,46		-	19
Помещение для распаковки товаров	16	28,6		-	136
Лифтовый холл	16	38,74		136	-
Венткамера	10	52	2	104	-
Складское помещение	12	52	2	-	104
Складское помещение	12	52	2	-	104
Подсобное помещен.	12	52	2	-	104
Машинное отделение	12	9,1		230	230
<b>Первый этаж.</b>					
Помещение подготовки цветов	15	109,23		218	-

Торговый зал	15	460,68	20	1120	1120
Загрузочная	15	51,97		104	-
Кабинет директора	18	45,74		69	69
Бухгалтерия	18	37,61		57	57
Касса	18	9,52	60	60	60
Сан. узел	16	9,3	50	-	50
Электрощитовая	12	23,43		-	23
Торговый зал	15	146,68	20	300	300

## 2.2. Таблица воздушного баланса.

Таблица 12

Помещение		Приточная вентиляция				Вытяжная вентиляция			
Наименование	Объем, м <sup>3</sup>	Меха- ничес- кая ,	Естест- вен- ная,	Всего,	Крат- ность	Меха- ничес- кая ,	Есте- ствен- ная,	Всего,	Крат- ность
		$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м}^3/\text{ч}}$	$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м}^3/\text{ч}}$	$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м}^3/\text{ч}}$		$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м}^3/\text{ч}}$	$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м}^3/\text{ч}}$	$\frac{\text{кг/ч}}{\text{м}^3/\text{ч}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Подвал</b>									
Тепловой узел	32,34	$\frac{100}{82,6}$		$\frac{100}{82,6}$		$\frac{100}{82,6}$		$\frac{100}{82,6}$	
Гардероб, душевая	52,94	$\frac{75}{62}$		$\frac{75}{62}$	75 м <sup>3</sup> /ч на 1 душ		$\frac{75}{62}$	$\frac{75}{62}$	75 м <sup>3</sup> /ч на 1 душ
Сан. узел	7,28						$\frac{50}{41,6}$	$\frac{50}{41,6}$	75 м <sup>3</sup> /ч на 1 душ
Уборочн. инвентаря	18,46						$\frac{19}{15,7}$	$\frac{19}{15,7}$	1
Помещение для рас- паковки товаров	28,6					$\frac{136}{112,4}$		$\frac{136}{112,4}$	
Лифтовой холл	38,74	$\frac{136}{112,4}$		$\frac{136}{112,4}$	2				
Венткамера	52	$\frac{104}{86}$		$\frac{104}{86}$	2				
Складское помеще- ние	52					$\frac{104}{86}$		$\frac{104}{86}$	2
Складское помеще- ние	52					$\frac{104}{86}$		$\frac{104}{86}$	2
Машинное отделение	9,1	$\frac{230}{190}$		$\frac{230}{190}$			$\frac{230}{190}$	$\frac{230}{190}$	
Подсобное помеще- ние	52					$\frac{104}{86}$		$\frac{104}{86}$	2
<b>Первый этаж.</b>									
Помещение подго- товки цветов	109,23	$\frac{218}{180}$		$\frac{218}{180}$	2				

Торговый зал	60,68	<u>1120</u> 925,6		<u>1120</u> 925,6	20 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел	<u>1120</u> 925,6		<u>1120</u> 925,6	20 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел
Загрузочная	51,97	<u>104</u> 86		<u>104</u> 86	2				
Кабинет директора	45,74	<u>69</u> 57		<u>69</u> 57	1,5		<u>69</u> 57	<u>69</u> 57	1,5
Бухгалтерия	37,61	<u>57</u> 47		<u>57</u> 47	1,5		<u>57</u> 47	<u>57</u> 47	1,5
Касса	9,52	<u>60</u> 49,6		<u>60</u> 49,6	60 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел		<u>60</u> 49,6	<u>60</u> 49,6	60 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел

Продолжение таблицы 12

Помещение		Приточная вентиляция				Вытяжная вентиляция			
Наименование	Объем м <sup>3</sup>	Меха- ничес- кая кг/ч м <sup>3</sup> /ч	Есте- ствен- ная кг/ч м <sup>3</sup> /ч	Всего кг/ч м <sup>3</sup> /ч	Крат- ность	Меха- ничес- кая кг/ч м <sup>3</sup> /ч	Есте- ствен- ная кг/ч м <sup>3</sup> /ч	Всего кг/ч м <sup>3</sup> /ч	Крат- ность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сан. узел	9,3						<u>50</u> 41,3	<u>50</u> 41,3	50м <sup>3</sup> /ч на 1 ун.
Электрощитовая	23,43						<u>23</u> 19	<u>23</u> 19	1
Торговый зал	146,68	<u>300</u> 248		<u>300</u> 248	20м <sup>3</sup> /ч на 1 чел	<u>300</u> 248		<u>300</u> 248	20м <sup>3</sup> /ч на 1 чел
<b>Второй этаж.</b>									
Торговый зал	521,07	<u>1260</u> 1041		<u>1260</u> 1041	20 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел	<u>1260</u> 1041		<u>1260</u> 1041	20 м <sup>3</sup> /ч на 1 чел
Кабинет	77,72	<u>116</u> 95,9		<u>116</u> 95,9	1,5		<u>116</u> 95,9	<u>116</u> 95,9	1,5
Подсобное помеще- ние	51,98	<u>104</u> 86		<u>104</u> 86	2				
Комната персонала	88,11	<u>270</u> 223		<u>270</u> 223	3		<u>270</u> 223	<u>270</u> 223	3
Гардеробная, душе- вая	47,42	<u>75</u> 62		<u>75</u> 62	75 м <sup>3</sup> /ч на 1 душ		<u>75</u> 62	<u>75</u> 62	75м <sup>3</sup> /ч на 1 душ
Сан. узел	9,31						<u>50</u> 41	<u>50</u> 41	50м <sup>3</sup> /ч на 1 ун.
Подсобное помеще- ние	23,27						<u>23</u> 19	<u>23</u> 19	1

### 2.3. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Расчет воздуховодов.

Аэродинамический расчет выполняется с целью определения сечений воздуховодов и суммарных потерь давления по участкам основного направления (магистральной) с увязкой всех остальных участков системы.

Перед началом расчета вычерчивают аксонометрические схемы воздуховодов систем вентиляции, на которых указываются номер, расход воздуха и длина участков. Результаты расчета заносят в таблицу.

Заполнение таблицы начинают с магистрали, а затем заносят ответвления. Согласно аксонометрической схеме заносят в графы 1,2,3 номер участка, расход воздуха и длину участка.

Размеры сечения воздуховодов на участках определяют, ориентируясь на рекомендуемые скорости движения скорости на участках  $V_{рек}$ , м/с. Ориентировочную площадь поперечного сечения воздуховода,  $m^2$ , принимают по формуле

$$F_0 = L / 3600 V_{рек} \quad (2.1)$$

где  $L$  - расход воздуха на участке,  $m^3/ч$ ;

$V_{рек}$  - рекомендуемая скорость воздуха, м/с.

Ориентируясь на  $F_0$ , принимают площадь сечения стандартного воздуховода  $F_{ст}$  по данным [ 8 ], [ 10 ] и размеры  $a \times b$  или диаметр  $d$ , которые заносят в графу 4.

Фактическую скорость воздуха, м/с, определяют с учетом площади сечения принятого стандартного воздуховода по формуле:

$$V = L / 3600 F_{ст}, \quad (2.2)$$

значения которой заносят в графу 5.

При определении значения  $R$  для прямоугольных воздуховодов необходимо находить значение  $R$  при  $V$  и  $d_v$ , не принимая во внимание фактический расход воздуха  $L$ . По этим же таблицам находят динамическое давление  $P_d$  и заносят в графу 9.

Потери давления на трение,  $Pa$ , определяют по формуле:



$$\Delta P_{\text{тр}} = R \times \beta_{\text{ш}} \times l, \quad (2.3)$$

и заносят в графу 8.

Используя таблицы местных сопротивлений [ 8 ], [ 10 ], определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений (к.м.с.) на участке  $\Sigma\xi$  и ее значение вносят в графу 10. При этом следует помнить, что к.м.с., находящегося на границе двух участков относят к участку с меньшим расходом.

Потери давления в местных сопротивлениях  $Z$ , Па, определяют по формуле:

$$Z = \Sigma\xi \times P_d \quad (2.4)$$

Общие потери давления на расчетном участке  $\Delta P$ , Па, определяют по формуле:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \times \beta_{\text{ш}} \times l + Z, \quad (2.5)$$

где  $R$  - удельные потери давления на трение на 1 м стального воздуховода, Па/м;

$\beta_{\text{ш}}$  - коэффициент шероховатости;

$l$  - длина участка;

$Z$  - потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Общие потери давления в системе равны сумме потерь давлений в последовательно соединенных участках по магистральному направлению.

Расчет ответвлений производят аналогично магистральному направлению. Увязку ответвлений проводят, начиная с наиболее протяженных ответвлений. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15%

$$\Delta = (\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}) \times 100 / \Delta P_{\text{маг}} < 15\% \quad (2.6)$$

где  $\Delta P_{\text{маг}}$  - сумма потерь давления по магистральному направлению от точки разветвления до конца первого участка, Па;

$\Delta P_{\text{отв}}$  - сумма потерь давления по ответвлению, Па.

Устранение большой невязки достигается изменением размеров сечений, а при невозможности этого - установкой диафрагм. При расчете сечения диафрагм необходимо обеспечивать условие, чтобы потери давления в диафрагме при соответствующей скорости воздуха в воздуховоде были равны избыточному давлению, которое требуется погасить на данном ответвлении сети. Определяют  $\xi_{\text{диаф}}$  диафрагмы и по его значению проводится по табл. 12.51 и 12.52 [ 10 ] подбор размеров диафрагмы. Размер диафрагмы заносится в таблицу в графу 14.

Результаты аэродинамического расчета систем вентиляции приведены в табл. 13 – 27.

### Расчет решеток.

Площадь сечения решеток определяется по формуле:

$$F = L / 3600 \times V \quad (2.7)$$

где  $V$  - скорость воздуха одной решетки (2-4 м/с).

Количество решеток определяется по формуле:

$$N = F / F_{\text{реш}} , \quad (2.8)$$

где  $F_{\text{реш}}$  - площадь решетки, м .

### Аэродинамический расчет системы П 1.

Таблица 13

Номер участка	Расход воздуха м <sup>3</sup> /ч	Длина участка, м	Диаметр, мм	Скорость, м/сек	Уд.потери трения, Па	Потери на трение, Па	Сумма коэф. м. с.	Дин.давление, Па	Пот. давл. В м.с., Па	Полные потери, Па	Потери давл. в магистрале, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Магистраль</b>												
1	116	6,5	200* 100	1,6	0,33	2,15	3,14	1,5	4,71	6,86	41,86	35
2	296	2,8	200* 100	4,1	1,75	4,9	1,9	10	19	23,9	105,76	40
3	476	2,8	200* 100	6,4	3,95	11,06	1,7	26	44,2	55,26	201,02	40
4	656	2,8	200* 200	4,5	1,23	3,44	1,75	12,5	21,87	25,31	266,33	40
5	836	2,8	200* 200	5,7	1,95	5,46	1,8	19,9	35,82	41,28	347,61	40
6	1016	2,8	250* 200	5,6	1,59	4,45	1,75	19,1	33,42	37,87	425,48	40
7	1196	2,8	250* 200	6,4	2,2	6,16	1,8	26	46,8	52,96	518,44	40
8	1376	3,5	300* 200	6,2	1,8	6,3	2,18	23,5	51,23	57,53	615,97	40
9	1480	3,1	300* 300	4,6	0,8	2,48	1,8	12,3	22,14	24,62	677,59	37
10	3118	0,5	400* 400	5,4	0,76	0,38	1,75	18	31,5	31,88	746,47	37
11	3222	6,8	400* 400	6,1	0,82	5,58	0,62	22,1	13,7	19,28	765,75	
12	3900	2,5	400* 400	6,9	1,15	2,87	0,47	28,9	13,58	16,45	782,2	
13	3900	16,3	620* 450	5	0,534	11,75	4,85	16,8	81,48	93,23	875,43	

<b>Нс = 875,43 * 1,1 = 962,97 Па</b>												
14	150	0,9	200* 100	2,1	0,52	0,47	2,27	2,7	6,13	6,6	51,6	45
15	300	9	200* 100	4,1	1,78	16,02	2,01	9,8	19,7	35,72	132,32	45
16	409	4,3	200* 100	5,7	3	12,9	1,8	19,3	34,74	47,64	216,96	37
17	518	5	200* 150	4,7	1,7	8,5	1,8	13,8	24,84	33,34	287,3	37
18	704	2,8	200* 200	4,7	1,43	4	1,75	14,3	25,03	29,03	354,33	38
19	891	2,8	250* 200	4,8	1,28	3,58	1,8	14,71	26,48	30,06	422,39	38

Продолжение таблицы 13

Номер участ- ков	Расход возду- ха, м <sup>3</sup> /ч	Длина участ- ка, м	Диаметр, мм	Скорость, м/сек	Уд. потери на трен. Па	Потери на трение, Па	Сумма к-ов местн. сопр	Динамиче- ско. давление,	Потери на мес. сопр. Па	Потери на участке, Па	Потери в ма- гистрале, Па	При- меча- ние
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20	1078	2,8	300* 200	5	1,2	3,36	1,75	15	26,25	29,61	490	38
21	1265	2,8	300* 200	5,8	1,61	4,51	1,75	20,6	36,05	40,56	568,56	38
22	1458	2,8	300* 200	6,7	2,05	5,74	1,8	27,2	48,96	54,7	662,26	39
23	1638	3	300* 250	5,8	1,43	4,29	2,05	21,1	43,26	47,55	746,81	37

**Нс = 746,81 \* 1,1 = 821,49 Па**

Невязка = (821,49 - 745,35) / 821,49 \* 100% = 9,3%

**Ответвление 2**

24	230	5,5	150* 100	4,4	2,27	12,48	6,08	12	2,96	85,44	85,44	
25	386	7,5	150* 100	6,6	5	37,5	6	29,4	76,4	213,9	299,34	
26	542	8	150* 150	6,5	3,7	29,6	6,25	28,7	79,37	208,97	508,31	
27	678	0,5	200* 150	6	2,7	1,35	0,4	23,5	,4	10,75	519,06	

### Расчет решеток и диффузоров.

#### Участок 1

$$F = L / (3600 \times V) = 116 / (3600 \times 0,5) = 0,12 \text{ м}^2$$

$$n = F / F_{\text{д}} = 0,12 / 0,12 = 1 \text{ шт. VLI 160;}$$

#### Ответвление 1: уч. 16, 17

$$F = 218 / 3600 \times 0,3 = 0,2 \text{ м}^2$$

$$n = 0,2 / 0,12 = 2 \text{ шт. VLI 160;}$$

**Участок 2-8**

$$F = 1260 / 3600 \times 0,4 = 1,11 \text{ м}^2$$

$$n = 1,1 / 0,16 = 7 \text{ шт. VLI 200;}$$

**Отвевление 1: уч. 18-23**

$$F = 1229 / 3600 \times 0,4 = 0,8532 \text{ м}^2$$

$$n = 0,853 / 0,16 = 6 \text{ шт. VLI 160;}$$

**Отвевление 1: уч. 14, 15**

$$F = 300 / 3600 \times 0,4 = 0,208 \text{ м}^2$$

$$n = 0,208 / 0,12 = 2 \text{ шт. VLI 160;}$$

**Отвевление 2: уч. 24-26**

$$F = 542 / 3600 \times 1,3 = 0,151 \text{ м}^2$$

$$n = 0,151 / 0,0225 = 9 \text{ шт. P150}$$

**Расчет коэффициентов местных сопротивлений для П 1**

Таблица 14

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma \xi$
1	диффузор	1,5	3,14
	отвод 200* 100	0,24	
	тройник на проход	1,4	
2	диффузор	1,5	1,9
	тройник на проход	0,4	
3	диффузор	1,5	1,7
	тройник на проход	0,2	
4	диффузор	1,5	1,75
	тройник на проход	0,25	
5	диффузор	1,5	1,8
	тройник на проход	0,3	
6	диффузор	1,5	1,75
	тройник на проход	0,25	
7	диффузор	1,5	1,8
	тройник на проход	0,3	
8	диффузор	1,5	2,18
	отвод 300*200	0,33	
	тройник на проход	0,35	
9	диффузор	1,5	1,8
	тройник на проход	0,3	
10	диффузор	1,5	1,75
	тройник на проход	0,25	
11	отвод 400*400	0,37	0,62
	тройник на проход	0,25	
12	отвод 400*400	0,37	2,18
	на входе в вентилятор	0,1	
13	на выходе из вентилятора	0,15	4,85

	2 отвода	0,35	
	воздухозабор. шахта	4	
14	диффузор	1,5	2,27
	3 отвода 200* 100	0,07	
	тройник на проход	0,7	
15	диффузор	1,5	2,01
	отвод 200* 100	0,24	
	тройник на проход	0,3	
16	диффузор	1,5	1,8
	тройник на проход	0,3	
17	диффузор	1,5	1,8
	тройник на проход	0,3	

### Расчет коэффициентов местных сопротивлений для П 1

Продолжение таблицы 14

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
18	диффузор	1,5	1,75
	тройник на проход	0,25	
19	диффузор	1,5	1,8
	тройник на проход	0,3	
20	диффузор	1,5	1,75
	тройник на проход	0,25	
21	диффузор	1,5	1,75
	тройник на проход	0,25	
22	диффузор	1,5	1,8
	тройник на проход	0,3	
23	диффузор	1,5	2,05
	тройник на ответвление	0,55	
24	3 решетки	2	6,08
	отвод 100*150	0,08	
25	3 решетки	2	6
26	3 решетки	2	6,25
	тройник на проход	0,25	
27	тройник на ответвление	0,4	0,4

## Аэродинамический расчет системы П 2.

Таблица 15

Номер участка	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Длина участка, м	Диаметр, мм	Скорость, м/сек	Уд.потери на трен. Па	Потери на трение, Па	Сумма коэф-ов м.с	Динамическое давл., Па	Потери в мест.сопр. Па	Потери на уч-ке, Па	Потери в магистр, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Магистраль.</b>												
1	123	2	100* 150	2,3	0,69	1,38	6,18	3,1	19,16	20,54	20,54	
2	198	5	150* 150	2,5	0,63	3,15	4,16	3,7	15,39	18,54	39,08	
3	271	5,85	150* 150	3,3	1,0	5,85	4,51	6,6	29,77	35,62	74,7	
4	531	4,2	200* 150	4,9	1,75	7,35	0,45	14,5	6,52	13,87	88,57	
5	775	5	200* 200	5,3	1,7	8,5	2,44	17,9	43,68	52,18	140,75	
6	879	2	200* 200	6	2,16	4,32	0,3	22,36	6,71	11,03	151,78	
7	879	16,3	620* 450	5	0,534	11,75	4,85	16,8	81,48	93,23	245	
<b>Нс = 245 * 1.1 = 269.5 Па</b>												
<b>Ответвление 1</b>												
8	75	3	100* 150	1,4	0,3	0,9	8,6	1,2	10,32	11,21	11,22	
<b>Ветка 1 .</b>												
9	69	2,7	100* 150	1,3	0,26	0,7	2,35	1,1	2,2	2,9	2,9	
10	126	2	100* 150	2,3	0,7	1,4	0,1	3,1	0,31	1,71	4,61	

11	186	3	100* 150	3,5	1,5	4,5	4,0	7,3	29,2	33,7	38,31	
12	260	5,5	100* 150	5	2,6	14,3	1,0	15	15	29,3	67,61	
Невязка(3-12) = (82,17 - 74,37) * 100% / 82,17 = 9%												
Ответвление 2												
13	57	0,7	100* 150	1,1	0,17	0,12	3,3	0,6	1,98	2,1	2,1	
Ответвление 3												
14	60	0,7	100* 150	1,1	0,2	0,14	6,6	0,75	4,95	5,09	5,09	

Продолжение таблицы 15

Номер участ- ков	Расход возду- ха, м <sup>3</sup> /ч	Длина участ- ка, м	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Уд. потеря на трение, Па	Потери на Трение, Па	Сумма коэф- тов мет.сопр	Динами- ческ.давлен	Потери в местсопр.Па	Потери на участке, Па	Потери в ма- гистрале, Па	При- меча- ние
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ветка 2												
15	100	1,9	100* 150	1,9	0,5	0,95	4,23	2	8,46	9,41	9,41	
16	175	6	100* 150	3,1	1,3	7,8		6,4		7,8	17,21	
17	244	5,5	100* 150	4,5	2,3	12,65	5,58	12,1	67,52	80,17	97,38	
Невязка(15-4) = (107,12 - 97,43) * 100% / 107,12 = 9%												
Ответвление 4.												
18	75	2,6	100* 150	1,4	0,3	0,78	6,35	1,2	7,62	8,4	8,4	
Невязка(13-16) = (10,35 - 9,24) * 100% / 10,35 = 10%												

### Расчет решеток.

#### участок 1

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{123}{3600 \times 0,6} = 0,0569 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,0569/0,0225 = 3 \text{ шт P150};$$

#### участок 3

$$F = \frac{73}{3600 \times 0,5} = 0,041 \text{ м}^2$$

$$n = 0,041/0,0225 = 2 \text{ шт P150};$$

#### участок 5

$$F = \frac{104}{3600 \times 0,8} = 0,036 \text{ м}^2$$

$$n = 0,036/0,04 = 1 \text{ шт P200};$$

#### ветка 1

$$F = \frac{260}{3600 \times 0,7} = 0,103 \text{ м}^2$$

$$n = 0,103/0,0225 = 5 \text{ шт P150}$$

#### ветка 2

$$F = \frac{244}{3600 \times 0,6} = 0,113 \text{ м}^2$$

$$n = 0,113/0,0225 = 6 \text{ шт P150}$$

### Расчет коэффициентов местных сопротивлений П 2.

Таблица 16

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma \xi$
1	3 решетки	3 * 2	6,18
	отвод 100*150	0,08	
	тройник на проход	0,1	
2	2 отвода 150* 150	2 * 0,08	0,16
3	2 решетки	2 * 2	6,18
	2 отвода	2 * 0,08	
	тройник на проход	0,35	
4	отвод 200* 150	0,15	0,45
	тройник на проход	0,3	
5	решетка	2	2,44
	2 отвода 200*200	2 * 0,22	
6	отвод 200*200	0,22	0,32
	На входе в вентилятор	0,1	
7	на выходе из вентилятора	0,15	4,85



	2 отвода	2 * 0,35	
	Воздухозаборная шахта	4	
8	2 решетки	2 * 2	8,6
	тройник на ответвление	4,6	
9	решетка	2	2,35
	тройник на проход	0,35	
10	тройник на проход	0,1	0,1
11	2 решетки	2 * 2	4
12	тройник на ответвление	1,0	1,0
13	решетка	2	3,3
	тройник на ответвление	1,3	
14	решетка	2	6,6
	тройник на ответвление	4,6	
15	2 решетки	2 * 2	4,23
	отвод 100*150	0,08	
	тройник на проход	0,15	
16	2 решетки	2 * 2	5,58
	отвод 100*150	0,08	
	тройник на проход	1,5	
17	2 решетки	2 * 2	6,25
	тройник на проход	2,25	

### Аэродинамический расчет системы В 1.

Таблица 17

Номер участка	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Длина участка, м	Диаметр, м	Скорость, м/с	Уд.потери на трен., Па	Потери на трение, Па	Сумма к. м. с.	Динамическ. Давление, Па	Потери в мес сопрот., Па	Потери на участке, Па	Потери в магистралах, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Магистраль.</b>												
1	206	3,0	200*100	2,9	1,0	3,0	1,87	5,4	10,1	13,1	84,88	70
2	412	2,7	200*100	5,7	3,1	8,37	2,0	19,7	39,4	47,77	202,65	70
3	618	2,7	200*150	5,6	2,25	6,08	2,0	19,8	39,6	45,68	318,33	70
4	824	2,7	200*200	5,6	1,9	5,13	1,93	19,7	38,02	43,15	431,48	70
5	1030	2,7	250*200	5,7	1,67	4,51	2,0	19,7	39,4	43,91	545,39	70

6	1236	2,7	300* 200	5,8	1,55	4,18	1,9	19,9	37,81	41,99	657,38	70
7	1442	9,0	300* 250	5,5	1,2	10,8	2,87	18,2	52,23	63,03	790,41	70
8	2806	1,0	500* 300	5,3	0,77	0,77	0,1	16,3	1,63	2,4	792,81	
9	2806	6,9	450	5,0	0,579	4,0	2,15	15,0	32,25	36,25	829,06	
$H_c = 829,06 * 1,1 = 911,97 \text{ Па}$												
<b>Ветка 1</b>												
10	170	3,0	200* 100	2,4	0,72	2,16	2,04	3,3	6,73	8,89	78,89	70
11	341	2,7	200* 100	4,7	2,32	6,26	2,0	14,0	28,0	34,26	183,15	70
12	511	2,7	200* 150	4,6	1,6	4,32	1,7	13,2	22,44	26,76	279,91	70
13	682	2,7	200* 150	6,1	2,7	7,29	1,9	23,5	44,65	51,94	401,85	70
14	852	2,7	200* 200	5,8	2,0	5,4	1,97	20,0	39,4	44,8	519,65	70
15	1023	2,7	250* 200	5,6	1,7	4,59	1,7	19,4	32,98	37,57	624,22	70
16	1193	2,7	300* 200	5,7	1,4	5,67	1,7	18,2	30,94	36,61	730,83	70
17	1364	5,0	300* 250	5,0	1,0	5,0	2,99	15,0	44,85	49,85	780,68	
$\text{Невязка}(7-17) = (869,45 - 858,75) * 100\% / 869,45 = 1,2 \%$												

### Расчет диффузоров.

участок 1-7:

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{1442}{3600 \times 0,4} = 1,0 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_d = 1,0/0,16 = 7 \text{ шт VLI 200};$$

ветка 1:

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{1364}{3600 \times 0,3} = 1,26 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_d = 1,26/0,16 = 8 \text{ шт VLI 200};$$

### Расчет коэффициентов местных сопротивлений В 1

Таблица 18

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma \xi$
1	диффузор	1,5	1,87
	отвод 200* 100	0,07	
	тройник на проход	0,3	
2	диффузор	1,5	2,0
	тройник на проход	0,5	
3	диффузор	1,5	2,0
	тройник на проход	0,5	
4	диффузор	1,5	1,93

	тройник на проход	0,43	
5	диффузор	1,5	2,0
	тройник на проход	0,5	
6	диффузор	1,5	1,9
	тройник на проход	0,4	
7	диффузор	1,5	2,87
	2 отвода 300*250	2 * 0,31	
	тройник на проход	0,75	
8	на входе в вентилятор	0,1	0,1
	на выходе из вентилятора	0,15	
9	2 отвода d = 450	2 * 0,35	2,15
	зонт	1,3	
	диффузор	1,5	
10	отвод 200* 100	0,24	2,04
	тройник на проход	0,3	
	диффузор	1,5	
11	тройник на проход	0,5	2,0
	диффузор	1,5	
12	диффузор	1,5	1,7
	тройник на проход	0,2	
13	диффузор	1,5	1,9
	тройник на проход	0,4	
14	диффузор	1,5	1,97
	тройник на проход	0,47	
15	диффузор	1,5	1,7
	тройник на проход	0,2	
16	диффузор	1,5	1,7
	тройник на проход	0,2	
17	диффузор	1,5	2,99
	3 отвода 300*200	3 * 0,18	
	тройник на ответвление	0,95	

### Аэродинамический расчет системы В 2.

Таблица 19

Номер участков	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /час	Длина участка м	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Уд. потери на трение, Па	Потери на трение, Па	Сумма коэф. мест. сопр., Па	Динамическое давление, Па	Потери в мест. Сопротив. Па	Потери на участке, Па	Потери в магистрали, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Магистраль</b>												
1	136	9,5	100* 150	2,5	0,83	7,88	2,51	3,7	9,29	17,17	17,17	
2	240	4	100* 150	4,4	2,3	9,2	2,3	12,0	27,6	36,8	53,97	
3	344	0,8	150*	4,4	1,7	1,36	2,3	11,8	14,1	15,46	69,43	

			150									
4	448	3,5	150*	5,5	2,5	8,75	0,1	18,2	1,82	10,57	80,0	
			150									
5	448	2,7	150*	5,5	2,5	6,75	0,55	18,2	10,01	16,76	96,76	
			150									
6	448	11,2	180	5,4	1,6	17,92	2,0	14,6	29,2	47,12	143,88	
$H_c = 143,88 * 1,1 = 158,27 \text{ Па}$												
Ветка 1.												
7	104	1,0	100*	2,0	0,56	0,56	4,1	2,4	9,84	10,4	10,4	
			150									

### Расчет решеток.

**участок1**

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{136}{3600 \times 2} = 0,019 \text{ м}^2$$

$n = F/F_p = 0,019/0,0225 = 1 \text{ шт P150};$

**участок7**

$$F = \frac{104}{3600 \times 0,7} = 0,041 \text{ м}^2$$

$n = 0,041/0,0225 = 2 \text{ шт P150};$

### Расчет коэффициентов местных сопротивлений В 1.

Таблица 20

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
1	решетка	2	2,51
	2 отвода 100*150	2 * 0,08	
	тройник на проход	0,35	
2	решетка	2	2,3
	тройник на проход	0,3	
3	решетка	2	2,3
	тройник на проход	0,3	
4	на входе в вентилятор	0,1	0,1
5	на выходе из вентилятора	0,15	0,55
	отвод 150*150	2 * 0,15	
	конфузор	0,1	
6	2 отвода 01 80	2 * 0,35	2,0
	зонт	1,3	
7	2 решетки	2 * 2	4,1
	тройник на ответвление	0,1	

### Аэродинамический расчет системы В 3.

Таблица 21

Номер участка	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Длина участка, м	Диаметр, м	Скорость, м/с	Уд. потери нагр., Па	Потери на трение, Па	Сумма к. м. с.	Динамическое Давление, Па	Потери в мес сопротив., Па	Потери на участке, Па	Потери в магистрали, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Магистраль</b>												
1	100	4,5	150* 150	1,9	0,5	2,25	0,3	2,2	0,66	2,91	2,91	
2	100	10,6	140* 140	1,8	0,386	5,52	1,3	1,9	2,47	7,99	10,9	
<b><math>H_c = 10,9 * 1,1 = 11,99 \text{ Па}</math></b>												

### Расчет коэффициентов местных сопротивлений.

Таблица 22

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
1	На выходе из вентилятора	0,15	0,3
	отвод	0,15	
2	зонт	1,3	1,3

## Аэродинамический расчет системы ВЕ 1.

Таблица 23

Номер участка	Расход воздуха м <sup>3</sup> /час	Длина участка в мм	Диаметр в мм	Скорость, м/сек	Уд. потеря на трен. Па	Потери на трение, Па	Сумма к м с	Динам. давление, Па	Потери давл. в мест.сопр.	Полная потеря напора на участке в Па	Потери в магистрале, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	И	12	13
<b>Ветка 1.</b>												
1	230	7,8	140* 270	3,0	0,689	7,25	2,35	5,4	12,69	19,94	19,94	
2	230	0,5	380* 250	1,0	0,058	0,04	0,95	0,6	1,55	1,59	21,53	
3	460	0,5	380* 250	2,0	0,195	0,13	0,4	2,4	0,96	1,09	22,62	
4	692	4,4	380* 380	1,5	0,076	0,45	1,65	1,37	2,26	2,71	25,33	
<b>Ветка 2.</b>												
5	116	0,6	140* 270	1,2	0,139	0,11	2,35	0,9	2,12	2,23	2,23	
6	116	0,5	380* 250	0,5	0,021	0,01	0,95	0,15	1,1	1,11	3,34	
7	232	0,5	380* 250	1,1	0,067	0,05	0,1	0,75	0,08	0,13	3,47	
<b>Ответвление.</b>												
8	230	7,8	140* 270	3,0	0,689	7,25	2,9	5,4	15,66	22,91	22,91	
9	116	0,6	140* 270	1,2	0,139	0,11	2,9	0,9	2,61	2,72	2,72	

### Расчет решеток.

**участок 1**

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{230}{3600 \times 2} = 0,032 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,032/0,0425 = 1 \text{ шт РВП2;}$$

**участок 5**

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{116}{3600 \times 1,5} = 0,021 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,021/0,0425 = 1 \text{ шт РВП2;}$$

**участок 8**

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{230}{3600 \times 2} = 0,032 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,032/0,0425 = 1 \text{ шт РВП2}$$

**участок 9**

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{116}{3600 \times 1,5} = 0,021 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,021/0,0425 = 1 \text{ шт РВП2;}$$

## Расчет коэффициентов местных сопротивлений.

Таблица 24

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma \xi$
1	решетка	2	2,35
	отвод	0,35	
2	тройник на проход	0,95	0,95
3	тройник на проход	0,4	0,4
4	отвод	0,35	1,65
	зонт	1,3	
5	решетка	2	2,35
	отвод	0,35	
6	тройник на проход	0,95	0,95
7	тройник на ответвление	0,1	0,1
8	решетка	2	2,9
	тройник на ответвление	0,9	
9	решетка	2	2,9
	тройник на ответвление	0,9	

## Аэродинамический расчет системы ВЕ 2.

Таблица 25

Номер участков	Расход воздуха м <sup>3</sup> /час	Длина участка в мм	Диаметр в мм	Скорость, м/сек	Уд. потеря на трен, Па	Потери на трение, Па	Сумма К м с	Динамическое дав. Па	Потери давления в м. с., Па	Потери давления на уч-ке, Па	Потери в магистрале	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Ветка 1.</b>												
1	75	1,5	150* 150	1,4	0,3	0,61	2,3	1,2	2,76	3,37	3,37	
2	75	0,6	140* 140	1,4	0,249	0,2	0,35	1,2	0,42	0,62	3,99	
3	75	0,5	380* 250	0,5	0,017	0,01	1,8	0,1	0,18	0,19	4,18	
4	150	0,5	380* 250	0,8	0,031	0,02	0,55	0,4	0,22	0,24	4,42	
5	200	0,5	380* 250	0,9	0,048	0,03	0,3	0,5	0,15	0,18	4,6	
6	250	0,5	380* 250	1,1	0,07	0,05	0,4	0,8	0,32	0,37	4,97	
7	346	4,4	380* 380	1,9	0,132	0,78	1,65	2,3	3,79	4,57	9,54	

Ветка 2.												
8	23	7,8	140* 140	0,5	0,04	0,42	2,35	0,1	0,24	0,66	0,66	
9	23	1,0	380* 250	0,5	0,017	0,02	1,8	0,1	0,18	0,2	0,86	
10	46	0,5	380* 250	0,5	0,017	0,01	1,8	0,1	0,18	0,19	1,05	
11	96	0,5	380* 250	0,5	0,017	0,01	0,1	0,1	0,01	0,02	1,07	
Ответвление.												
12	75	7,8	140* 140	1,4	0,249	2,62	2,9	1,2	3,48	6,1	6,1	
13	50	4,2	140* 140	0,9	0,115	0,65	2,55	0,5	1,28	1,93	1,93	
14	50	0,6	140* 140	0,9	0,115	0,09	2,1	0,5	1,05	1,14	1,14	
15	23	0,6	140* 140	0,5	0,04	0,03	2,9	0,1	0,29	0,32	0,32	
16	50	7,8	140* 140	0,9	0,115	1,21	2,9	0,5	1,45	2,66	2,66	

### Расчет решеток.

#### участок 1

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{75}{3600 \times 1,5} = 0,014 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,014/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

#### участок 8

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{23}{3600 \times 1,3} = 0,0078 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,0078/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

#### участок 12

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{23}{3600 \times 1,3} = 0,0078 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,0078/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

#### участок 13

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{50}{3600 \times 1,5} = 0,01 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,01/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

#### участок 14

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{50}{3600 \times 1,5} = 0,01 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,01/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

#### участок 15

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{50}{3600 \times 1,5} = 0,01 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,01/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

#### участок 16

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{75}{3600 \times 1,5} = 0,014 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,014/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$



### Расчет коэффициентов местных сопротивлений.

Таблица 26

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma\xi$
1	решетка	2	2,3
	2 отвода	$2 * 0,15$	
2	отвод	0,35	0,35
3	тройник на проход	1,8	1,8
4	тройник на проход	0,55	0,35
5	тройник на проход	0,3	0,3
6	тройник на проход	0,4	0,4
7	отвод	0,35	1,65
	зонт	1,3	
8	решетка	2	2,35
	отвод	0,35	
9	тройник на проход	1,8	1,8
10	тройник на проход	1,8	1,8
11	тройник на ответвление	0,1	0,1
12	решетка	2	2,9
	тройник на ответвление	0,9	
13	решетка	2	2,55
	тройник на ответвление	0,55	
14	решетка	2	2,1
	тройник на ответвление	0,1	
15	решетка	2	2,9
	тройник на ответвление	0,9	
16	решетка	2	2,9
	тройник на ответвление	0,9	

### Аэродинамический расчет системы ВЕ 3.

Таблица 27

Номер участка	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Длина участка, м	Диаметр, м	Скорость, м/с	Уд.потери нагрн., Па	Потери на трение, Па	Сумма к. м. с.	Динамическ. Давление, Па	Потери в мес сопот., Па	Потери на участке, Па	Потери в магистралах, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	И	12	13
<b>Магистраль</b>												
1	57	4,15	140* 140	1,0	0,136	0,76	2,35	0,6	1,41	2,17	2,17	
2	57	0,5	380* 250	0,5	0,017	0,01	1,8	0,1	0,18	0,19	2,36	
3	126	0,5	380* 250	0,6	0,226	0,15	1,8	0,17	0,31	0,46	2,82	
4	249	0,8	380* 250	1,1	0,073	0,08	0,5	0,8	0,4	0,48	3,3	
5	309	4,5	380* 380	0,7	0,02	0,12	2	0,3	0,6	0,72	4,02	
<b>Ответвление 1</b>												
6	69	5,0	150* 150	1,0	0,17	1,15	2,35	0,6	1,41	2,56	2,52	
7	69	4,15	140* 140	1,25	0,019	0,11	0,9	0,94	0,85	0,96	3,52	
<b>Ответвление 2</b>												
8	123	5,0	150* 150	2,2	0,72	4,86	2,35	3,0	7,05	11,91	11,91	
9	123	0,6	140* 140	2,3	0,547	0,44	0,9	3,1	2,79	3,23	15,14	
<b>Ответвление 3</b>												
10	60	4,15	140* 140	1,1	0,163	0,91	2,25	0,75	1,69	2,6	2,6	

### Расчет коэффициентов местных сопротивлений.

Таблица 28

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma \xi$
1	решетка	2	2,35
	отвод	0,35	
2	тройник на проход	1,8	1,8

## Расчет решеток.

### участок 1

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{57}{3600 \times 1} = 0,016 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,016/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

### участок 6

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{69}{3600 \times 1,3} = 0,015 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,015/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

### участок 8

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{123}{3600 \times 2} = 0,0168 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,0168/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

### участок 10

$$F = \frac{L}{3600 \times V} = \frac{60}{3600 \times 1} = 0,016 \text{ м}^2$$

$$n = F/F_p = 0,016/0,0169 = 1 \text{ шт РВПЗ}$$

3	тройник на проход	1,8	1,8
4	тройник на проход	0,5	0,5
5	2 отвода	2 * 0,35	2
	зонт	1,3	
6	решетка	2	2,35
	отвод	0,35	
7	тройник на ответвление	0,9	0,9
8	решетка	2	2,35
	отвод	0,35	
9	тройник на ответвление	0,9	0,9
10	решетка	2	2,25
	тройник на ответвление	0,25	

## 2.4. РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕПЛОВЫХ ЗАВЕС

Завесы предназначены для обеспечения нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне помещения в районе открываемых ворот или технологически проемов.

Завесы, как правило, komponуются из двух самостоятельных агрегатов, состоящих из осевых или центробежных вентиляторов, калориферов (если завеса воздушно-тепловая) и вертикальных раздаточных коробов.

Раздаточные короба устанавливаются по обе стороны ворот или проемов в непосредственной близости от них.

Воздушный поток направляется через щели раздаточных коробов под углом  $30^\circ$  к плоскости проема, оборудованного завесой. Высота щелей принимается равной высоте открытого проема.

В соответствии со СНиП «При проектировании воздушных и воздушно-тепловых завес у ворот и технологических проемов следует учитывать, что температура воздуха на рабочих местах в районе ворот и технологических проемов в холодный период года должна соответствовать нормам температур, установленным в таблице 1 данного СНиПа для рабочей зоны, а также установленным для помещений в соответствующих главах СНиП по проектированию зданий и сооружений различного назначения.

При кратковременном (до 10 мин.) открывании ворот допускается снижение температуры воздуха на рабочих местах, защищенных перегородками и ширмами от обдувания воздухом, проходящим через ворота: до  $14^\circ\text{C}$  - при легкой физической работе; до  $12^\circ\text{C}$  - при работе средней тяжести и до  $8^\circ\text{C}$  - при тяжелой работе.

Для обеспечения заданных условий при устройстве воздушных и воздушно-тепловых завес температура смеси воздуха, проходящего через ворота и технологические проемы, должна быть не ниже температур воздуха, устанавливаемых в настоящем пункте для рабочих мест и рабочей зоны в районе ворот и технологических проемов.»

Температура воздуха, выходящего из щели завесы, должна быть не выше  $70^\circ\text{C}$ , а скорость не более 25 м/сек.

### Расчет воздушно-тепловых завес У1 – У4

Общее количество воздуха, подаваемого завесой, при отсутствии в помещении механического притока и вытяжки или при их балансе, определяет

$$G_{\text{зав}} = 3600 q \mu_{\text{пр}} F_{\text{пр}} \sqrt{2 g h (\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) \gamma_{\text{см}}}, \text{ кг/ч}, \quad (2.8)$$

где  $q$  - отношение количества воздуха, подаваемого завесой  $G_{\text{зав}}$  к количеству смеси воздуха, проходящего в помещение через проем  $G_{\text{пр}}$ , принимаем по приложению 2 [ 8 ]:

$$q = G_{\text{зав}} / G_{\text{пр}} = 0,6 \quad (2.9)$$

$\mu_{пр}$  - коэффициент расхода проема при работе завесы,  $\mu_{пр} = 0,26$ , при отношении площади проема ворот к суммарной площади щелей завесы, которую принимаем:

$$F = F_{пр} / F_{щ} = 30 \quad (2.10)$$

$F_{пр}$  - площадь открываемого проема, оборудованного завесой, в м

$$F_{пр} = a \times b = 1,5 \times 2,1 = 3,15 \text{ м}^2;$$

$g$  - ускорение силы тяжести,  $9,81 \text{ м/сек}^2$ ;

$h$  - расчетная величина, которая соответствует расстоянию от середины проема, оборудованного завесой, до нейтральной зоны, в м, т.к. аэрационные проемы отсутствуют, то  $h$  находится по формуле:

$$h = 0,5 H_{пр} = 0,5 \times 2,1 = 1,05 \text{ м};$$

$\gamma_n$  - удельный вес воздуха при наружной температуре для холодного периода года соответствующей расчетным параметрам Б, в  $\text{кг/м}^3$ , принимается по СНиПу П-Г 7-62 и равен  $1,515 \text{ кг/м}^3$ , для  $t_n = -40 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$\gamma_b$  - удельный вес воздуха при температуре в помещении, в  $\text{кг/м}^3$ , для  $t_b = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\gamma_b = 1,226 \text{ кг/м}^3$ ;

$\gamma_{см}$  - удельный вес смеси воздуха, проходящего через открытый проем при температуре, равной нормируемой температуре в районе ворот, в  $\text{кг/м}^3$ , для  $t_{см} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\gamma_{см} = 1,239 \text{ кг/м}^3$ .

$$G_{зав} = 3600 \times 0,6 \times 0,26 \times 3,15 \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,05 \times (1,515 - 1,226)} \times 1,239 = 4805 \text{ кг/ч}$$

#### Температура воздуха, подаваемого завесой, определяется:

1. По номограмме прилож. 4 [8], где по значениям  $F=30$ ,  $q=0,6$  и  $t_{см}-t_n=12-(-40)=52$

$^\circ\text{C}$  находим  $t_{зав} - t_n$ , откуда  $t_{зав} = (100-40)=60 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $\gamma_{зав} = 1,06 \text{ кг/м}^3$

2. По формуле

$$t_{зав} = (t_{см}-t_n) / q(1 - Q/Q_{зав}) + t_n, \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.11)$$

где  $t_{см}$  - температура смеси воздуха, проходящего через открытый проем, которая принимается равной нормируемой температуре в районе ворот;

$t_n$  - наружная температура для холодного периода года, соответствующая расчетным параметрам Б;

$Q/Q_{зав}$  - отношение количества тепла, теряемого с воздухом, уходящим через открытый проем наружу  $Q$ , к тепловой мощности завесы  $Q_{зав}$  определяется по графику рис.2 [8], и равно  $0,12$ ;

$$t_{зав} = 58,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Суммарная тепловая мощность калориферов агрегатов воздушно-тепловой завесы определяется по формуле:

$$Q_{\text{зав}} = G_{\text{зав}} \times 0,278 (t_{\text{зав}} - t_{\text{нач}}), \text{ Вт} \quad (2.12)$$

где  $G_{\text{зав}}$  - количество воздуха, подаваемого завесой, в кг/ч;  $t_{\text{зав}}$  - температура воздуха, подаваемого завесой, °С;  $t_{\text{нач}}$  - температура воздуха, забираемого на завесу, °С.

Примечание: Температура воздуха, забираемого на завесу на уровне всасывающего отверстия вентилятора, принимается равной расчетной температуре в районе ворот; при заборе воздуха из верхней зоны - равной температуре в верхней зоне; при заборе воздуха снаружи - равной температуре наружного воздуха для холодного периода года, соответствующей параметрам Б.

$$Q_{\text{зав}} = 4805 \times 0,278 \times (58,5 - 12) = 62114 \text{ Вт}$$

Ширина щели завесы определяется по формуле:

$$B_{\text{щ}} = F_{\text{пр}} / 2 F H_{\text{щ}}, \text{ м} \quad (2.13)$$

где  $H_{\text{щ}}$  - высота щели в м.

$$B_{\text{щ}} = 3,15 / 2 \times 30 \times 2,1 = 0,025 \text{ м.}$$

Скорость воздуха на выходе из щели определяется по формуле:

$$V_{\text{щ}} = G_{\text{зав}} / 2 \times 3600 \times B_{\text{щ}} \times H_{\text{щ}} \times \gamma_{\text{зав}}, \text{ м/сек} \quad (2.14)$$

где  $\gamma_{\text{зав}}$  - удельный вес воздуха, подаваемого завесой, в кг/м<sup>3</sup>.

$$V_{\text{щ}} = 4805 / 2 \times 3600 \times 0,025 \times 2,1 \times 1,065 = 11,9 \text{ м/сек}$$

Скорость воздуха должна быть не более 25 м/сек.

По полученным данным подбираем тепловые завесы фирмы "Frico" "Thermozone" АС205С и АС203С.

## 2.5. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ КАЛОРИФЕРОВ П1-П2.

Расчет теплоснабжения калориферов производится аналогично гидравлическому расчету систем отопления.

Расчет сводим в таблицы 29, 30.

## Расчет системы теплоснабжения калориферов.

Таблица 29

Номер участка	Длина участка, м	Диаметр, мм	Расход воды, кг/ч	Скорость, м/с	Уд.потери трение, Па	Потери на трение, Па	Сумма коэф. мест.	Потери в мест.сопр.	Потери на участке, Па	Потери в магистр. рал. Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Магистраль.</b>											
1	6,4	50	1042	0,14	6,3	40,32	2,9	29,5	69,82	136,52	66,7
2	19,9	50	1287	0,17	9,0	179,1	1,8	28,3	207,4	343,92	
<b><math>H_c = 343,92 \times 1,1 = 378,31 \text{ Па}</math></b>											
<b>Ответвление.</b>											
3	2,4	20	245	0,198	40	96	3,0	55,8	151,8	156,7	4,9
<b>Невязка = <math>(172,37 - 150,17) / 172,37 * 100\% = 12,8\%</math></b>											

## Расчет коэффициентов местных сопротивлений.

Таблица 30

Номер участка	Название местного сопротивления	$\xi$	$\Sigma \xi$
1	3 отвода	$3 * 0,3$	2,9
	тройник на проход	2	
2	6 отводов	$6 * 0,3$	1,8
3	тройник на ответвление	1,5	3,0

### 2.6. ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Подбор вентиляторов может быть произведен по [ 8 ], [ 10 ] и [ 12 ].

Выбор радиального (центробежного) вентилятора выполняют по требуемой производительности  $L_v$ , м<sup>3</sup>/ч, и полному давлению вентилятора  $P_v$ , Па, значения которых определяется:

$$L_v = 1,1 L ; \quad (2.14)$$

для приточных систем вентиляции

$$P_v = 1,1 \Delta P_{\text{маг}} + \Delta P_{\text{кал}} + H_{\text{рф}} ; \quad (2.15)$$

для вытяжных систем вентиляции

$$P_v = 1,1 \Delta P_{\text{маг}} , \quad (2.16)$$

где  $\Delta P_{\text{маг}}$  - общие потери давления в воздуховодах по магистральному направлению, Па ;

$\Delta P_{\text{кал}}$  - сопротивление калориферной установки по воздуху, Па ;

$H_{\text{рф}}$  - сопротивление фильтра, Па .

По сводному графику для подбора радиальных вентиляторов находят точку пересечения координат  $L$  и  $P_v$ , которая принимается за “рабочую точку” вентилятора. По индивидуальным характеристикам вентилятора находят частоту вращения  $n$ , об/мин, КПД ( $\eta$ ), а также определяют потребляемую мощность  $N$ , кВт.

#### **Подбор оборудования П 1.**

Подбираем КЦКП-5 компании "Веза".  $H_v = 962,97$  Па,

$L_v = 3900$  тыс.м<sup>3</sup>/ч.

1. Моноблок (клапан; ячейковый фильтр; воздухонагреватель):

а) Клапан воздухозаборный: КВУ-С 600 \* 855;

Установочная мощность 2,0 кВт;

Площадь фронтального сечения 0,51 м<sup>2</sup>;

Количество тэнов 5 шт;

Количество лопаток 4 шт;

Электропривод LF 230-S.

б) Гибкая вставка 600 \* 855;

в) Фильтр ФяРБ –1:

Пропускная способность 4150 м<sup>3</sup>/ч;

Масса 34 кг.

г) Воздухонагреватель ВНВ 243,1-073-065-02-2,5-08-2;

Мощность 120 кВт;

Масса 63 кг.

2. Вентилятор: RDH 315 L/R;

Электродвигатель А71В4;

Мощность 1,1 кВт.

Частота вращения рабочего колеса 1400 об/мин.

Масса 120 кг.

3. Камера промежуточная.

Масса 55 кг.

4. Шумоглушитель:

Длина 1000мм;

Масса 70



## Подбор оборудования П 2.

Подбираем КЦКП-1,6 компании "Веза".  $H_B = 269,5$  Па,  $L_B = 879$  тыс.м<sup>3</sup>/ч.

1. Моноблок (клапан; яч. фильтр; воздухонагреватель):
  - а) Клапан воздухозаборный КВУ-С 325 \* 575;  
Установочная мощность 1,2 кВт;  
Площадь фронтального сечения 0,19 м<sup>2</sup>;  
Количество тэнов 3 шт;  
Количество лопаток 2 шт;  
Электропривод LF 230-S.
  - б) Гибкая вставка 325\*575
  - в) Фильтр ФяРБ-1;  
Пропускная способность 2150 м<sup>3</sup>/ч;  
Масса: 8 кг
  - г) Воздухонагреватель ВНВ 243,1-043-030-02-2,5-1,2-2;  
Мощность 45 кВт ;  
Масса 22 кг.
2. Вентилятор АДН 160L/R;  
Электродвигатель АНР56В4;  
Мощность 0,25 кВт;  
Частота вращения рабочего колеса 1350 об/мин.  
Масса: 35 кг.
3. Камера промежуточная:  
Масса 12 кг.
4. Шумоглушитель:  
Длина 1000мм;  
Масса 45 кг.
5. Блок приемный (один горизонтальный клапан):  
Масса 15 кг.

## Подбор оборудования В 1.

$H_B = 911,97$  Па.

$L_B = 2806$  тыс.м<sup>3</sup>/ч.

Вентилятор канальный изолированный RSI 600 \* 350L:

Мощность 0,54 кВт;

Частота вращения рабочего колеса 1370 об/мин;

Масса 59 кг.  
Шумоглушитель LDR 60-35:  
Длина 600мм.

### **Подбор оборудования В 2.**

$H_v = 143,88$  Па.  
 $L_v = 0,448$  тыс.м<sup>3</sup>/ч  
Вентилятор канальный СК 160С:  
Мощность 0,09 кВт;  
Частота вращения рабочего колеса 2450 об/мин;  
Масса 4 кг.

### **Подбор оборудования В 3.**

$H_v = 11,99$  Па  
 $L = 0,1$  тыс.м<sup>3</sup>/ч  
Вентилятор канальный ВК-2-06  
Мощность: 0,015кВт  
Частота вращения рабочего колеса: 2200 об/мин  
Масса: 2,5 кг

Спецификация представлена в приложении А.

## **3 Технология возведения инженерных систем ТГВ**

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

В системах вентиляции воздуха используются вентиляторы, приточные камеры, воздушные завесы, воздухонагреватели, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы.

Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции воздуха включают в себя следующие основные последовательно вспомогательные процессы: подготовку объекта к монтажу указанных систем; приём и складирование воздуховодов и оборудования, комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей; подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости проведение пред монтажной ревизии оборудования; сборку узлов; доставку узлов, деталей и элементов к месту монтажа; установку средств крепления; монтаж оборудования; укрупнительную сборку оборудования; монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздуховодов; монтаж опусков и деталей систем; изготовление и монтаж подмеров; обкатку смонтированного оборудования; наладку и регулирование систем; сдачу систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены следующие общестроительные работы; устройство перекрытий, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования; устройство фундаментов и других опорных конструкций для присоединения к ним деталей воздуховодов, герметических дверей, унифицированных воздушных заслонок и других деталей вентиляционных систем; устройство монтажных проёмов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа; пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены, и перегородки в тех случаях, когда отверстия не были оставлены при возведении здания; оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов, установки решеток и других воздухо-распределительных устройств; устройство вентиляционных каналов в строительном оформлении; нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах; остекление окон и фонарей и установка наружных дверей и ворот. Указанные работы должны быть выполнены на отдельных захватках или на всём объекте. Их готовность оформляется двусторонним актом.

После приёмки объекта под монтаж уточняется совмещённый график производства работ с возможной корректировкой сроков выполнения строительных, электромонтажных, санитарно-технических и других смежных работ, завозятся вентиляционные заготовки и детали, принимается в монтаж по акту вентиляционное оборудование, завозится ручной инструмент, средства

малой механизации, инвентарь и приспособления, заказываются механизмы и согласовываются методы крепления такелажных устройств к конструкциям здания.

### **3.2 Подготовительные работы перед монтажом системы отопления**

При подготовке объекта к монтажу необходимо разметить места установки нагревательных приборов, места прохода трубопроводов и места установки насосов и узлов управления.

При приёмке строительного объекта под монтаж особое внимание обращают на готовность фундаментов под насосы; на соответствие отверстий и борозд для прокладки трубопроводов заданным проектным величинам или рекомендациям СНиПа; на отделку ниш и поверхности стен за нагревательными приборами.

При разметке и прокладке трубопроводов и нагревательных элементов систем отопления следует соблюдать уклоны и предельно допустимые отклонения при монтажных работах. Вертикальные трубопроводы не должны отклоняться от вертикали больше чем на 2 мм на 1 м длины трубопровода.

Расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси изолированных трубопроводов при открытой прокладке должно составлять при диаметре труб до 32 мм от 35 до 55мм, а при диаметре 40...50 мм - от 50 до 60 мм с допустимыми отклонениями  $\pm 5$ мм.

Расстояние между креплениями и опорами для стальных трубопроводов на горизонтальных участках определяется проектом или таблицей 2 СНиП 3.05.01-85. Средства крепления стояков из стальных труб в жилых и общественных зданиях при высоте этажа 3 м устанавливаются на половине высоты этажа. Средства крепления стояков в производственных зданиях устанавливаются через 3м. Подводки к отопительным приборам при длине более 500мм также должны иметь крепления.

Трубопроводы, нагревательные приборы и calorifеры при температуре теплоносителя выше  $105^{\circ}\text{C}$  устанавливаются на расстоянии не менее 100мм от сгораемых конструкций, если они не имеют тепловую изоляцию.

В местах пересечения трубопроводов с перекрытиями, стенами и перегородками устанавливают гильзы заподлицо с поверхностями стен и перегородок и выше на 20 - 30мм отметки чистого пола. Зазор между гильзой и трубой, обеспечивающей свободное перемещение трубы при изменении температуры теплоносителя, заполняется согласно проектным решениям в зависимости от температуры теплоносителя.

Уклоны магистральных трубопроводов пара, воды и конденсата определяются рабочей документацией или рабочим проектом, но должны быть не менее 0,002, а паропровод, имеющий уклон против движения пара, не менее 0,006. Уклоны подводов к нагревательным приборам выполняются по ходу

движения теплоносителя в пределах от 5-10мм на всю длину подводки. При длине подводки менее 500мм она может быть смонтирована горизонтально.

Разметка мест установки нагревательных приборов и креплений указанных приборов производится согласно рабочей документации с обеспечением удаления воздуха и спуска теплоносителя из системы отопления. Места расположения отверстий под кронштейны или другие виды креплений размечаются с помощью шаблонов после штукатурки мест установки нагревательных приборов.

Средства крепления трубопроводов и нагревательных приборов устанавливаются на дюбелях с применением строительного монтажного пистолета. Применение деревянных пробок для заделки кронштейнов не допускается.

### **3.3 Последовательность монтажа системы отопления**

Горизонтальные ветки системы отопления по этажам приняты из напорных труб из сшитого полиэтилена и прокладываются в подготовке пола, либо в декоративном коробе. Магистральные трубопроводы и главные стояки системы приняты из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75\* и стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 с гидроизоляцией металлизированным алюминиевым покрытием по ГОСТ 9.304-87 и теплоизолируются цилиндрами из стеклянного шпательного волокна с металлизированным покрытием. Неизолированные трубопроводы покрываются масляной краской за 2 раза по ГОСТ 82-92-75.

Удаление воздуха из магистральных трубопроводов систем отопления осуществляется в высших точках автоматическими воздухоотводчиками, установленными на трубопроводах.

При скрытой прокладке трубопроводов воды допускается прокладывать без уклона. Скорость движения воды в них 0,25 м/с.

Отведение воды из трубопроводов горизонтальных ветвей систем отопления в местах установки дренажной арматуры осуществляется при помощи шланга и ручного насоса, предусмотренного в разделе "Узел управления". Открыто прокладываемый стояк расположить на расстоянии 200 мм от оконного проема.

Клапаны установить таким образом, чтобы направление стрелки на корпусе совпадало с направлением движения среды (теплоносителя).

Уклоны подводов к отопительным приборам выполнить 9 мм на длину подводки в сторону движения теплоносителя.

При установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка не должен выходить за пределы оконного проема. Высота от пола до низа нагревательного прибора в пределах 60-150мм. Расстояние от стены принимается не менее 25мм. Совмещение вертикальных осей симметрии относительно приборов и оконных проемов необязательно.

Алюминиевые радиаторы установить на кронштейнах, изготовляемых в соответствии со стандартами. Кронштейны, заделанные в стены или пристреленные к ней установить под шейки радиаторов.

### **3.4 Последовательность монтажа воздуховодов систем вентиляции**

Воздуховоды монтировать вне зависимости от наличия технологического оборудования в соответствии с проектными привязками и отметками. Прокладки между фланцами воздуховодов должны выступать внутрь воздуховодов. Прокладки изготовить из ленточной монолитной резины. Болты по фланцам затянуть, все гайки болтов расположить с одной стороны фланца. При установке болтов вертикально гайки расположить с нижней стороны соединения.

Крепления горизонтальных воздуховодов установить на расстоянии при Ø 315, 355 - 4мм, а при Ø 560, 630, 710 ,900- 3мм друг от друга. Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды.

Крепления растяжек и подвесок непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Напряжение регулируемых подвесок должно быть равномерным. Свободно подвешиваемые воздуховоды рассчитать путем установки двойных подвесок через две одинарные подвески длине подвески 0,5м. Воздуховоды укрепить так, что бы их вес не передавался на вентиляционное оборудование. Виброизолирующие гибкие вставки установить непосредственно перед индивидуальными испытаниями. Вентилятор установить на пружинные виброизоляторы.

Зазоры между кромкой переднего диска рабочего колеса и кромкой входного патрубка вентилятора, как в осевом, так и в радиальном направлении не должны превышать 1% диаметра рабочего класса.

Вал вентилятора установить горизонтально, вертикальные стенки не должны иметь перекосов и наклона. Последовательность монтажа проводить согласно СНиП.3.05.02.

Забор воздуха для приточной вентиляции осуществляется на высоте не менее 2 м от уровня земли.

Шахты вытяжной вентиляции выступают над кровлей на высоту 1 м.

Приточный и вытяжной воздух распределяются по помещениям через приточные и вытяжные регулируемые воздухораспределители и диффузоры, установленные на воздуховодах.

Воздуховоды систем приняты из тонколистовой оцинкованной стали прямоугольного сечения и прокладываются в подвесных потолках.

Приточные воздуховоды систем П1- П4, воздухозаборные воздуховоды и вытяжные воздуховоды, проходящие по помещению после воздушных клапанов теплоизолируются. В качестве изоляции используются цилиндры из стеклянного шпательного волокна с металлизированным покрытием по ТУ 21-38-237-91. При монтаже металлических воздуховодов нужно соблюдать следующие

щие основные требования СНиП:

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

б) вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от вертикали более чем на 2 мм на 1 метр высоты;

в) воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха, в нижней части не должны иметь продольных швов;

г) разводящие участки воздуховодов, на которых возможно выпадение конденсата из транспортируемого влажного воздуха, монтируют с уклоном 0.01 - 0.015 в сторону дренажных устройств.

### **3.5 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции**

Перед предпусковыми испытаниями проверяют: соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, устройства вентиляционных шахт каналов и монтажа воздуховодов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других устройств и наличие ограждений у ременных передач; правильность установки жалюзийных решёток, клапанов, герметических дверей и наличие фиксирующих приспособлений у регулирующих устройств; выполнение предусмотренных проектом мероприятий по борьбе с шумом.

Установка вентиляции до её испытания должна непрерывно и исправно проработать в течение времени, определяемого по паспорту испытываемого оборудования или по техническим условиям. По результатам обкатки вентиляционного оборудования составляется акт по форме обязательного приложения 1 СНиП 3.05.01-85.

При испытании проверяют: работоспособность системы; соответствие производительности вентилятора проектным данным; равномерность прогрева водонагревателей и распыления воды форсунками; герметичность соединений; соответствие проектным данным объёма воздуха, проходящего через воздухо-распределители и воздухозаборные устройства. Особое внимание обращают на соответствие температур и влажности подаваемого в помещение воздуха проектным данным и на его скорость, особенно, если этот воздух поступает на рабочее место.

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

После окончания работ по предпусковым испытаниям и регулировке установок составляют приёмочный акт, приложением к которому должны являться следующие документы: исполнительные чертежи с пояснительной запиской и со всеми внесёнными в рабочую документацию изменениями, допу-

щенными при производстве работ, а также документы, подтверждающие изменения; акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приёмки ответственных конструкций; паспорта на оборудование; акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок; паспорта на вентиляционные установки в двух экземплярах по форме обязательного приложения 2 СНиП 3.05.01-85.

Испытание и наладка установок вентиляции на санитарно-гигиенические и технологические требования должны проводиться при полной технологической загрузке вентилируемых помещений и технологического оборудования.

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

### **3.6 Испытание и сдача в эксплуатацию систем отопления**

Приём систем отопления производится в три этапа: наружным осмотром, испытания гидростатическим или манометрическим методом и испытания на тепловой эффект.

При наружном осмотре проверяют исполнительные чертежи и соответствие выполненных работ утверждённому проекту, правильность сборки и прочность крепления труб и отопительных приборов, установка контрольно-измерительных приборов, запорной и регуливающей арматуры, расположения спускных и воздушных кранов, соблюдение уклонов, равномерность прогрева приборов, относительная бесшумность работы насосов и системы в целом, отсутствие течи в резьбовых соединениях, секциях радиаторов, кранах, задвижках и др.

После наружного осмотра проводится испытание по программе, определяемой системой отопления и временем года. Для удобства выявления дефектных мест каждая система испытывается по узлам, а затем в целом. Испытания должны производиться до начала малярных работ.

Испытание систем водяного отопления должно производиться при отключённых источниках теплоносителей и расширительных сосудах гидростатическим методом давления, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы. Числовое значение давления для испытания вводов в здания и тепловых узлов должно быть согласованно с руководством ТЭЦ.

Паровые и водяные системы считаются выдержавшими испытание гидростатическим методом, если в течение 5 мин нахождения её под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и



оборудовании.

Манометрические испытания систем отопления производятся следующим образом: систему заполняют воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа; при обнаружении дефектов монтажа на слух снижают давление до атмосферного и устраняют дефекты; затем систему заполняют воздухом давлением 0,1 МПа и выдерживают её под пробным давлением в течении 5 мин. Система признаётся выдержавшей испытание, если при нахождении её под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа.

При пуске отопления в зимних условиях должна быть предусмотрена возможность быстрого опорожнения его от воды, а также выключения и отключение по частям.

Исправное и эффективное действие систем отопления определяется в результате их семичасовой непрерывной работы с теплоносителем в подающем трубопроводе, температура которого должна соответствовать температуре наружного воздуха, но не менее 50°C, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

При сдаче систем отопления представляется комплект исполнительных чертежей, все акты приёмки скрытых работ, паспорта оборудования, акты гидравлических испытаний и акты теплового испытания системы.

### **3.7 Инструменты и приспособления для монтажа систем вентиляции и отопления**

В системах вентиляции используется вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздушные завесы, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование очистки воздуха, воздухопроводы и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы.

Для создания герметичности соединений воздухопроводов применяют различные уплотняющие материалы в виде поролона, монолитной листовой технической и пористой резины, полимерного мастичного жгута ПМЖ-1, полимерного материала ПРК-2, термоусаживающих уплотняющих манжет, асбестового жгута, асбестового картона, бутепрола, герлена, кислотостойкого прокладочного пластика или кислотостойкой резины и т.д.

К вспомогательным материалам, используемым для монтажа систем вентиляции воздуха, относятся метизы, электроды, сварочная проволока, лакокрасочные материалы, приводные ремни, смазочные материалы. Их марка определяется монтажным проектом или рабочей документацией.

В качестве уплотнителя для фланцевых соединений при температуре теплоносителя не более 150 °С применяют поранит, толщиной 2-3 мм, или фторопласт 4 мм, а при температуре теплоносителя не более 130 °С – прокладки из термостойкой резины. Для резьбовых соединений в качестве уплотнителя применяют ленту из фторопластового уплотнительного материала или льняную

прядь, пропитанную свинцовым суриком или белилами, замешанными на олифе, а также асбестовую прядь вместе с льняной прядью, пропитанные графитом, замешанным на олифе или ленту фторопластового уплотнительного материала.

Сальники у задвижек, вентилях и кранов должны быть при температуре теплоносителя до 100 °С хлопчатобумажной, льняной, пеньковой, фторопластовой набивкой, а при паре или воде с температурой более 100 °С асбестовой, тальковой, плетеной или фторопластовой набивкой. Основные инструменты постоянного использования указаны в таб.4.1

Таблица 4.1-Инструменты постоянного пользования.

Наименование инструментов	Обозначение	Количество	Срок службы, мес
Метр складной металлический	-	5	18
Отвес-рулетка	СТД972/2	2	36
Уровень брусковый		1	24
Молоток: слесарный	800г	2	24
кровельный	750г	2	24
Ключи: гаечные двухсторонние	8x10мм	2	36
	13x14мм	2	36
	17x19мм	2	36
гаечный разводной	S=30	1	24
трещотный	СТД961/76	6	24
Ножницы по металлу	СТД-48; L=200мм	2	24
Зубило слесарное	16x60	2	9
Крейцмейсель слесарный	8x60	1	6
Плоскогубцы	L=200мм	3	24
Струбцина для сборки фланцев	-	4	18
Маска сварочная	-	1	24
Электродержатель	-	1	12
Оправки удлиненные	СТД931/2	4	18
Лебедка рычажные	Q=1-1.5	2	2
Трос стальной	d=10-12мм	5	6

Примечание. Принято, что состав бригады слесарей-вентиляционников входят один электросварщик и один газорезчик по смежной профессии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уровень развития современной климатотехники предъявляет высокие требования к фундаментальной и специальной подготовке специалистов по отоплению, вентиляции воздуха.

Проектирование отопления представляет собой комплекс взаимосвязанных задач: обоснование тепловой мощности, гидравлический расчёт трубопроводов, подбор основного и вспомогательного оборудования.

В бакалаврской работе запроектирована система отопления – центральная с механическим побуждением циркуляции воды, двухтрубная с нижней разводкой, с тупиковым движением теплоносителя.

С целью увеличения экономии тепловой энергии, улучшения микроклимата в помещениях и нормального функционирования систем применен комплекс автоматики, который позволяет значительно упростить эксплуатацию и регулирование систем отопления.

А так же в результате проектирования системы вентиляции в кафе были приняты следующие решения:

- приточная и вытяжная вентиляция с механическим побуждением;
- системы локализующей вентиляции;
- схема организации воздухообмена принята сверху вниз.

## Список использованных источников

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Стройиздат. 2000. 67 с.
2. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: Стройиздат, 2000. 66 с.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М.: Стройиздат, 2000. 32 с.  
СНиП 31-05-2003 . Общественные здания административного назначения/ Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2003. 41 с.
4. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Стройиздат, 2003. 45 с.
5. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.– М.: Стройиздат, 2003. 73 с.
6. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». – М.: Стройиздат, 2003. 45 с.
7. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2. / Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера.-М.: Стройиздат, 1992. 416 с.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1. / Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера.-М.: Стройиздат, 1992. 319 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч. 1. Отопление. / Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера.-М.: Стройиздат, 1990. 344 с.
10. Каталог. Системы вентиляции. – Фирма Лиссант. 2005. 217с.
11. Каталог. Системы вентиляции. – Фирма Арктика. 2003. 40с.
12. Каталог. Кондиционер центральный каркасно-панельный. – Фирма «Веза» 2003. 84с.
13. Каталог балансировочных клапанов. – Фирма Danffoss. 2004. 88с.
14. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч.2. Вентиляция / Под ред. В.Н.Богословского.- М.: Стройиздат, 1976. 439 с.
15. Каганов Ш.И. Охрана труда при производстве санитарно-технических и вентиляционных работ. – М.: Стройиздат, 1989. 300 с.
16. Говоров В.П. и Стешенко А.Л. Производство санитарно-технических работ. – М.: Стройиздат, 1982. 400 с.
17. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. – М.: Стройиздат, 1990. 495 с. (Справочник строителя).
18. СТП 2.02-2002. «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования». – М.: Госстрой Россия, 2002. 60 с.

## Приложение А. Спецификация

Таблица 1

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед кг	Приме- чание
<b>Вентиляция.</b>					
П1	КЦКП-5	Кондиционер центральный			
	ООО «Веза»	каркасно-панельный			
		(обслуживание справа)	1		компл
	КВУ-С 600*855	Клапан воздушный утепленный,			
	LF 230-S	N=2,0 кВт с приводом	1		шт
	с.5.904-38	Гибкая вставка 600*855	1		шт
	ФяРБ-1	Фильтр ячейковый, класс G3	1	34	шт
	ВНВ	Воздуонагреватель водяной			
	243.1-073-065-02-2,5-08-2		1	63	шт
	RDH315L/R	Вентилятор с электродвигателем			
	A71B4	N= 1,1 кВт, п=1400 об/мин	1	120	шт
	с.5.904-38	Гибкая вставка на выходе из			
		вентилятора	1		шт
		Камера промежуточная	1	55	шт
	с.5.904-17	Шумоглушитель 1=1 000мм	1	70	шт
		Блок приемный (гориз. клапан)	1	45	шт
	с.5.904-38	Гибкая вставка 510*865	1		шт
П2	КЦКП-1,6	Кондиционер центральный			
	ООО «Веза»	каркасно-панельный			
		(обслуживание слева)	1		компл
	КВУ-С 325*575	Клапан воздушный утепленный,			
		N= 1,2 кВт	1		шт
	с.5.904-38	Гибкая вставка 325*575	1		шт
	ФяРБ-1	Фильтр ячейковый, класс G3	1	8	шт
	ВНВ	Воздуонагреватель водяной			
	243.1-043-030-02-2,5-1,2		1	22	шт
	ADH160L/R	Вентилятор с электродвигателем			
	AHR56B4	N=0,25кВт, η=1350 об/мин	1	35	шт
	с.5.904-38	Гибкая вставка на выходе из			
		вентилятора	1		шт
		Камера промежуточная	1	12	шт
	с.5.904-17	Шумоглушитель 1=1 000мм	1	45	шт
		Блок приемный (гориз. клапан)	1	15	шт
	с.5.904-38	Гибкая вставка 3 10*565	1		шт
В1	RSI 600*350L	Вентилятор канальный			
	«Kanalfakt»	изолированный с эл.двигателем			
		N=0,54кВт, η=1370 об/мин	1	59,0	шт
В2	СК 160С	Вентилятор канальный			
	«Ostberg»	с эл.двигателем			
		N=0,09 кВт, п=2450 об/мин	1	4,0	шт
В3	ВК-2-06	Вентилятор канальный с эл.двиг			
		N=0,015 кВт, п=2200 об/мин	1	2,5	шт

## Спецификация

Продолжение таблицы 1

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед кг	Приме- чание
В4	ECW/ECR 450 M4	Вентилятор осевой,			
	«Мовен»	N=0,61 кВт, n=1310 об/мин	8	9	шт
У1,У2	«Thermozone»	Тепловая завеса N=5,1 кВт			
	AC 205C				
	«Frico»		2		шт
У3,У4	«Thermozone»	Тепловая завеса N=3,1 кВт			
	AC 203C				
	«Frico»		2		шт
	DC 60-35	Гибкая вставка 600*350	2		шт
	LDR 60-35	Шумоглушитель l=600 мм	2		шт
	с. 1.494- 10	Решетки щелевые P150	30	0,26	шт
		То же P200	1	0,38	шт
	ГОСТ 13 448-82	Решетки вентиляционные			
		пластмассовые РВП2	4		шт
		То же РВП3	10		шт
	FD 200	Диффузоры вытяжные			
	«Kanalflakt»		15		шт
	VLI 160	Диффузоры приточные			
	«Kanalflakt»		5		шт
	VLI 200	Диффузоры приточные			
	«Kanalflakt»		13		шт
	с.5,904-56	Клапан обратный 200*200 КОп-01	1		шт
		То же 400*400 КОп-03	1		шт
		Тоже d = 450 КОп-02	1		шт
	RSK1 80	Клапан обратный d = 180			
	«Kanalflakt»		1		шт
	с.5,904-51	Зонт d=180			
	ЗК.00,000		1	2,0	шт
	с.5,904-51	Зонт d = 450			
	ЗК.00,000-04		1	8,4	шт
	КПУ- 1М-Н-150*150	Клапан огнезадерживающий	13	7,0	шт
	КПУ-1М-Н-200*200	Тоже	1	8,0	шт
	КПУ-1М-Н-250*250	Тоже	2	9,5	шт
	КПУ-1М-Н-300*300	То же	1	11,0	шт
	ГОСТ 19903-74	Воздуховод из тонколистовой			
		оцинкованной стали $\delta=0,5$ мм			
		100*150	69,25		м
		Тоже 100*200	37,7		м
		Тоже 150*150	41,85		м
		Тоже 150*200	17,8		м
		То же 200*200	20,8		м
		То же 200*250	13,8		м
		Тоже d = 180	11,2		м

## Спецификация

Продолжение таблицы 1

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед кг	Приме- чание	
	ГОСТ 19903-74	Воздуховод из тонколистовой				
		оцинкованной стали $\delta=0,7\text{мм}$				
		200*300	17,3		м	
		То же	250*250	3,95	м	
		То же	250*300	17	м	
		То же	300*300	3,1	м	
		То же	300*500	1,0	м	
		То же	400*400	9,8	м	
		То же	d = 450	6,9	м	
	ГОСТ 23791-79	Огнезащитное фосфатное				
		покрытие воздуховодов $\delta=15\text{ мм}$	0,435		м <sup>3</sup>	
<b>Отопление</b>						
	15кч18п2	Вентиль запорный муфтовый d =15	91	0,7	шт	
		То же	d = 20	12	0,9	шт
		То же	d = 32	1	2,1	шт
		То же	d = 40	2	3,7	шт
	СТД 707.38.00.00	Кран для выпуска воздуха	44		шт	
	МС 140-108	Радиаторы чугунные секционные	326	7,62	секц	
		Крепление радиаторов l=325 мм	169		шт	
	ГОСТ3262-75*	Трубопровод из стальных				
		водогазопроводных труб d =15	183	1,16	м	
		То же	d = 20	189,5	1,5	м
		То же	d = 25	93,7	2,12	м
		То же	d = 32	70,9	2,73	м
		То же	d = 40	8,5	3,33	м
		То же	d = 50	5,2	4,0	м
		Окраска неизолированных труб и				
		отопительных приборов масляной				
		краской в 2 слоя	344		м <sup>2</sup>	
	ОСТ.6. 10-426-79	Антикоррозионное покрытие				
	ГОСТ25 129-82*	трубопроводов под изоляцию				
		комбинированной краской БТ-177	24,5		м <sup>2</sup>	
	ТУ36-1695-79	Тепловая изоляция трубопроводов				
		набивным минераловатным				
		шнуром $\delta=70\text{мм}$	0,372		м <sup>3</sup>	
	ТУ 6-1 1-145-80	Защитный слой теплоизоляции из				
		рулонного стеклопластика РСТ	130		м <sup>2</sup>	
<b>Теплоснабжение калориферов</b>						
	15кч18п2	Вентиль запорный муфтовый d =15	4	0,7	шт	
		То же	d = 20	2	0,9	шт
	15кч19п2	Вентиль запорный фланцевый d=20	6	0,9	шт	
		То же	d = 50	6	6,2	шт

## Спецификация

## Продолжение таблицы 1

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед кг	Приме- чание
	16Б1бк	Клапан обратный подъемный d = 20	2	0,9	шт
	ФММ20	Фильтр магнитомеханический d=20	1	1,5	шт
	ФММ50	То же d = 50	1	10,0	шт
	МП4-У	Манометр показывающий			
		P= 0-1,0 МПа	4	1,2	компл.
	ТТМ-П-62-260-103	Термометр технический			
		стеклянный в оправе T = 0-200 °C	4		шт
	ТТМ-П-4 1-260- 103	То же T = 0-100 °C	4		шт
	ЗК4-2-87	Расширитель	4		шт
	ЗК4-2-87	То же	4		шт
	ГОСТ 10704-91	Трубопровод из стальных			
		электросварных труб d = 32x2	4,8	1,78	м
		То же d = 57x3	52,6	4,0	м
	ОСТ.6. 10-426-79	Антикоррозийное покрытие			
	ГОСТ25 129-82*	трубопроводов комбинированной			
		краской БТ177 по грунту ГФ021	115		м <sup>2</sup>
	ТУ36-1695-79	Тепловая изоляция трубопроводов			
		d = 25 набивным минераловатным			
		шнуром $\delta_{из} = 80\text{мм}$	0,378		м <sup>3</sup>
	ГОСТ 10499-78	Тепловая изоляция трубопроводов			
		d = 50 матами из стеклянного			
		штапельного волокна			
		МС35 $\delta_{из} = 80\text{мм}$	1,912		м <sup>3</sup>
	ТУ 6-1 1-145-80	Защитный слой теплоизоляции-			
		Рулонный стеклопластик РСТ	49		м <sup>2</sup>
<b>Узел управления.</b>					
	30с41нж1	Задвижка стальная клиновая			
		Фланцевая с ручн. управл. d = 50	2	25,0	шт
	30чббр	Задвижка параллельная с			
		выдвижным шпинделем			
		фланцевая с ручн. управл. d = 50	2	18,0	шт
	15кч18п2	Вентиль запорный муфтовый d=15	6	0,7	шт
		То же d = 20	4	0,9	шт
		То же d = 25	2	1,4	
		То же d = 32	4	2,1	шт
		То же d = 50	1	5,2	шт
	15кч19п2	Вентиль запорный фланцевый d=50	1	6,2	шт
	15БЗр/1	Вентиль регулирующий			
		муфтовый d =15	1	0,35	шт
		То же d = 20	2	0,44	шт
	15Б1бк	Вентиль латунный муфтовый d= 40	3	1,78	шт
	16Б1бк	Клапан обратный подъемный			
		муфтовый d = 40	1	1,43	шт



## Спецификация

Продолжение таблицы 1

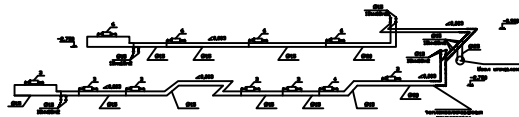
Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Мас-са ед кг	Приме-чание
		Элеватор водоструйный			
		чугунный №1 $d_z=15\text{мм}$ $d_c=4,5\text{мм}$	1	11,2	шт
	РТГВ 40	Регулятор температуры $d = 40$	1		шт
	ФММ50	Фильтр магнитомеханический $d=50$	2	10	шт
	МП4-У	Манометр показывающий			
		$P= 0-1,0$ МПа	12	1,2	компл.
	ТТМ-П-4 1-260- 103	Термометр технический			
		стеклянный в оправе $T=0-100$ °С	7		шт
	ТТМ-П-62-260-103	То же $T=0-200$ °С	1		шт
	с. 5.904-13 в.2	Спускник 50/25(1,6)-1			
	ТС-631.000-02		2	10,6	шт
	ЗК4-2-87-12	Расширитель	1		шт
	ЗК4-2-87-13	То же	1		шт
	ЗК4-3-87-3	То же	1		шт
	ЗК4-3-87-6	То же	3		шт
	ЗК4-4-87-7	То же	1		шт
	ГОСТ 10704-91	Трубопровод из стальных			
		электросварных труб $d = 18 \times 2$	0,8	0,79	м
		То же $d = 32 \times 2$	1,4	1,78	м
		То же $d = 38 \times 2$	0,8	1,78	м
		То же $d = 45 \times 2$	5,0	2,12	м
		То же $d = 57 \times 3$	22,5	4,0	м
	ОСТ.6. 10-426-79	Антикоррозийное покрытие			
	ГОСТ25 129-82*	трубопроводов комбинированной			
		краской БТ177 по грунту ГФ021	5		м <sup>2</sup>
	ГОСТ 25 129-82	Тепловая изоляция трубопроводов			
	ТУ36- 1695-79	набивным минераловатным			
		шнуром М250 $\delta_{из}=80\text{мм}$	0,891		м <sup>3</sup>
	ТУ 6-1 1-145-80	Защитный слой- листы из алюми-			
		ния или алюминиевых сплавов			
		$\delta_{из}=0,3-0,5$ мм	19		м <sup>2</sup>



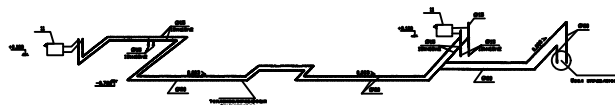
Система отопления 1



Система отопления 2

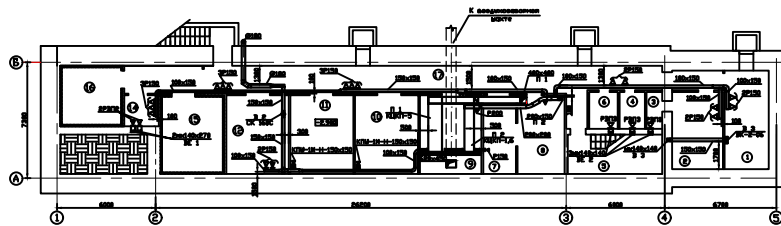


Система отопления 3



	5P-08.03.01.00.05-2020-08
	СМН МСМ
	10 10
	10 10
	10 10
	10 10

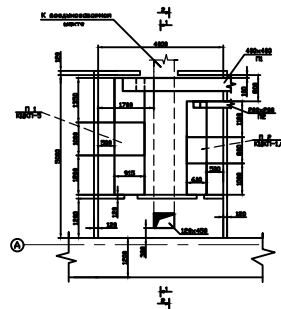
План на отм. -2.900



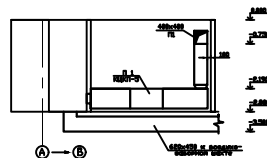
ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

пом.

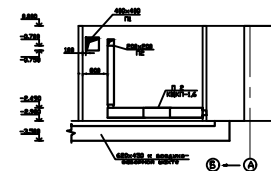
План в осях 5-6 и А-Б

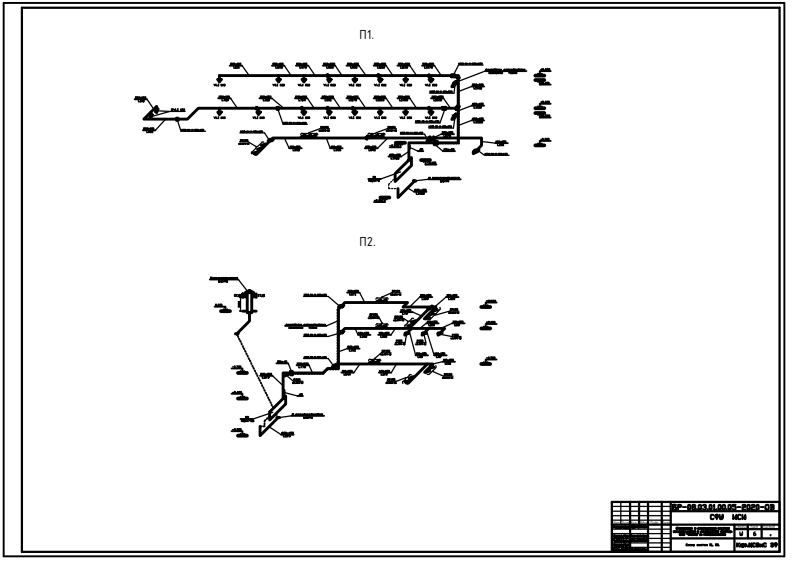
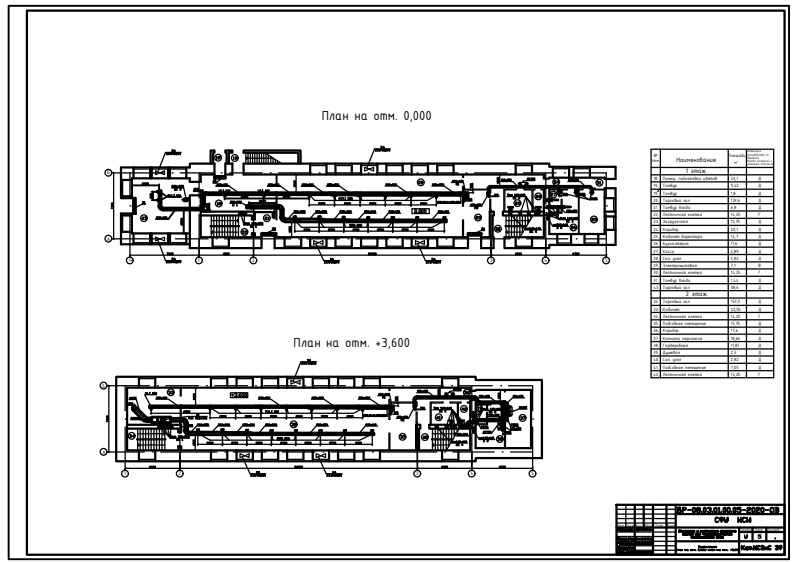


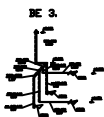
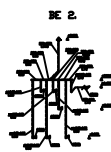
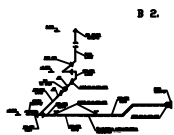
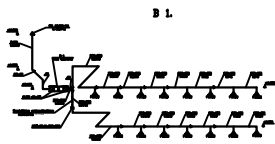
Разрез 1-1



Разрез 2-2



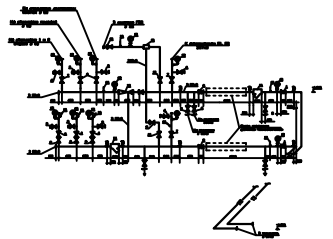




Система тепловых пунктов ПТ, ПБ



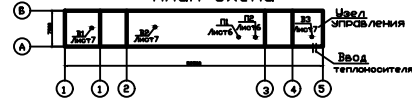
Узел управления



**Ведомость рабочих чертежей основного комплекта**

Лист	Наименование	Примечание
1	Листовой проект	
2	Листовой проект	
3	Листовой проект	
4	Листовой проект	
5	Листовой проект	
6	Листовой проект	
7	Листовой проект	
8	Листовой проект	
9	Листовой проект	

**План-схема**



**Общие указания**

1. Данная модель проекта выполнена на основании архитектурно-строительных и технологических чертежей и в соответствии со СНиП 41-01-2003, СНиП 29-01-2003 и СН 204-02-99.
2. Проектные мероприятия выполняются по плану.
3. Расчетная температура наружного воздуха здания принята - минус 35С.
4. Расчетная температура наружного воздуха при проектировании системы отопления - минус 35С.
5. В системе отопления в качестве отопительных приборов применены чугунные радиаторы ИС-100-100. Система отопления проектируется на стальных водопроводных трубах ПУЭ 100-8. Теплоизоляция в местах проноса выполняется минеральной ватой, теплоизоляция стен и перегородок производится в гильзах на неглубокие выемки, обеспечивая минимальную потерю теплопроводности ограждения. Теплоизоляция систем теплопроводности, вводящих на этажи, теплопроводности теплопроводности и системы теплопроводности должна быть не менее 2 мм.
6. Для системы вентиляции применены автоматизированные системы автоматического регулирования с регулируемым воздушным потоком. Приток свежего воздуха и вытяжка осуществляется системой П, И, ВЗ.
7. Для вентиляции применены системы приточно-вытяжной системы П, И, ВЗ. Вентиляция вводится на этажи по трубопроводам системы П, И, ВЗ. Вентиляция системы П, И, ВЗ осуществляется автоматизированно.
8. Вентиляция систем вентиляции осуществляется на приточной стороне.
9. Наружные двери оснащаются воздушо-тепловыми клапанами типа "ТН-С".

**Ведомость ссылочных и прилагаемых документов**

Обозначение	Наименование	Положение
СП-10-2009	Системы вентиляции помещений	
СП-10-2009	Системы вентиляции помещений	
СП-10-2009	Системы вентиляции помещений	
СП-10-2009	Системы вентиляции помещений	
СП-10-2009	Системы вентиляции помещений	
СП-10-2009	Системы вентиляции помещений	

**Основные показатели по рабочим чертежам здания 03**

Наименование здания (обозначение)	Этаж	Площадь, кв. м	Расход тепловой энергии, Вт/ч		Расход электроэнергии, кВт/ч	
			на отопление	на вентиляцию	на вентиляцию	на вентиляцию
ТКК ОАО "Роснефть"	330	-37	47859	5139	-	52996
						7,27

**Характеристика систем отопления и вентиляции**

№	Наименование системы	Площадь, кв. м	Расход тепловой энергии, Вт/ч		Расход электроэнергии, кВт/ч	
			на отопление	на вентиляцию	на вентиляцию	на вентиляцию
01	Система отопления	330	47859	5139	-	52996
02	Система вентиляции	330	-	-	-	7,27

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный  
институт  
Инженерные системы зданий и сооружений  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий  
кафедрой

 А.И.Матюшенко

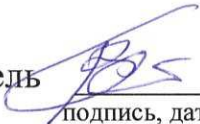
подпись    инициалы, фамилия  
«30»    06    2020г.


**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**


08.03.01 «Строительство»

«Отопление и вентиляция аграрного центра  
ООО «Сухобузино» Красноярского края»

тема

Руководитель  23.06.20 к.т.н., доцент Г.В.Смольников  
подпись, дата    должность, ученая степень    инициалы, фамилия

Выпускник  22.06.20  
подпись, дата    инициалы, фамилия А.И.Цыганков

Нормоконтролер  23.06.20 к.т.н., доцент Г.В.Смольников  
подпись, дата    должность, ученая степень    инициалы, фамилия

Красноярск 2020