

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 121 стр., 5 рис., 14 табл., 11 источников, 7 листов графического материала.

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ, ТЕПЛОПОТЕРИ, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ВОЗДУХООБМЕН, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ, СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.

Объектом проектирования являются системы отопления и вентиляции дома культуры в селе Проскоково.

Цель работы – разработка систем отопления и вентиляции для поддержания заданных параметров внутреннего воздуха.

Проект выполнен с учетом современных требований к системам отопления и вентиляции с применением актуального на сегодняшний день оборудования.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2003 шрифтом Times New Roman №14.

Оглавление

Введение	8
1 Технологическая часть	9
1.1 Климатологические данные	9
1.2 Теплотехнический расчет	11
1.2.1 Определение коэффициента теплопередаче и сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций	11
1.3 Определение потерь тепла через ограждающие конструкции помещений здания	17
1.4 Конструирование и расчет систем отопления дома культуры	33
1.4.1 Общие положения конструирования системы отопления дома культуры	33
1.4.2 Расчет отопительных приборов системы отопления дома культуры	34
1.4.3 Гидравлический расчет системы отопления дома культуры	37
1.6 Конструирование и расчет систем вентиляции дома культуры	48
1.6.1 Общие положения конструирования системы вентиляции дома культуры	48
1.6.2 Расчет требуемого воздухообмена зрительного зала	48
1.6.3 Расчет воздухообмена по нормативной кратности	58
1.6.4 Расчет воздушораспределения	58
1.6.5 Аэродинамический расчет системы вентиляции дома культуры	59
1.6.6 Подбор оборудования для систем вентиляции дома культуры	72
2 Автоматизация системы приточной вентиляции П1	78
2.1 Описание системы приточной вентиляции	78
2.2 Цели и задачи системы управления системой приточной вентиляции	81
2.3 Разработка структуры системы автоматизации приточной вентиляции	81
2.4 Разработка функциональной схемы автоматизации приточной вентиляции	83
2.5 Выбор средств автоматизации приточной вентиляции	85
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	89
3.1 Определение экономического эффекта реконструкции здания дома культуры	89
3.2 Определение сметной стоимости строительства систем отопления и вентиляции	89
3.3 Расчет затрат на проектирование	91
3.4 Годовые эксплуатационные затраты на отопление и вентиляцию	92
3.5 Энергоэффективность систем отопления вентиляции	95
4 Социальная ответственность	98

4.1 Характеристика объекта	99
4.2. Опасные и вредные факторы	100
4.2.1 Шум	100
4.2.2 Защита от вибрации	101
4.2.3 Освещение	103
4.2.4 Расчет искусственного освещения	104
4.2.5 Микроклимат	107
4.2.6 Электробезопасность	109
4.2.7 Экологическая безопасность	113
4.3 Чрезвычайные ситуации	114
Заключение	119
Conclusion	120
Список используемых источников	121

Введение

В новых условиях сфера деятельности клубного учреждения все более расширяется. Сегодня он должен функционировать как информационно-культурный центр, способный оказать населению самый широкий спектр культурно-досуговых услуг. Народное творчество и традиции, которые в деревне передаются из поколения в поколение, институционально сосредоточены сегодня в сельском клубе. Именно в сельском клубе изучают, сохраняют, передают, пропагандируют их.

Дом культуры в с.Поперечное – это кирпичное здание, построенное более 30 лет назад. Сегодня оно находится в аварийном состоянии и не может принимать посетителей. Поэтому возникла необходимость постройки нового дома культуры. При рассмотрении различных вариантов было решено реконструировать существующее здание. Проектом реконструкции здания предусматривается замена оконных и дверных проемов, а также замена систем инженерного обеспечения.

Дом культуры – это место массового пребывания людей, поэтому особенно важно поддерживать необходимые параметры микроклимата. Основными нормирующими параметрами воздуха в помещениях являются: температура, влажность, скорость движения, газовый состав, наличие механических частиц пыли. Поддержание оптимальных параметров микроклимата отразится на комфортном пребывании посетителей дома культуры в итоге скажется на общем положительное впечатление от проводимых культурных мероприятий.

1 Технологическая часть

1.1 Климатологические данные

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются по [3, прил. 8] в зависимости от пункта нахождения объекта и приведены для с. Поперечное

Расчетная географическая широта – 56 ° с.ш.

Барометрическое давление - 990 ГПа.

Зона влажности с. Поперечное № 3 – сухая.

Господствующее положение – северо-запад Кемеровской области.

Параметры наружного воздуха для расчета систем вентиляции дома культуры принимаем в соответствии с [1, п. 2.15] в теплый период года принимаются по параметру А, а в холодный период года по параметру Б. Параметры наружного воздуха для расчета систем отопления принимаются по параметру Б. В переходный период параметры принимаем в соответствии с [1, п. 2.17] при температуре 8⁰С и энтальпии I=22,5 кДж/кг. Параметры приведены в таблице ниже.

Таблица 1.1 - Расчетные параметры наружного воздуха

Период года	Температура t_{ext} , С	Теплосодержание I_{ext} , кДж/кг
Холодный, Б	-39	-38,9
Переходные условия	8	22,5
Теплый, А	21,8	50,2

Параметры внутреннего воздуха для расчета систем вентиляции дома культуры принимаем в соответствии с [1, прил. 1]. Параметры приведены в таблице ниже.

Таблица 1.2 - Расчетные параметры внутреннего воздуха

Период года	Температура t_{wz}, C	Относительная влажность, ϕ_{in}	Подвижность $v_{in},$ м/с
Холодный и переходные условие	20	Не более 65	0,2
Теплый	23,8	Не более 65	0,5

1.2 Теплотехнический расчет

1.2.1 Определение коэффициента теплопередаче и сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Толщина внешних стен помещений выполнены из кирпича марки М75. Толщина стен 0,6 м.

Необходимо определить соответствует ли сопротивление теплопередачи наружных стен требуемому.

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{0\text{тр}}$ является наименьшим, при котором обеспечивается допустимая по санитарно-гигиеническим требованиям минимальная температура внутренней поверхности ограждения при расчетной зимней температуре наружного воздуха:

$$R_{0\text{тр}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}}, \quad (1.1)$$

где $R_{0\text{тр}}$ - требуемое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

n - поправочный коэффициент на расчетную разность температур, зависит от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, согласно [2, табл. 3*];

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха, равная температуре холодной пятидневки, $^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{\text{н}}$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены, согласно [3, табл. 2];

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплообмена внутренней поверхности ограждения, принимаемый по [2, 2.1] для гладких внутренних поверхностей равным $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$.

В данном проекте влажностный режим – нормальный, а климатическая зона с.Проскоково – сухая. Следовательно, условия эксплуатации объекта – «А» [2, табл. 2.1].

По формуле (1.1) определяем:

$$R_0^{\text{тр}} = 1 \cdot (20 - (-39)) / 8,7 \cdot 4 = 1,72 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт}.$$

Сопротивление теплопередачи для кирпичной стены толщиной 0,6 м. составляет $0,85 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт}$ [1]. Так как сопротивление теплопередачи стены меньше требуемого - возникает необходимость утепления внешних ограждений. В качестве утеплителя выбираем утеплитель Rocrwool с $\lambda = 0,0420,7 \text{ Вт/м}^2 \times ^0\text{C}$.

Далее определяем толщину утепляющего слоя:

Из уравнения (1.1) находится термическое сопротивление слоя утеплителя R_i , по величине которого можно определить толщину утепляющего слоя конструкции:

$$R_0^p = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + \dots + R_{i \text{ ут}} + \dots + R_n + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (1.2)$$

где R_0^p - общее сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \times ^0\text{C/Вт}$;

$R_1 \dots R_i \text{ ут} \dots R_n$ -- термическое сопротивление теплопередаче отдельных слоев ограждающей конструкции, определяемые как:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1.3)$$

где R_i - термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \times ^0\text{C/Вт}$;

δ_i – толщина i- го слоя, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала i- го слоя, $\text{Вт/(м}^2 \times ^0\text{C)}$, принимаем по [2, прил. 3];

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции зимой, принимаемый по [2, 2.1] для поверхностей, соприкасающихся с наружным воздухом, равным $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$.

Коэффициент теплопередачи для всех ограждающих конструкций вычисляем по формуле:

$$K = \frac{1}{R_0}, \quad (1.4)$$

где K – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$.

1.2.2 Расчет ограждающих конструкций

Наружная стена

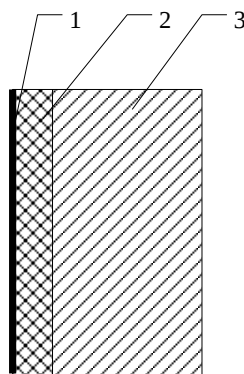


Рисунок 1.1 - Конструкция наружной стены:

1 – облицовка металлическим сайдингом; 2 – утеплитель Rocerwool $\lambda = 0,0420,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}$; $\delta_2 = ?$; 3 – кирпич; $\lambda = 0,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \times ^\circ\text{C}$; $\delta_3 = 0,6 \text{ м}$.

По [2, прил. 1 и 2] определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещения и зоны влажности.

Находим толщину утепляющего слоя применяя формулы (1.2) и (1.3) :

$$R_3 = 0,85 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

$$R_2 = R_0^{\text{тп}} - R_3 - 1/\alpha_{\text{в}} - 1/\alpha_{\text{н}} = 1,72 - 0,85 - 1/8,7 - 1/23 = 0,72 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

по формуле (1.3) определяем толщину утепляющего слоя δ_2 :

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 0,72 \cdot 0,042 = 0,03 \text{ м.}$$

Коэффициент сопротивления теплопередачи K определяем по формуле (1.4):

$$K = 1 / 1,72 = 0,58 \text{ Вт/ (м}^2 \times ^\circ\text{C) .}$$

Чердачное перекрытие

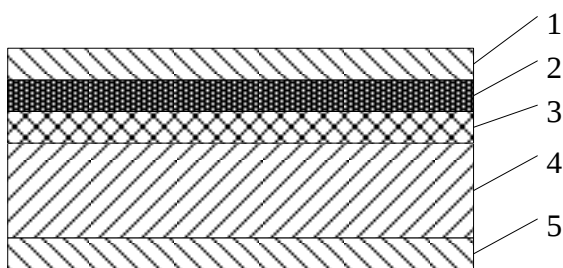


Рисунок 1.2 - Конструкция чердачного перекрытия:

1– цементная стяжка, $\lambda_1=0,76 \text{ Вт/м}^2 \times ^\circ\text{C}$, $\delta_1=0,02 \text{ м}$;

2– пенополистерол, $\lambda_2=0,041 \text{ Вт/м}^2 \times ^\circ\text{C}$, δ_2 –?

3– керамзитовый гравий, $\lambda_3=0,17 \text{ Вт/м}^2 \times ^\circ\text{C}$, $\delta_3= 0,11 \text{ м}$;

4– железобетонная плита перекрытия, $\lambda_4=1,92 \text{ Вт/м}^2 \times ^\circ\text{C}$, $\delta_4= 0,22 \text{ м}$;

5– затирка цементным раствором, $\lambda=0,76 \text{ Вт/м}^2 \times ^\circ\text{C}$, $\delta_5= 0,005 \text{ м}$.

По формуле 1.1 определяем

$$R_0^{\text{тр}} = 1 \cdot (20 - (-39)) / 8,7 \cdot 4 = 1,72 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт.}$$

Находим толщину утепляющего слоя применяя формулы (1.2) и (1.3) :

в качестве утеплителя выбираем пенополистерол, с $\lambda_2=0,041 \text{ Вт/м}^2 \times ^\circ\text{C}$:

$$R_1 = 0,02 / 0,76 = 0,03 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт};$$

$$R_3 = 0,11 / 0,17 = 0,65 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт};$$

$$R_4 = 0,22 / 1,92 = 0,12 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт};$$

$$R_5 = 0,005 / 0,76 = 0,007 \text{ м}^2 \times ^\circ\text{C/Вт};$$

$$R_2^{\text{ут}} = R_0^{\text{тр}} - R_1 - R_3 - R_4 - R_5 - 1/\alpha_{\text{в}} - 1/\alpha_{\text{н}} = 1,72 - 0,03 - 0,65 - 0,12 - 0,007 - 1/8,7 -$$

$$- 1/23 = 0,763 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт};$$

по формуле (1.3) определяем толщину утепляющего слоя δ_2 :

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 0,763 \cdot 0,041 = 0,03 \text{ м.}$$

Коэффициент сопротивления теплопередачи K определяем по формуле (1.4):

$$K = 1 / 1,72 = 0,58 \text{ Вт/(м}^2 \times ^0\text{C)}.$$

Утепленный пол первого этажа

В соответствии с [1, прил. 9.3] для неутепленных полов, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт/(м}^2 \times ^0\text{C)}$, по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимаем R_0 , $\text{м}^2 \times ^0\text{C/Вт}$, равным:

2,1 – для I зоны;

4,3 – для II зоны;

8,6 – для III зоны;

14,2 – для IV зоны (для оставшейся площади пола).

В данном случае пол утепленный. Утепляющий слой - керамзитбетон, толщиной 150мм.

Для утепленного пола R_h определяется по формуле [1, прил. 9.3]:

$$R_h = R_0 + \delta i / \lambda, \quad (1.5)$$

где R_h - сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \times ^0\text{C/Вт}$;

δ – толщина материала каждого утепляющего слоя, м;

λ - теплопроводность материала каждого утепляющего слоя, $\text{Вт/(м}^2 \times ^0\text{C)}$.

$$\text{I зона: } R = 2,1 + 0,1875 = 2,28 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт};$$

$$\text{II зона: } R = 4,3 + 0,1875 = 4,48 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт};$$

$$\text{III зона: } R = 8,6 + 0,1875 = 8,78 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт};$$

$$\text{IV зона: } R = 14,2 + 0,1875 = 14,38 \text{ м}^2 \times ^0\text{C/Вт};$$

Коэффициент теплопередачи по зонам:

$$k_I=1/2,28=0,43 \text{ Вт/(м}^2\times^0\text{C)};$$

$$k_{II}=1/4,48=0,22 \text{ Вт/(м}^2\times^0\text{C)};$$

$$k_{III}=1/8,78=0,11 \text{ Вт/(м}^2\times^0\text{C)};$$

$$k_{IV}=1/14,38=0,07 \text{ Вт/(м}^2\times^0\text{C)}.$$

Окна

Тип остекления – тройное в деревянных переплетах (спаренный и одинарный). $R_O=0,5 \text{ м}^2\times^0\text{C/Вт}$ [2, табл. 5.4];

Коэффициент теплопередачи $k_{ок}=2 \text{ Вт/(м}^2\times^0\text{C)}$.

Наружные двери

Наружные двери двойные. $R_{д}=0,43 \text{ м}^2\times^0\text{C/Вт}$ [2, табл. 5.4];

Коэффициент теплопередачи $k_{дв}=2,33 \text{ Вт/(м}^2\times^0\text{C)}$.

1.3 Определение потерь тепла через ограждающие конструкции помещений здания

Экспликация помещений отображена в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Экспликация помещений

№ помещения	Наименование
1	2
1	Фойе
2	Зрительный зал
3	Буфет
4	Фойе буфета
5	Касса
6	Кассовый вестибюль
7	Вестибюль
8	Гардероб
9	Репетиционный зал
10	Хоровая студия
11	Студия хореографии
12	Костюмерная
13	Санузел для инвалидов
14	Директор
15	Заместитель директора
16	Дежурный администратор
17	Методический кабинет
18	Раздевалка для девочек
19	Раздевалка для мальчиков
20	Подсобное помещение буфета
21	Кладовая мебели
22	Склад объемных декораций

Продолжение таблицы 1.3

1	2
23	Склад реквизита
24	Гримерная
25	Сан. узел
26	Душевая
27	Коридор
28	Холл
29	Тамбур
30	Электрощитовая
31	Насосная
32	Индивидуальный тепловой пункт
33	Операторская
34	Приточная венткамера
36	Помещение хозяйственного инвентаря
37	Комната дежурного
38	Моечная буфета
39	Санузел для посетителей
40	Санузел для персонала буфета
41	Лестничная клетка №1
42	Лестничная клетка №2
43	Художественный руководитель
44	Холл
45	Методический кабинет
46	Студия звукозаписи
47	Выставочный зал
48	Репетиционный зал
49	Коридор
50	Санузел
51	Кабинет
52	Лестничная клетка №3

При определении потерь теплоты зданием следует учитывать основные и добавочные потери теплоты.

Основные потери теплоты определяем согласно [1, прил.9], суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции Q , Вт, с округлением до 10 Вт по формуле:

$$Q = A(t_p - t_{ext}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n/R, \quad (1.6)$$

где Q – теплопотери через ограждающие конструкции помещений, Вт;

A – расчетная площадь ограждающей конструкции, m^2 ;

R – сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции, $m^2 \times ^\circ C / \text{Вт}$;

t_p – расчетная температура воздуха в помещении, $^\circ C$;

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода при расчете потерь теплоты через наружные ограждения и температура воздуха более холодного помещения - при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения;

β – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь, определяемые в соответствии с [1, п. 2];

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по [2].

Добавочные потери теплоты принимаем:

- в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные стены, двери и окна, обращенные на север восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад – в размере 0,05;

- через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте здания H , м, в размере $0,27H$ -для двойных дверей с тамбуром между ними;

- через наружные ворота, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами в размере 3 при отсутствии тамбура.

Для определения теплопотерь угловых помещений воспользуемся таблицами из [2, с. 36].

Результаты расчета теплопотерь сводим в табл. 1.4

Таблица 1.4 – Потери тепла через ограждающие конструкции помещений

№ п/ п	Наименование помещения	Характеристика ограждений				Температура внутр. воздуха t _в , °C	Расчетная разность температу р (t _в -t _н), °C	n	Основные теплопотери Q _о , Вт	Добавочные теплопотери 1+Σβ	Q _о * *(1+Σβ) , Вт	Суммарные теплопотери, Вт
		Обозначение	Ориентация	Площадь F, м ²	Коэф-т теплопередачи к, Вт/ (м ² *°C)							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-ый этаж												
Фойе												
1	фойе	НС	В	61,5	0,48	20	59	1	1770	1,1	1610	
		ПЛ I зн.	-	24,3	0,43	20	59	1	630	1	630	
		ПЛ II зн.	-	24,3	0,22	20	59	1	320	1	320	
		ПЛ III зн.	-	24,3	0,11	20	59	1	160	1	160	
		ПЛ IV зн.	-	31,93	0,07	20	59	1	130	1	130	
		ОК	В	25	1,52	20	59	1	2280	1,1	2510	
		ПТ	-	105	0,58	20	59	0,9	3290	1	3290	
												8650
Зрительный зал												
2	зрительный зал	НС	3	72	0,48	20	59	1	2070	1,05	2170	
		ДВ	3	6	2,33	20	59	1	840	1,05	880	
		ПЛ I зн.	-	20	0,43	20	59	1	520	1	520	

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		ПЛ II зн.	-	20	0,22	20	59	1	260	1	260	
		ПЛ III зн.	-	20	0,11	20	59	1	130	1	130	
		ПЛ IV зн.	-	120	0,07	20	59	1	70	1	70	
		ПТ		240	0,58	20	59	0,9	7520	1	7520	
												11550
Буфет												
3	Буфет	НС	В	21,96	0,48	20	59	1	630	1,1	670	
		НС	С	36,72	0,48	20	59	1	1060	1,1	1160	
		ПЛ	-	60	-	20	59	1	1260	1	1260	
		ОК	С	8,67	1,52	20	59	1	790	1,1	870	
		ОК	В	4,69	1,52	20	59	1	430	1,1	470	
		ПТ	-	40	0,58	20	59	0,9	1250	1	1250	
												5710
Фойе буфета												
4	Фойе буфета	НС	В	21,6	0,48	20	59	1	620	1,1	680	
		НС	Ю	12,94	0,48	20	59	1	370	1	370	
		ОК	В	5,32	1,52	20	59	1	490	1,1	530	
		ПЛ	-	19,8	-	20	59	1	480	1	480	
		ДВ	Ю	3	1,85	20	59	1	330	3,1	1020	
		ПТ	-	17	0,58	20	59	0,9	530	1	530	
												3610
Касса												
5	касса	НС	В	6,12	0,48	20	59	1	180	1,1	190	
		ОК	В	2,37	1,52	20	59	1	220	1,1	240	

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		ПЛ I зн.	-	2,9	0,43	20	59	1	70	1	70	
		ПТ	-	2,9	0,58	20	59	0,9	90	1	90	
												590
Кассовый вестибюль												
6	Кассовый вестибюль	НС	В	21,6	0,48	20	59	1	620	1,1	680	
		НС	С	12,94	0,48	20	59	1	370	1,1	410	
		ОК	В	5,32	1,52	20	59	1	490	1,1	530	
		ПЛ	-	19,8	-	20	59	1	480	1	480	
		ДВ	С	3	1,85	20	59	1	330	3,1	1020	
		ПТ	-	19,8	0,58	20	59	0,9	620	1	620	
												3700
Вестибюль												
7	Вестибюль	ПЛ IV зн.	-	18	0,07	20	59	1	80	1	80	
		ПТ	-	18	0,58	20	59	0,9	560	1	560	
												640
Гардероб												
8	Гардероб	ПЛ IV зн.	-	18	0,07	20	59	1	80	1	80	
		ПТ	-	18	0,58	20	59	0,9	560	1	560	
												640
Репетиционный зал												
9	Репетиционн ый зал	НС	З	26,28	0,48	20	59	1	760	1,1	830	
		НС	Ю	26,28	0,48	20	59	1	760	1	760	

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		ОК	3	5,8	1,52	20	59	1	530	1,1	580	
		ОК	Ю	5,8	1,52	20	59	1	530	1	530	
		ПЛ	-	53,3	-	20	59	1	920	1	920	
												3620
Хоровая студия												
10	Хоровая студия	НС	Ю	19,44	0,48	20	59	1	560	1	560	
		ОК	Ю	5,8	1,52	20	59	1	530	1	530	
		ПЛ I зн.	-	10,8	0,43	20	59	1	280	1	280	
		ПЛ II зн.		10,8	0,22	20	59	1	140	1	140	
		ПЛ III зн.		5,4	0,11	20	59	1	10	1	10	
												1520
Студия хореографии												
11	Студия хореографии	НС	3	21,6	0,48	20	59	1	620	1,1	680	
		ОК	3	5,8	1,52	20	59	1	530	1,1	580	
		ПЛ I зн.	-	12	0,43	20	59	1	310	1	310	
		ПЛ II зн.	-	12	0,22	20	59	1	160	1	160	
		ПЛ III зн.	-	12	0,11	20	59	1	80	1	80	
		ПЛ IV зн.	-	34,2	0,07	20	59	1	140	1	140	
												1950
Костюмерная												
12	костюмерная	НС	Ю	19,44	0,48	20	59	1	560	1	560	

Продолжение таблицы 1.4

		ОК	Ю	5,8	1,52	20	59	1	530	1	530	
		ПЛ I зн.	-	10,8	0,43	20	59	1	280	1	280	
		ПЛ II зн.	-	10,8	0,22	20	59	1	140	1	140	
		ПЛ III зн.	-	5,4	0,11	20	59	1	10	1	10	
												1520
Санузел для инвалидов												
13	Санузел для инвалидов	ПЛ IV зн.	-	3,6	0,07	20	59	1	20	1	20	
												20
Кабинет директора												
14	Кабинет директора	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		ОК	Ю	2,9	1,52	20	59	1	220	1	220	
		ПЛ I зн.	-	5,4	0,43	20	59	1	140	1	140	
		ПЛ II зн.	-	5,4	0,22	20	59	1	70	1	70	
		ПЛ III зн.	-	2,7	0,11	20	59	1	5	1	5	
		ПТ	-	13,5	0,58	20	59	0,9	420	1	420	
												1180
Кабинет заместителя директора												
15	Кабинет заместителя директора	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		ОК	Ю	2,9	1,52	20	59	1	220	1	220	
		ПЛ I зн.	-	5,4	0,43	20	59	1	140	1	140	
		ПЛ II зн.	-	5,4	0,22	20	59	1	70	1	70	

Продолжение таблицы 1.4

		ПЛ III зн.	-	2,7	0,11	20	59	1	5	1	5	
		ПТ	-	13,5	0,58	20	59	0,9	420	1	420	
												1180
Кабинет дежурного администратора												
16	Кабинет дежурного администратора	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		ОК	Ю	2,9	1,52	20	59	1	220	1	220	
		ПЛ I зн.	-	5,4	0,43	20	59	1	140	1	140	
		ПЛ II зн.	-	5,4	0,22	20	59	1	70	1	70	
		ПЛ III зн.	-	2,7	0,11	20	59	1	5	1	5	
		ПТ	-	13,5	0,58	20	59	0,9	420	1	420	
												1180
Методический кабинет												
17	Методический кабинет	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		НС	В	18,72	0,48	20	59	1	540	1,1	590	
		ОК	Ю	2,9	1,52	20	59	1	220	1	220	
		ОК	В	2,9	1,52	20	59	1	220	1,1	240	
		ПЛ	-	14,79	-	20	59	1	420	1	420	
		ПТ	-	14,79	0,58	20	59	0,9	460			
												1620
Раздевалка для мальчиков												

Продолжение таблицы 1.4

18	Раздевалка	ПЛ IV зн.	-	20,6	0,07	20	59	1	90	1	90	
----	------------	-----------	---	------	------	----	----	---	----	---	----	--

	для мальчиков											
												90
Раздевалка для девочек												
19	Раздевалка для девочек	ПЛ IV зн.	-	20,6	0,07	20	59	1	90	1	90	
												90
Подсобное помещение буфета												
20	Подсобное помещение буфета	НС	С	11,88	0,48	20	59	1	340	1,1	370	
		ДВ	С	3	1,85	20	59	1	330	3,1	1020	
		ПЛ I зн.	-	6,8	0,43	20	59	1	180	1	180	
		ПЛ II зн.	-	6,8	0,22	20	59	1	90	1	90	
		ПЛ III зн.	-	6,8	0,11	20	59	1	50	1	50	
		ПЛ IV зн.	-	5,8	0,07	20	59	1	20	1	20	
		ПТ	-	26,2	0,58	20	59	0,9	820	1	820	
												2180
Кладовая мебели												
21	Кладовая мебели	ПЛ IV зн.	-	9,45	0,07	16	55	1	40	1	40	
												40
Склад объемных декораций												

Продолжение таблицы 1.4

22	Склад	НС	С	17,28	0,48	16	55	1	460	1,1	510	
----	-------	----	---	-------	------	----	----	---	-----	-----	-----	--

	объемных декораций											
		ОК	С	8,67	1,52	16	55	1	740	1,1	810	
		ПЛ I зн.	-	9,6	0,43	16	55	1	230	1	230	
		ПЛ II зн.	-	9,6	0,22	16	55	1	110	1	110	
		ПЛ III зн.	-	9,6	0,11	16	55	1	60	1	60	
												1720
Склад реквизита												
23	Склад реквизита	ПЛ IV зн.	-	9,45	0,07	16	55	1	40	1	40	
												40
Гримерная												
24	Гримерная	ПЛ IV зн.	-	7	0,07	20	59	1	30	1	30	
												30
Санузел												
25	Санузел	ПЛ IV зн.	-	7	0,07	20	59	1	30	1	30	
												30
Душевая												
26	Душевая	ПЛ IV зн.	-	7	0,07	20	59	1	30	1	30	
												30
Коридор												
27	Коридор	НС	С	17,28	0,48	16	55	1	460	1,1	510	
		ОК	С	8,67	1,52	16	55	1	740	1,1	810	
		ПЛ I зн.	-	9,6	0,43	16	55	1	230	1	230	

Продолжение таблицы 1.4

		ПЛ II зн.	-	4,8	0,22	16	55	1	60	1	60	
--	--	-----------	---	-----	------	----	----	---	----	---	----	--

												1610
Холл												
28	Холл	НС	Ю	9	0,48	20	59	1	260	1	260	
		ДВ	Ю	3	1,85	20	59	1	330	1	330	
		ПЛ I зн.	-	5	0,43	20	59	1	130	1	130	
		ПЛ II зн.	-	5	0,22	20	59	1	60	1	60	
		ПЛ III зн.	-	5	0,11	20	59	1	30	1	30	
												810
Электрощитовая и насосная												
30, 31	Электрощитовая и насосная	НС	С	11,88	0,48	16	55	1	320	1,1	350	
		ДВ	С	3	1,85	16	55	1	310	3,1	960	
		ПЛ I зн.	-	6,8	0,43	16	55	1	160	1	180	
		ПЛ II зн.	-	6,8	0,22	16	55	1	80	1	90	
		ПЛ III зн.	-	6,8	0,11	16	55	1	40	1	50	
		ПЛ IV зн.	-	5,8	0,07	16	55	1	30	1	20	
												1650
Помещение хозяйственного инвентаря												
36	Помещение хозяйственного инвентаря	НС	С	11,88	0,48	16	55	1	320	1,1	350	
		ДВ	С	3	1,85	16	55	1	310	3,1	960	

Продолжение таблицы 1.4

		ПЛ I зн.	-	6,8	0,43	16	55	1	160	1	180	
--	--	----------	---	-----	------	----	----	---	-----	---	-----	--

		ПЛ II зн.	-	6,8	0,22	16	55	1	80	1	90	
		ПЛ III зн.	-	6,8	0,11	16	55	1	40	1	50	
		ПЛ IV зн.	-	5,8	0,07	16	55	1	30	1	20	
												1650
Коридор												
27	Коридор	НС	С	6	0,48	16	55	1	160	1,1	170	
		ДВ	С	3	1,85	16	55	1	310	1	310	
		ПЛ I зн.	-	3,4	0,43	16	55	1	80	1	180	
		ПЛ II зн.	-	3,4	0,22	16	55	1	40	1	90	
		ПЛ III зн.	-	3,4	0,11	16	55	1	20	1	50	
		ПЛ IV зн.	-	2,6	0,07	16	55	1	10	1	20	
												820
Лестничная клетка												
41	Лестничная клетка	НС	Ю	20	0,48	20	59	1	560	1	560	
		ОК	Ю	11,6	1,52	20	59	1	880	1	880	
		ПЛ I зн.	-	10,8	0,43	20	59	1	280	1	280	
		ПЛ II зн.	-	10,8	0,22	20	59	1	140	1	140	
		ПЛ III зн.	-	5,4	0,11	20	59	1	10	1	10	
		ПТ	-	25	0,58	20	59	0,9	780	1	780	
												2650
Лестничная клетка												
42	Лестничная клетка	НС	3	46	0,48	20	59	1	1320	1,1	1450	

Продолжение таблицы 1.4

		НС	С	15	0,48	20	59	1	660	1,1	720	
--	--	----	---	----	------	----	----	---	-----	-----	-----	--

		ОК	3	5,8	1,52	20	59	1	530	1,1	580	
		ПЛ I зн.	-	12,8	0,43	20	59	1	330	1	330	
		ПЛ II зн.	-	6,4	0,22	20	59	1	170	1	170	
		ПТ	-	19,2	0,58	20	59	1	670	1	670	
												3920
2-ой этаж												
Кабинет художественного руководителя												
43	Кабинет художественного руководителя	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		ОК	Ю	2,9	1,52	20	59	1	220	1	220	
		ПТ	-	13,5	0,58	20	59	0,9	420	1	420	
												920
Холл												
44	Холл	НС	Ю	6,5	0,48	20	59	1	190	1	190	
		ОК	Ю	2,9	1,52	20	59	1	220	1	220	
		ПТ	-	9,6	0,58	20	59	0,9	330	1	330	
												740
Методический кабинет												
45	Методический кабинет	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		ОК	Ю	2,9	1,52	20	59	1	220	1	220	

Продолжение таблицы 1.4

		ПТ	-	13,5	0,58	20	59	0,9	420	1	420	
--	--	----	---	------	------	----	----	-----	-----	---	-----	--

												920
Студия звукозаписи												
46	Студия звукозаписи	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		НС	3	9,72	0,48	20	59	1	280	1,05	300	
		ОК	Ю	5,8	1,52	20	59	1	440	1	440	
		ОК	3	5,8	1,52	20	59	1	440	1,05	460	
		ПТ	-	27	0,58	20	59	0,9	840	1	840	
												2320
Выставочный зал												
47		НС	С	17,28	0,48	16	55	1	460	1,1	510	
		ОК	С	8,67	1,52	16	55	1	740	1,1	810	
		ПТ	-	52	0,58	20	59	0,9	1630	1	1630	
												2950
Репетиционный зал												
48	Репетиционный зал	НС	3	21,6	0,48	20	59	1	620	1,1	680	
		ОК	3	5,8	1,52	20	59	1	530	1,1	580	
		ПТ	-	67	0,58	20	59	0,9	2100	1	2100	
												3360
Коридор												
49		ПТ	-	50	0,58	20	59	0,9	1570	1	1570	
												1570
Санузел												

Продолжение таблицы 1.4

50	Санузел	НС	-	18	0,48	20	59	0,9	470	1	470	
----	---------	----	---	----	------	----	----	-----	-----	---	-----	--

		ПТ	-	5,5	0,58	20	59	0,9	170	1	170	
												640
Кабинет												
51	Кабинет	НС	Ю	9,72	0,48	20	59	1	280	1	280	
		ОК	Ю	5,8	1,52	20	59	1	440	1	440	
		ПТ	-	25	0,58	20	59	0,9	780	1	780	
												1500
Приточная венткамера												
	Приточная венткамера	НС	С	21,6	0,48	16	55	1	580	1,1	640	
		ОК	С	2,6	1,52	16	55	1	220	1,1	240	
		ПТ	-	24	0,58	16	55	0,9	700	1	700	
												1580
Операторская												
	Операторская	НС	С	21,6	0,48	16	55	1	580	1,1	640	
		ОК	С	2,6	1,52	16	55	1	220	1,1	240	
		ПТ	-	24	0,58	16	55	0,9	700	1	700	
												1580
Итого по зданию: 83950												

1.4.2 Расчет отопительных приборов системы отопления дома культуры

Теплогидравлические характеристики одной секции радиаторов приведены при температурном напоре теплоносителя $\Delta t = 70^\circ\text{C}$. Следовательно, необходимо сделать пересчет на данные параметры теплоносителя $75 / 55^\circ\text{C}$ по методике приведенной в паспорте отопительного прибора «Термал».

Радиаторы устанавливаются под окнами на расстоянии 30 мм от стены и 120 мм от пола. Высота прибора – 531 мм.

Расчет ведется по [2, гл. 9]:

Температурный напор определяется по следующей формуле:

$$\Delta t = \frac{T_1 + T_2}{2} - t_v, \quad (1.6)$$

где Δt – температурный напор, $^\circ\text{C}$;

$T_1 = 75^\circ\text{C}$ – температура воды в подающем трубопроводе;

$T_2 = 55^\circ\text{C}$ – температура воды в обратном трубопроводе;

t_v – температура воздуха в помещении; $t_v = 20^\circ\text{C}$.

$$\Delta t = \frac{75 + 55}{2} - 20 = 45^\circ\text{C}.$$

Температурный фактор прибора составляет:

$$f_1 = \left(\frac{\Delta t}{70} \right)^n, \quad (1.7)$$

где n – показатель степени данного прибора, характеризующий тепловой поток, равный 1,34.

$$f_1 = \left(\frac{45}{70} \right)^{1.34} = 0.55,$$

Фактор f_2 , зависящий от способа установки прибора; для открыто установленных приборов он равен 1.

Теплопередача одной секции при температуре теплоносителя 75 / 55 °С определяется по формуле:

$$Q_c = Q_{\text{ном}} \cdot f_1 \cdot f_2, \text{ Вт} \quad (1.7)$$

где Q_c - теплопередача одной секции, Вт;

$Q_{\text{ном}}$ – стандартная теплоотдача одной секции при температурном напоре 70 °С, равная 180 Вт.

$$Q_c = 180 \cdot 0,55 \cdot 1 = 99 \text{ Вт.}$$

Определение количества секций отопительных приборов следует вести исходя из условия:

$$Q_{\text{тп}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{тр}}, \quad (1.8)$$

где $Q_{\text{тп}}$ – теплопотери помещения, Вт;

$Q_{\text{пр}}$ – теплопередача прибора, Вт;

$Q_{\text{тр}}$ – теплоотдача трубопровода, Вт.

Тогда

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{тп}} - Q_{\text{тр}}, \quad (1.9)$$

Чтобы определить количество секций установленных приборов следует теплопередачу прибора разделить на теплоотдачу одной секции прибора. Для определения теплоотдачи трубопровода $Q_{\text{тр}}$ воспользуемся таблицей из [2, табл. 9.13]. Результаты расчета количества секций отопительных приборов по помещениям заносятся в таблицу 1.5

Таблица 1.5 - Количество секций отопительных приборов по помещениям

Наименование помещения.	Теплопотери. Вт.	Количество секций отопительных приборов.	Количество отопительных приборов.
1	2	3	4
Фойе	8650	86	6
Зрительный зал	11550	108	8
Буфет	5710	58	4
Фойе буфета	3610	34	2
касса	590	5	1

Кассовый вестибюль	3700	35	2
вестибюль	640	7	1
гардероб	640	7	1
Репетиционный зал	3620	34	2

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4
Хоровая студия	1520	14	1
Студия хореографии	1950	18	1
Костюмерная	1520	14	1
Кабинет директора	1180	10	1
Кабинет заместителя директора	1180	10	1
Кабинет дежурного администратора	1180	10	1
Методический кабинет	1620	14	1
Подсобное помещение буфета	2180	20	2
Склад объемных декораций	1720	16	1
Коридор	1610	14	1
Холл	810	8	1
Электрощитовая, насосная	1650	15	1
Помещение хоз.инвентаря	1650	15	1
Коридор	820	8	1
Лестничная клетка	2650	24	2
Лестничная клетка	3920	38	2
Кабинет худ.руководителя	920	10	1
Холл	740	8	1
Методический кабинет	920	10	1
Студия звукозаписи	2320	24	3
Репетиционный зал	3360	32	3
Выставочный зал	2950	28	3
Коридор	1570	14	1
Санузел	640	6	1
Кабинет	1500	14	2
Приточная камера	1580	14	2
Операторская	1580	14	2

1.4.3 Гидравлический расчет системы отопления

Цель гидравлического расчета системы отопления является подбор оптимальных диаметров трубопроводов, подводящих к каждому отопительному прибору необходимое количество теплоносителя под воздействием расчетного циркуляционного давления.

Система отопления проектируется двухтрубная с нижней разводкой с попутным движением теплоносителя.

Основное циркуляционное кольцо выбирается через наиболее нагруженный из удаленных стояков – через стояк №4. К основному циркуляционному кольцу подсоединяются горизонтальные ветви, для разводки по помещениям.

Расход теплоносителя в системе, ветви или стояке системы отопления определяется по формуле [2, 10.7]:

$$G = \frac{\sum Q \cdot 3.6}{c \cdot \Delta t}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}, \quad (1.10)$$

где G – расход теплоносителя, кг/ч;

$\sum Q$ – расчетный тепловой поток, Вт, обеспечиваемый теплоносителем системы ветви или стояка;

c – удельная теплоемкость воды, равная $4.2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

Δt – разность температур, $^\circ\text{C}$, теплоносителя на входе и выходе из системы ветви или стояка; в двухтрубной системе $\Delta t = \text{const} = 75 - 55 = 20 ^\circ\text{C}$;

В двухтрубной системе отопления расчетное циркуляционное давление определяется по формуле [2, 10.7]:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0.4 \Delta P_e, \quad (1.11)$$

где ΔP_p – расчетное циркуляционное давление, Па;

ΔP_n – давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе; Па;

ΔP_e – естественное циркуляционное давление, Па:

$$\Delta P_e = \Delta P_{e. пр} + \Delta P_{e. тр}, \quad (1.12)$$

где $\Delta P_{e. пр}$ – естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в приборе, Па;

$\Delta P_{e. тр}$ - естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в трубах, Па, так как система с нижней разводкой то величиной $\Delta P_{e. тр}$ пренебрегаем;

Естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в приборе, Па определяется по следующей формуле [2, 10.7]:

$$\Delta P_{e. пр} = \beta g h_1 (t_g - t_o), \quad (1.13)$$

где $\Delta P_{e. пр}$ - естественное циркуляционное давление, Па;

β - среднее приращение плотности при понижении температуры воды на 1 °С, равное 0.64 кг/(м³×°С);

g – ускорение свободного падения, равное 9.81 м/с²;

h_1 – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения в ветви или отопительном приборе на нижнем этаже и нагревания в системе, м;

t_g – температура воды в подающей магистрали, °С;

t_o – температура воды в обратной магистрали, °С.

При выборе диаметра труб в циркуляционном кольце исходят из принятого расхода воды и среднего ориентировочного значения удельной линейной потери давления R_{cp} , Па/м, определяемого по формуле [2, 10.9]:

$$R_{cp} = \frac{0.65 \cdot \Delta P_p}{\sum l}, \quad (1.14)$$

где R_{cp} – среднее ориентировочное значение удельной линейной потери давления, Па/м;

Σl – общая длина последовательно соединенных участков, составляющих основное циркуляционное кольцо, м;

Считается, что потери давления на трение составляют 65% ΔP_p .

Предварительно вычисляют расход воды на каждом участке. Потери давления на трение и местные сопротивления на участке определяют отдельно по следующей формуле:

$$\Delta P_{уч} = \left(\frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \right) \cdot l_{уч} + \sum \zeta_{уч} \frac{\rho \omega^2}{2} = R l_{уч} + Z, \quad (1.15)$$

где $\Delta P_{уч}$ - потери давления на трение и местные сопротивления

на участке, Па;

λ - коэффициент гидравлического трения, определяется по формуле Альтшуля:

$$\lambda = 0.11 \left(\frac{\kappa_{\text{э}}}{d} + \frac{64}{Re} \right)^{0.25}, \quad (1.16)$$

где ρ - плотность воды, кг/м³;

ω - скорость воды, м/с;

ζ - коэффициент местного сопротивления;

d_v – расчетный диаметр трубопровода, м;

$l_{уч}$ – длина расчетного участка, м;

$R_{l_{уч}}$ – удельные потери давления на трение, Па;

Z – потери давления на местные сопротивления, Па.

Зная величину R_{cp} и расход теплоносителя на участке, находим условный диаметр трубы и скорость движения воды. Уточняем величину R_p потерь давления на трение и умножая на длину участка получаем потери давления на трение на расчетном участке. Затем определяем на каждом участке сумму коэффициентов местных сопротивлений и рассчитываем потери давления в местных сопротивлениях. Суммарные потери давления на всех участках главного циркуляционного кольца $\Sigma(RL + Z)$ сравниваем с величиной

расчетного располагаемого давления в системе отопления. Расхождение между ними при тупиковом движении теплоносителя не должно превышать 15 %.

Расчет ответвлений производим аналогично по расчету главного циркуляционного кольца. Для увязки давления в ответвлениях устанавливаем автоматические балансировочные клапаны. Выбираем автоматические балансировочные клапаны типа ASV фирмы «Данфос». ASV обеспечивает оптимальное распределение теплоносителя по стоякам системы отопления и её нормальное функционирование. Выбор регулирующего клапана осуществляется по диаметру трубопровода.

Естественное циркуляционное давление, возникающее вследствие охлаждения теплоносителя в приборе составит

$$\Delta P_{\text{е. пр}} = 0.64 \cdot 9.81 \cdot (2) \cdot (75 - 55) = 315 \text{ Па} < 10\% \Delta P_p, \text{ пренебрегаем.}$$

Тогда давление создаваемое насосом составит [2, 10.6]:

$$\Delta P_n = \Delta P_p = 4000 \text{ Па.}$$

Перечень коэффициентов местных сопротивлений для главного циркуляционного кольца по [2, табл. II.12-II.16]:

Участок 1.	
- отвод 1 шт.	$\zeta = 0,8;$
- вентиль 1 шт.	$\zeta = 6,7;$
Участок 2.	
- тройник на проход 1 шт.	$\zeta = 1,0;$
Участок 3.	
- тройник на проход 1 шт.	$\zeta = 1,0;$
Участок 4.	
- тройник на проход 1 шт.	$\zeta = 2,5;$
Участок 5.	
- тройник на проход 1 шт.	$\zeta = 1,0;$
Участок 6.	
- тройник на проход 1 шт.	$\zeta = 2,5;$
- сужение	$\zeta = 0,2;$

Участок 7.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 8.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$

Участок 9.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 3,5;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 10.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$
- отвод 1 шт. $\zeta = 0,8;$

Участок 11.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 3;$

Участок 12.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 13.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 14.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 15.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$

Участок 16.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,4;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 17.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 18.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$

Участок 19.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 20.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 21.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$

Участок 22.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 23.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,4;$
- расширение $\zeta = 0,2;$

Участок 24.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$

Участок 25.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 26.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$

Участок 27.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 28.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 29.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 30.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 3,5;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 31.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$

Участок 32.
- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 33.

- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 34.

- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 2,5;$
- сужение $\zeta = 0,2;$

Участок 35.

- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 36.

- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 37.

- тройник на проход 1 шт. $\zeta = 1,0;$

Участок 38.

- отвод 1 шт. $\zeta = 0,8;$
- вентиль 1 шт. $\zeta = 6,7;$

Коэффициенты местных сопротивлений остальных участков системы отопления определены аналогично.

Гидравлический расчет системы отопления сведен в таблицу 1.6

Таблица 1.6 - Гидравлический расчёт системы отопления

№ уч.	Q рад. Вт	G, кг/ч	L, м	Dy, мм	W, м/с	R, Па/м	RxL, Па	$\Sigma \zeta$	Z, Па	RL+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Главное циркуляционное кольцо										
1	83950	3715	2	76	0,2	12,6	25,2	7,5	160	185,2
2	80030	3547	3	76	0,185	11,7	35,1	1	17,2	52,3
3	76870	3413	2	76	0,18	10,8	21,6	1	16,2	37,8
4	75220	3343	4	76	0,18	10,3	41,2	2,5	48,7	89,9
5	73570	3273	2	76	0,175	10,1	20,2	1	15,3	35,5
6	72750	3238	2	76	0,175	9,9	19,8	2,7	46	65,8
7	61250	2746	7	57	0,215	36	252	1	23	275
8	52600	2374	16	57	0,185	28,8	460,8	2,5	51,5	512,3
9	50460	1519	2	57	0,12	17,1	34,2	3,7	28,9	63,1
10	28629	1217	14	57	0,12	8,1	113,4	1,8	14,4	127,8
11	17079	722	2	32	0,205	19,8	39,6	3	63	92,6
12	15469	662	4	32	0,19	16,2	64,8	1	18,1	82,9
13	14609	625,5	2	32	0,18	14,4	28,8	1	16,2	35
14	13749	589	4	32	0,165	13,5	54	1,2	13,6	67,6
15	7879	337	4	25	0,165	18,9	75,6	2,5	40,9	116,5
16	4519	193	4	25	0,12	6,8	27,2	1,6	14,4	41,6
17	3536	151	3	25	0,12	4,05	12,2	1	7,2	19,4
18	2553	109	3	25	0,12	1,71	5,1	2,5	21,6	26,7
19	1570	67	6	25	0,12	0,86	5,2	1	7,2	12,4
20	1570	67	6	25	0,12	0,86	5,2	1	7,2	12,4
21	2553	109	3	25	0,12	1,71	5,1	2,5	21,6	26,7
22	3536	151	3	25	0,12	4,05	12,2	1	7,2	19,4
23	4519	193	4	25	0,12	6,8	27,2	1,6	14,4	41,6
24	7879	337	4	25	0,165	18,9	75,6	2,5	40,9	116,5
25	13749	589	4	32	0,165	13,5	54	1,2	13,6	67,6
26	14609	625,5	2	32	0,18	14,4	28,8	1	16,2	35
27	15469	662	4	32	0,19	16,2	64,8	1	18,1	82,9
28	17079	722	2	32	0,205	19,8	39,6	3	63	92,6
29	28629	1217	14	57	0,12	8,1	113,4	1,8	14,4	127,8
30	50460	1519	2	57	0,12	17,1	34,2	3,7	28,9	63,1
31	52600	2374	16	57	0,185	28,8	460,8	2,5	51,5	512,3
32	61250	2746	7	57	0,215	36	252	1	23	275
33	72750	3238	2	76	0,175	9,9	19,8	2,7	46	65,8

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
34	73570	3273	2	76	0,175	10,1	20,2	1	15,3	35,5
35	75220	3343	4	76	0,18	10,3	41,2	2,5	48,7	89,9
36	76870	3413	2	76	0,18	10,8	21,6	1	16,2	37,8
37	80030	3547	3	76	0,185	11,7	35,1	1	17,2	52,3
38	83950	3715	2	76	0,2	12,6	25,2	7,5	160	185,2
										Σ3878,8
Невязка (4000-3878,8)/4000=3%<15%.										
Горизонтальная ветвь №1										
39	3920	168	4	20	0,135	17	68	2	18,3	86,3
40	1960	84	6	20	0,12	16	96	1,5	15,5	121,5
41	1960	84	6	20	0,12	16	96	1,5	15,5	121,5
42	3920	168	4	20	0,135	17	68	2	18,3	86,3
										Σ415,6
Невязка (4000-420)/4000=89%>15%.										
Устанавливаем балансировочный клапан ASV-M 25+ASV-PV 25.										
Горизонтальная ветвь №2										
43	11500	492	1	38	0,14	5	5	3	29,5	34,5
44	10410	445,5	3	38	0,125	4	12	1	7,8	19,8
45	9320	399	4	32	0,125	7	28	1,5	15,7	33,7
46	8178	350	4	32	0,12	5,5	22	1	7,2	29,2
47	7036	301	4	32	0,115	4	16	1,5	13,3	29,3
48	5894	252	6	32	0,11	3	18	1	6,1	24,1
49	4752	203	4	25	0,12	8,5	34	1	7,2	41,2
50	3610	154	4	25	0,12	5	20	2	14,4	34,4
51	1805	77	3	25	0,11	1,2	3,6	1,5	12,1	15,7
52	1805	77	3	25	0,11	1,2	3,6	1,5	12,1	15,7
53	3610	154	4	25	0,12	5	20	2	14,4	34,4
54	4752	203	4	25	0,12	8,5	34	1	7,2	41,2
55	5894	252	6	32	0,11	3	18	1	6,1	24,1
56	7036	301	4	32	0,115	4	16	1,5	13,3	29,3
57	8178	350	4	32	0,12	5,5	22	1	7,2	29,2
58	9320	399	4	32	0,125	7	28	1,5	15,7	33,7
59	10410	445,5	3	38	0,125	4	12	1	7,8	19,8
60	11500	492	1	38	0,14	5	5	3	29,5	34,5
										Σ523,8
Невязка (4000-520)/4000=87%>15%.										
Устанавливаем балансировочный клапан ASV-M 25+ASV-PV 25.										
Горизонтальная ветвь №3										
61	8650	372	16	32	0,125	6	96	2,5	23,5	119,5
62	7208	310	2	32	0,12	4,5	9	3	21,6	30,6

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
63	5766	248	2	32	0,14	2,8	5,6	2	19,6	25,2
64	4324	186	2	25	0,125	6	12	1	7,8	19,8
65	2882	124	2	25	0,12	2,6	5,2	1	7,2	12,4
66	1440	62	2	25	0,11	0,85	1,7	1,5	12,1	13,8
67	1440	62	2	25	0,11	0,85	1,7	1,5	12,1	13,8
68	2882	124	2	25	0,12	2,6	5,2	1	7,2	12,4
69	4324	186	2	25	0,125	6	12	1	7,8	19,8
70	5766	248	2	32	0,14	2,8	5,6	2	19,6	25,2
71	7208	310	2	32	0,12	4,5	9	3	21,6	30,6
72	8650	372	16	32	0,125	6	96	2,5	23,5	119,5
Σ442,6										
Невязка (4000-440)/4000=88%>15%. Устанавливаем балансировочный клапан ASV-M 25+ASV-PV 25.										
Горизонтальная ветвь №4										
73	20840	855	12	45	0,13	4	48	3	25,4	73,4
74	11390	451	3	38	0,14	4	12	1,5	19,6	31,6
75	10580	417	3	38	0,125	3,6	10,8	2	15,7	26,5
76	8620	360,5	2	38	0,125	2,6	5,2	1,5	14	19,2
77	6660	304	3	38	0,12	2	6	1	7,2	13,2
78	5140	239	4	32	0,115	2,8	11,2	2,5	19,9	31,1
79	4380	197,5	3	32	0,11	1,8	5,4	1,5	12,1	17,5
80	3620	156	4	25	0,12	2,6	10,4	2	14,4	24,8
81	2410	104	3	25	0,12	1,8	5,4	1	7,2	12,6
82	1200	52	3	25	0,11	0,6	1,8	1,5	12,1	13,9
83	1200	52	3	25	0,11	0,6	1,8	1,5	12,1	13,9
84	2410	104	3	25	0,12	1,8	5,4	1	7,2	12,6
85	3620	156	4	25	0,12	2,6	10,4	2	14,4	24,8
86	4380	197,5	3	38	0,11	1,8	5,4	1,5	12,1	17,5
87	5140	239	4	38	0,115	2,8	11,2	2,5	19,9	31,1
88	6660	304	3	38	0,12	2	6	1	7,2	13,2
89	8620	360	2	38	0,125	2,6	5,2	1,5	14	19,2
90	10580	417	3	38	0,125	3,6	10,8	2	15,7	26,5
91	11390	451	3	38	0,14	4	12	1,5	19,6	31,6
92	20840	855	12	45	0,13	4	48	3	25,4	73,4
Σ527,6										
Невязка (4000-430)/4000=86%>15%. Устанавливаем балансировочный клапан ASV-M 25+ASV-PV 25.										
Горизонтальная ветвь №5										
93	9450	404	2	32	0,14	7	14	3,5	39,3	53,3

94	8270	354	3	32	0,125	5,5	16,5	2,5	23,5	40
----	------	-----	---	----	-------	-----	------	-----	------	----

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
95	7090	304	3	32	0,125	4	14	2	15,7	29,7
96	5910	254	3	32	0,12	3	9	1	7,2	16,2
97	5100	219	4	32	0,115	2,2	8,8	1	6,6	15,4
98	4290	184	3	32	0,11	1,5	4,5	2	12,1	16,7
99	3700	159	2	25	0,12	5,5	11	1,5	14,4	25,4
100	2460	106	2	25	0,12	1,8	3,6	1	7,2	10,8
101	1230	53	2	25	0,11	0,6	1,2	1,5	12,1	13,3
102	1230	53	2	25	0,11	0,6	1,2	1,5	12,1	13,3
103	2460	106	2	25	0,12	1,8	3,6	1	7,2	10,8
104	3700	159	2	25	0,12	5,5	11	1,5	14,4	25,4
105	4290	184	3	32	0,11	1,5	4,5	2	12,1	16,7
106	5100	219	4	32	0,115	2,2	8,8	1	6,6	15,4
107	5910	254	3	32	0,12	3	9	1	7,2	16,2
108	7090	304	3	32	0,125	4	14	2	15,7	29,7
109	8270	354	3	32	0,125	5,5	16,5	2,5	23,5	40
110	9450	404	2	32	0,14	7	14	3,5	39,3	53,3

Σ441,6

Невязка (4000-440)/4000=88%>15%.

Устанавливаем балансировочный клапан ASV-M 25+ASV-PV 25.

Горизонтальная ветвь №6

111	11550	495	7	32	0,14	10	70	3	29,5	99,5
112	7700	330	3	32	0,11	5	15	2,5	18,2	33,2
113	3850	165	3	25	0,11	6	18	1,5	12,1	30,1
114	3850	165	3	25	0,11	6	18	1,5	12,1	30,1
115	7700	330	3	32	0,11	5	15	2,5	18,2	33,2
116	11550	495	7	32	0,14	10	70	3	29,5	99,5

Σ325,6

Невязка (4000-330)/4000=91%>15%.

Устанавливаем балансировочный клапан ASV-M 25+ASV-PV 25.

1.6 Конструирование и расчет систем вентиляции дома культуры

1.6.1 Общие положения конструирования системы вентиляции дома культуры

Согласно [2] в зданиях клубов проектируется приточно-вытяжными системами вентиляции, самостоятельными для помещений зрительной и клубной части с обслуживающими и административными помещениями.

Для зрительного зала проектируется приточная вентиляция с механическим побуждением. Вытяжная вентиляция из зрительного зала предусматривается естественная.

В клубной части устраивается вентиляция:

- искусственная приточная во всех комнатах для занятий кружков, гостиных, выставочных залах, помещениях детского сектора и вестибюле;
- естественная вытяжная для всех помещений;
- искусственная для уборных и душевых.

1.6.2 Расчет требуемого воздухообмена зрительного зала

Для вентиляции используются допустимые значения параметров внутреннего воздуха. Они принимаются в зависимости от назначения помещения и расчетного периода года в соответствии с [1, п.2.1] по данным [1, прил. 1].

В теплый период года температура притока $t_{п}^T = t_{н}^{T(л)}$, $t_{п}^T = 21,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{рз} = t_{п}^T + 3^{\circ}\text{C} = 24,8\text{ }^{\circ}\text{C}$

В холодный и переходный периоды : $t_{п} = t_{рз} - \Delta t$, $^{\circ}\text{C}$,

где $t_{рз}$ принимается по [1, прил. 1], $t_{рз} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Так как высота помещения более 4 метров, принимаем Δt равным 5°C .

$t_{п}^{хп} = 20 - 5 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения, определяется по формуле:

$$t_{уд} = t_{pz} + \text{grad } t(H-h_{pz}),$$

где: $t_{уд}$ - температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения, °C;

t_{pz} - температура воздуха в рабочей зоне, °C;

$\text{grad } t$ – превышение температуры на 1 м высоты выше рабочей зоны, °C/м;

H - высота помещения, м; $H=7,35$ м;

h_{pz} - высота рабочей зоны, м; $h_{pz}=2$ м;

$\text{grad } t$ – превышение температуры на 1 м высоты выше рабочей зоны, °C/м;

H - высота помещения, м; $H=7,35$ м;

h_{pz} - высота рабочей зоны, м; $h_{pz}=2$ м;

$\text{grad } t$ выбирает из таблицы [3, VII.2] в зависимости от района строительства.

с.Проскоково (Кемеровская область)

$$\text{grad } t^T = 0,5 \text{ °C/м}$$

$$\text{grad } t^{хп} = 0,1 \text{ °C/м}$$

$$t_{уд}^T = 24,8 + 0,5 \cdot (7,35 - 2) = 27,38 \text{ °C}$$

$$t_{уд}^{хп} = 20 + 0,1 \cdot (7,35 - 2) = 20,54 \text{ °C}$$

Результаты сводим в таблицу 1.7

Таблица 1.7 - Расчетные параметры внутреннего воздуха

Наименование	Период года	Допустимые параметры			$t_n, \text{ °C}$	$t_{уд}, \text{ °C}$
		$t_{pz}, \text{ °C}$	$\varphi_{pz}, \%$	$\vartheta, \text{ м/с}$		
Зрительный зал	Т	24,8	65	0,5	21,8	27,4
	П	20	65	0,2	15	20,5
	Х	20	65	0,2	15	20,5

В общественных зданиях, связанных с пребыванием людей, к вредностям относятся: избыточное тепло и влага, углекислый газ, выделяемый людьми, а так же тепло от освещения и солнечной радиации.

Учитываем, что в помещении находятся 200 человек: 130 мужчин и 70 женщин – они находятся в покое. В расчете учитываем полное тепловыделение от людей и определяем полное тепlopоступление по формуле:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{м}} \cdot n_{\text{м}} + q_{\text{ж}} \cdot n_{\text{ж}}, \quad (1.15)$$

где: $Q_{\text{л}}$ – полное тепlopоступление, Вт;

$q_{\text{м}}$, $q_{\text{ж}}$ – полное тепловыделение мужчин и женщин, Вт/чел;

$n_{\text{м}}$, $n_{\text{ж}}$ – число мужчин и женщин в помещении.

Полное тепловыделение $Q_{\text{л}}^{\text{T}}$ определим по таблице [5, 2.24].

Теплый период:

$t_{\text{рз}}^{\text{T}} = 24,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $q = 145 \text{ Вт/чел}$;

$Q_{\text{л}}^{\text{T}} = 145 \cdot 130 + 70 \cdot 145 \cdot 0,85 = 27473 \text{ Вт}$

Холодный период:

$t_{\text{рз}}^{\text{хп}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $q = 151 \text{ Вт/чел}$;

$Q_{\text{л}}^{\text{хп}} = 151 \cdot 130 + 70 \cdot 151 \cdot 0,85 = 28615 \text{ Вт}$

Тепlopоступления от источников солнечного освещения определяем по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (1.16)$$

где: $Q_{\text{осв}}$ – тепlopоступление от источников солнечного освещения, Вт;

E - удельная освещенность, лк, принимаем по [6, таблице 2.3]

F - площадь освещенной поверхности, м^2 ;

$q_{\text{осв}}$ - удельные выделения тепла от освещения, $\text{Вт}/(\text{м}^2/\text{лк})$, определяется по [6, табл. 2.4];

$\eta_{\text{осв}}$ - коэффициент использования теплоты для освещения, принимаем по [6]

$E = 200 \text{ лк}$; $F = 247 \text{ м}^2$; $q_{\text{осв}} = 0,55$; $\eta_{\text{осв}} = 1$

$$Q_{ocb}=300*247*0,55*1=4402 \text{ Вт}$$

Общее теплоступление определяем по формуле:

$$Q_n = Q_l + Q_{ocb} + Q_{cp}, \quad (1.17)$$

В летний период:

$$Q_n^T=27478+11729=39207 \text{ Вт};$$

В переходный период:

$$Q_n^П=28614+4402+0,5*11729=38881 \text{ Вт};$$

В зимний период:

$$Q_n^X=28614+4402+0=33016 \text{ Вт};$$

Поступление влаги от людей, определяется по формуле:

$$W_{вл} = n_l \cdot w_{вл}, \quad (1.18)$$

где: $W_{вл}$ – поступление влаги от людей, г/ч;

n_l – количество людей, выполняющих работу данной тяжести;

$w_{вл}$ – удельное влаговыделение одного человека,

принимая по таблице [5, 2.24]

Для теплого периода года, $t_{p.з.}=24,8^\circ\text{C}$

$$w_{вл}=115 \text{ г/ч*чел}$$

$$W_{вл}^T = 130*115+70*115*0,85=21792,5 \text{ г/ч}$$

Для холодного и переходного периодов года, $t_{p.з.}=20^\circ\text{C}$

$$w_{вл}=75 \text{ г/ч*чел}$$

$$W_{вл}^T = 130*75+70*75*0,85=14212,5 \text{ г/ч}$$

Количество CO_2 , содержащееся в выдыхаемом человеком воздухе, зависит от интенсивности труда и определяется по формуле:

$$M_{\text{CO}_2} = n_l \cdot m_{\text{CO}_2},$$

где M_{CO_2} - интенсивность труда, г/ч;

n_l – количество людей, находящихся в помещении, чел;

m_{CO_2} – удельное выделение CO_2 одним человеком,

определяется по [3, табл. VII.1]

Взрослый человек в покое выделяет $m_{\text{CO}_2}=25 \text{ г/ч*чел}$. Тогда

$$M_{CO_2}=130*25+0,85*70*25=4737,5 \text{ г/ч}$$

Разность теплопоступлений и потерь тепла определяет избытки или недостатки тепла в помещении. В проекте мы условно принимаем, что система отопления полностью компенсирует потери тепла, которые будут иметь место в помещении. Поступление вредностей учитывается для трех периодов года: холодного, переходного и теплого.

Результаты расчета всех видов вредностей сводим в табл. 1.8

Таблица 1.8 - Количество выделяющихся вредностей

Наименование помещения	Период года	Избытки тепла, $\Delta Q_{п}$, Вт	Избытки влаги, $W_{вл}$, г/ч	Количество CO_2 , M_{CO_2} , г/ч
Зрительный зал	Т	39207	21793	4738
	П	38881	14213	4738
	Х	33016	14213	4738

Вентиляционные системы здания и их производительность выбирают в результате расчета воздухообмена. Последовательность расчета требуемого воздухообмена следующая:

- задаются параметры приточного и удаляемого воздуха
- определяют требуемый воздухообмен для заданного периода по вредным выделениям, людям и минимальной кратности.
- выбирается максимальный воздухообмен из всех расчетов по разным факторам.

Воздухообмен по нормативной кратности определяется по формуле:

$$L = K_{pmin} \cdot V_p, \quad (1.19)$$

где L – воздухообмен по нормативной кратности, $m^3/ч$;

K_{pmin} – минимальная кратность воздухообмена, $1/ч$;

V_p – расчетный бъем помещения, m^3 .

По [2, табл. 7.7] $K_{pmin} = 1 \text{ } 1/ч$

$V_p = F_n * 6$;

$V_p = 247 * 6 = 1729 \text{ } m^3$;

$$L=1729*1=1729 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Воздухообмен по людям определяется по формуле:

$$L = n_{\text{л}} \cdot l_{\text{л}}, \quad (1.20)$$

где L – воздухообмен по людям, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$l_{\text{л}}$ – воздухообмен на одного человека, $\text{м}^3/\text{ч} \cdot \text{чел}$;

$n_{\text{л}}$ – количество людей в помещении.

По [1, прил.17] определяем, что для аудитории, где люди находятся более 3 часов непрерывно, $l_{\text{л}} = 60 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{чел}$.

$$L = 200 \cdot 60 = 12000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Воздухообмен по углекислому газу определяется по формуле:

$$L = \frac{M_{\text{CO}_2}}{Y_{\text{пдк}} - Y_{\text{п}}}, \quad (1.21)$$

где L – воздухообмен по углекислому газу, $\text{м}^3/\text{ч}$;

M_{CO_2} – количество выделяющегося CO_2 , л/ч, принимаем по табл. 1.8 данной ВКР.

$Y_{\text{пдк}}$ – предельно-допустимая концентрация CO_2 в воздухе, $\text{г}/\text{м}^3$, при долговременном пребывании $Y_{\text{пдк}} = 3,45 \text{ г}/\text{м}^3$;

$Y_{\text{п}}$ – содержание газа в приточном воздухе, $\text{г}/\text{м}^3$, $Y_{\text{п}} = 0,5 \text{ г}/\text{м}^3$

$$M_{\text{CO}_2} = 4738 \text{ г}/\text{ч}$$

$$L = 4738 / (3,45 - 0,5) = 6317,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

В помещениях с тепло- и влаговыведениями воздухообмен определяется по Id-диаграмме. Расчет воздухообменов в помещениях сводится к построению процессов изменения параметров воздуха в помещении.

Воздухообмен по избыткам тепла и влаги теплый период года

Воздухообмен по избыткам тепла:

$$L_{\Pi} = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{\Pi}}{\rho(I_{уд} - I_{\Pi})}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.22)$$

Воздухообмен по избыткам влаги:

$$L_{\Pi} = \frac{W_{в/л}}{\rho(d_{уд} - d_{\Pi})}, \quad (1.23)$$

где L_{Π} – воздухообмен по избыткам влаги, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$I_{уд}, I_{\Pi}$ – соответственно энтальпии удаляемого и приточного воздуха, кДж/кг ;

$d_{уд}, d_{\Pi}$ – соответственно влагосодержание удаляемого и приточного воздуха, г/кг ;

$I_{уд}=56,5 \text{ кДж/кг}$;

$I_{\Pi}=49 \text{ кДж/кг}$;

$d_{уд}=12,1 \text{ г/кг}$;

$d_{\Pi}=11 \text{ г/кг}$;

По избыткам тепла:

$L_{\Pi}=3,6 \cdot 39207 / (1,2 \cdot (56,5 - 49)) = 15683 \text{ м}^3/\text{ч}$

По избыткам влаги:

$L_{\Pi}=21793 / (1,2 \cdot (12,1 - 11)) = 16509 \text{ м}^3/\text{ч}$

В расчет идет больший воздухообмен по избыткам влаги

$L_{\Pi}=16509 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Воздухообмен по избыткам тепла и влаги в переходный период года

В переходный период предусмотрена рециркуляция воздуха.

При одновременном выделении теплоты и влаги воздухообмен определяется с помощью I-d диаграммы:

По параметрам наружного воздуха ($t_H=8^\circ\text{C}$, $I_H=22,5 \text{ кДж/кг.св}$) строим точку Н (рисунок 1.4).

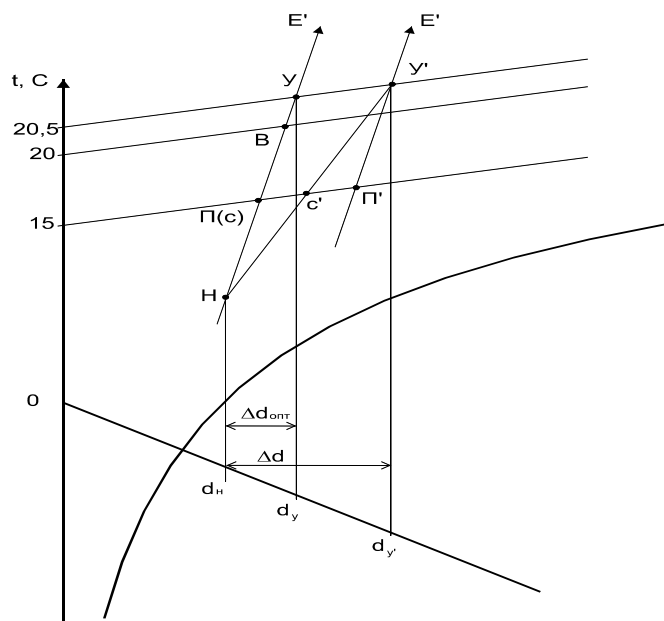


Рисунок 1.4 – Переходный период

Для построения точки У находим расчетное приращение влагосодержания воздуха:

$$\Delta d_{HY} = \frac{W_{\text{вл}}}{\rho \cdot L_{H \min}} = d_{YД} - d_H \quad (1.24)$$

$$W_{\text{вл}} = 14213 \text{ г/ч}$$

$$L_{H \min} = L_H \text{ (по людям)}$$

$$L_{H \text{ кр min}} = K_{P \min} \cdot V_P$$

$$L_{H \text{ кр min}} = 1729 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{H \min} = 12000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\Delta d_{HY} = 14213 / (1,2 \cdot 12000) = 0,9 \text{ г/кг.св.}$$

$$d_{YД} = d_H + \Delta d_{HY} = 5,5 + 0,9 = 6,4 \text{ г/кг.св.}$$

Точка У находится на пересечении отрезка $\Delta d_{YД} = \text{const}$ и отрезка $t_{YД} = \text{const}$.

Соединяем точки Н и У. На этой линии расположена точка смеси С. Определяем ее месторасположение. Для этого строим луч процесса:

$$E = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{\text{пл}}}{W_{\text{вл}}} = \frac{3,6 \cdot 38881}{14,2} = 9848, \text{ кДж/кг. вл.}$$

Проводим луч процесса через точку У, получаем на пересечении с изотермами точки В и П. Из точки П по линии $d=\text{const}$ опускаемся до пересечения с линией НУ, получаем точку С. количество рециркулирующего воздуха, G_p , определяем:

$$G_{n \min} = L_{n \min} \cdot 1.2 = 14400 \text{ кг/час}$$

$$G_p = (4.6/2 - 1) \cdot G_{n \min} = 1.3 \cdot 14400 = 18720 \text{ кг/час}$$

$$L_n = G_n / \rho = 15600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Воздухообмен по избыткам тепла и влаги в зимний период года.

В зимний период также предусмотрена рециркуляция воздуха.

По параметрам наружного воздуха ($t_H = -39^\circ\text{C}$, $I_H = -38,9 \text{ кДж/кг св}$) строим точку Н (рисунок 1.5)

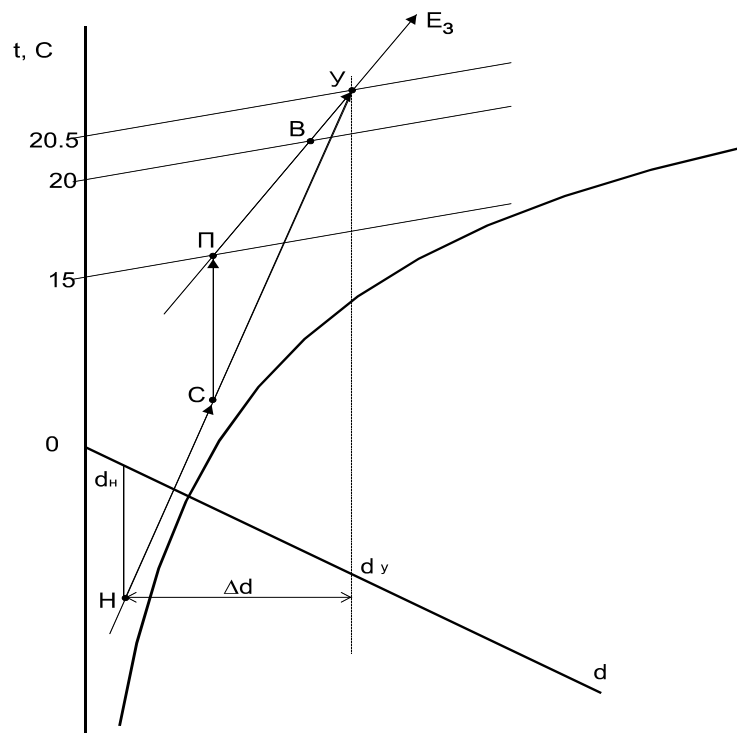


Рисунок 1.5 – Холодный период

Для построения точки У находим расчетное приращение влагосодержания воздуха:

$$\Delta d_{HY} = \frac{W_{вл}}{\rho \cdot L_{H \min}} = d_{YД} - d_H$$

$$W_{ВЛ} = 14213 \text{ г/ч}$$

$$L_{Hmin}=L_H \text{ (по людям)}$$

$$L_{Hmin}=12000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\Delta d_{HY}=14213/1,2*12000=0,9 \text{ г/кг.св.}$$

$$d_{yD}=d_H+\Delta d_{HY}=0,2+0,9=1,1 \text{ г/кг.св.}$$

Проводим изотермы $t_{yD}=20,54 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_B=t_{p.3.}=20 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_H=15 \text{ }^\circ\text{C}$,

Точка У находится на пересечении отрезка $\Delta d_{yD}=\text{const}$ и отрезка $t_{yD}=\text{const}$.

Объединяем точки Н и У. На этой линии расположена точка смеси С. Определяем ее месторасположение. Для этого строим луч процесса:

$$E = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{II}}{W_{BII}} = \frac{3,6 \cdot 33016}{14,213} = 8363, \text{ кДж/кг}_{\text{вл}}$$

Проводим луч процесса через точку У, получаем на пересечении с изотермами точки В и П. Из точки П по линии $d=\text{const}$ опускаемся до пересечения с линией НУ, получаем точку С. количество рециркулирующего воздуха, G_P , определяем:

$$G_{n \min}=L_{n \min} * 1,2=14400 \text{ кг/час}$$

$$G_P = \left(\frac{l_{HY}}{l_{CV}} - 1 \right) \cdot G_{H \min} = \left(\frac{20,7}{14} - 1 \right) \cdot 14400 = 6891 \text{ кг/час}$$

$$G_H=G_P+G_{n \min}=14400+6891=21291 \text{ кг/час}$$

$$L_n=G_n/\rho=17743 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Результат расчета воздухообменов сводим в таблицу 1.9

Таблица 1.9 - Результат расчета воздухообменов в зрительном зале

Период года	Воздухообмен L_H по факторам, $\text{м}^3/\text{ч}$				Максимальный воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$
	По минимальной кратности	По CO_2	Нормируемый по людям	По Id-диаграмме	
Т	1729	6317	12000	16509	16509
П	1729	6317	12000	15600	15600
Х	1729	6317	12000	17743	17743

1.6.3 Расчет воздухообмена по нормативной кратности

Для остальных помещений воздухообмен рассчитывается по нормативной кратности в зависимости от назначения помещения. Результаты расчета сводим в таблицу 1.10

Таблица 1.10- Расчет воздухообмена здания дома культуры

№	Наименование помещения	VP, м ³	Кратность, 1/ч		Ln, м ³ /ч		Прим.
			приток	вытяжка	приток	вытяжка	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Зрительный зал	2035	8,5	8,5	17743	17743	

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Фойе	530	-	2	1060	-	
3	Буфет	220	1	1	220	220	
4	Санузел	-	-	-	-	400	
5	Студия хореографии	235	2	2	470	470	
6	Репетиционный зал	154	2	2	308	308	
8	Хоровая студия	98	2	2	196	196	
9	Склад объемных декораций	108	-	1	-	108	
10	Студия хореографии	235	2	2	470	470	

1.6.4 Расчет воздухораспределения

Для зрительного зала принимаем схему воздухообмена снизу-вверх, т.к. имеются избытки тепла и влаги.

Выбираем схему воздухораспределения по [7, рис. 5.1], т.к. $H_{\text{П}} > 4\text{м}$, то мы принимаем IV схему [7, рис. 5.1].

Подача воздуха осуществляется плафонами типа ВДШ.

Для нахождения необходимого количества воздухораспределителей Z площадь пола обслуживаемого помещения F делится на площади строительных модулей $F_{\text{н}}$. $z = F/F_{\text{н}}$.

Определяем количество воздуха, приходящееся на один воздухораспределитель,

$$L_0 = L_{\text{СУМ}}/Z; \quad (1.25)$$

,где $L_{\text{СУМ}}$ – общее количество приточного воздуха, подаваемого через плафоны.

$$L_0 = 17743/10 = 1774 \text{ м}^3/\text{ч}$$

На основании полученной подачи L_0 по табл. 5.17[7] выбираем тип и типоразмер воздухораспределителя (ВДШ-4).

1.6.5 Аэродинамический расчет системы вентиляции дома культуры

Аэродинамический расчет системы вентиляции проводят с целью определения размеров поперечного сечения участков сети. В системах с механическим побуждением движения воздуха потери давления определяют выбор вентилятора. В этом случае подбор размеров поперечного сечения воздуховодов проводят по допустимым скоростям движения воздуха.

Потери давления ΔP , Па, на участке воздуховода длиной l определяют по формуле:

$$\Delta P = R \times \beta \times l + Z, \quad (1.26)$$

где R – удельные потери давления на 1 м воздуховода, Па, определяются по [4, табл.12.17];

β -коэффициент, учитывающий фактическую шероховатость стенок воздуховода, определяем по [4, табл. 12.14]

Z -потери давления в местных сопротивлениях, Па, определяем по формуле:

$$Z = \Sigma \xi \cdot P_g, \quad (1.27)$$

где P_g – динамическое давление воздуха на участке, Па, определяем [4, по табл. 12.17]

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

Аэродинамический расчет состоит из 2 этапов:

- расчета участков основного направления;
- увязка ответвлений.

Последовательность расчета.

- определяем нагрузки расчетных участков, характеризующихся постоянством расхода воздуха;
- выбираем основное направление, для чего выявляем наиболее протяженную цепь участков;
- нумеруем участки магистрали и ответвлений, начиная с участка, наиболее удаленного с наибольшим расходом.

Размеры сечения воздуховода определяем по формуле [3, 5.1]:

$$F^{OP} = \frac{L}{3600 \cdot g_p}, \text{ м}^2 \quad (1.28)$$

Где L –расход воздуха на участке, м³/ч

g_p - рекомендуемая скорость движения воздуха м/с,
определяем по [3, табл. 11.3].

Зная ориентировочную площадь сечения, определяем стандартный воздуховод и рассчитываем фактическую скорость воздуха:

$$g_\phi = \frac{L}{3600 \cdot F_\phi}, \text{ м/с} \quad (1.29)$$

Определяем R , P_g по [4, табл. 12.17].

Определяем коэффициенты местных сопротивлений

Общие потери давления в системе равны сумме потерь давления в воздуховодах по магистрали и в вентиляционном оборудовании:

$$\Delta P = \Sigma(R \times \beta \times l + Z)_{\text{маг}} + \Delta P_{\text{об}}$$

Методика расчета ответвлений аналогична.

Аэродинамический расчет системы естественной вентиляции производим аналогично расчету систем вентиляции с механическим побуждением.

Суммарные потери давления $\Sigma(R \times L + Z)$ сравниваем с величиной действующего гравитационного давления. Расхождение между ними должно быть в пределах 10%.

Расчет систем естественной вентиляции

Размеры каналов принимаются кратным размерам кирпича. Воздухообмен определен по нормируемым кратностям. На вытяжных каналах

установлены регулируемые решетки Р150, установленные на расстоянии 0,2-0,5м от потолка.

Для каждой ветви вычисляется величина расчетного гравитационного давления:

$$\Delta P_{гр} = 9,8 \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v), \text{ Па}, \quad (1.30)$$

где h – расстояние по вертикали от центра вентиляционной решетки до устья вытяжной шахты, м;

ρ_n, ρ_v – соответственно плотность наружного воздуха при температуре +5 °С и плотность внутреннего воздуха при температуре +20 °С, кг/м³.

Примечание.

Величина скорости воздуха в живом сечении жалюзийной решетки не должна превышать 3 м/с, [4, 5.1];

В системе естественной вентиляции используем вентиляционные решетки с регулятором расхода воздуха;

При наладке системы естественной вентиляции с помощью регулятора расхода воздуха устанавливается расчетный расход воздуха в живом сечении вентиляционной решетки.

Результаты расчетов сведены в таблицу 1.11

Таблица 1.11 - Аэродинамический расчет системы вентиляции

N уч	Расход воздуха L, м3/ч	Длина участка l, М	Скорость воздуха V, м/с	Размеры сечений воздуховодов			Динамическое давление Рд, Па	Потери давления на трение		Сумма коэф. местного сопр. $\Sigma \zeta_i$	Потери давления на мест. сопр. Z, Па	Потери давления на уч- ке, Па	Суммарные потери давления, Па
				a*b, мм	f, м2	dэ, мм		R, Па/м	R*l, Па				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
П1													
1	841	5,2	1,1	200*200	0,06	0,24	0,7	0,1	0,4	2,4	1,8	2,2	2,2
2	1684	3,2	2,2	200*200	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,2	0,6	0,7	2,9
3	2526	3,2	3,3	250*200	0,06	0,24	6,7	0,4	1,3	0,1	0,7	2,0	4,9
4	3368	3,2	2,2	250*250	0,12	0,34	3,0	0,2	0,5	0,4	1,0	1,6	6,4
5	4210	3,2	2,8	250*250	0,12	0,34	4,7	0,2	0,6	0,3	1,2	1,8	8,2
6	5052	3,2	3,3	300*300	0,12	0,34	6,7	0,3	1,0	0,3	2,0	3,0	11,2
7	5894	3,2	3,9	300*300	0,12	0,34	9,1	0,5	1,6	0,2	1,8	3,4	14,6
8	11788	3,2	4,4	500*350	0,12	0,34	12,0	0,7	2,2	0,4	4,2	6,4	21,1
9	17743	3,2	3,2	600*300	0,19	0,4	6,0	0,3	0,8	0,4	2,4	3,2	24,3
ответвление №1													
10	841	5,2	1,1	200*200	0,06	0,24	0,7	0,1	0,4	2,4	1,8	2,2	2,2
11	1684	3,2	2,2	200*200	0,06	0,24	3,0	0,3	0,8	0,3	0,7	1,5	3,7
12	2526	3,2	3,3	250*200	0,06	0,24	6,7	0,4	1,3	0,2	1,3	2,6	6,4
13	3368	3,2	2,2	250*250	0,12	0,34	3,0	0,2	0,5	0,4	1,0	1,6	7,9
14	4210	3,2	2,8	250*250	0,12	0,34	4,7	0,2	0,6	0,3	1,2	1,8	9,7
15	5052	3,2	3,3	300*300	0,12	0,34	6,7	0,3	1,0	0,3	2,0	3,0	12,7

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Невязка $(24,3-12,7)/24,3=56\%>10\%$ Требуемый коэфф. сопротивления диафрагмы $\xi=(24,3-12,7)/10,7=1,2$ Устанавливаем диафрагму сечением 262*262													
ответвление №2													
16	841	5,2	1,1	200*200	0,06	0,24	0,7	0,1	0,4	2,4	1,8	2,2	2,2
17	1684	3,2	2,2	200*200	0,06	0,24	3,0	0,3	0,8	0,3	0,7	1,5	3,7
18	2526	3,2	3,3	250*200	0,06	0,24	6,7	0,4	1,3	0,2	1,3	2,6	6,4
19	3368	3,2	2,2	250*250	0,12	0,34	3,0	0,2	0,5	0,4	1,0	1,6	7,9
20	4210	3,2	2,8	250*250	0,12	0,34	4,7	0,2	0,6	0,3	1,2	1,8	9,7
21	5052	3,2	3,3	300*300	0,12	0,34	6,7	0,3	1,0	0,3	2,0	3,0	12,7
Невязка $(24,3-12,7)/24,3=56\%>10\%$ Требуемый коэфф. сопротивления диафрагмы $\xi=(24,3-12,7)/10,7=1,2$ Устанавливаем диафрагму сечением 262*262													
В-1													
1	240	1	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
2	280	3	2,2	100*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,7
3	320	3	3,3	150*150	0,06	0,24	6,7	0,4	2,5	0,2	1,3	3,8	6,5
4	360	3	3,0	300*150	0,09	0,3	5,3	0,2	2,2	2,2	11,7	13,9	20,4
5	400	5,2	3,7	300*150	0,09	0,3	8,3	0,2	7,9	0,3	2,1	10,0	30,4
ответвление №1													
6	240	2	2,7	100*150	0,025	0,14	4,3	0,1	0,2	2,4	10,2	10,4	10,4
7	280	18,6	2,2	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	4,7	0,1	0,3	4,9	15,3

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Невязка $(30,4-15,3)/30,4=30\%>10\%$ Требуемый коэфф. сопротивления диафрагмы $\xi=(30,4-15,3)/5,3=3$ Устанавливаем диафрагму сечением 148*148													
В-2													
1	40	5,2	1,1	110*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,4	2,4	1,8	2,2	2,2
2	80	0,5	2,2	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
3	108	3,2	3,3	150*150	0,06	0,24	6,7	0,4	1,3	0,2	1,3	2,6	5,2
ответвление №1													
8	40	5,2	2,7	110*150	0,025	0,14	4,3	0,2	0,8	2,4	4,2	5	5
Невязка $(5,2-5)/5,2=2\%<10\%$													
П-2													
1	25	3	1,0	200*200	0,06	0,24	0,6	0,03	0,02	4,1	2,5	2,5	2,5
2	50	3	2,0	200*200	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	5,2
3	75	3	3,0	250*200	0,06	0,24	5,5	0,12	0,07	1,0	5,5	5,5	10,7
4	100	3	4,0	250*200	0,06	0,5	0,7	0,5	6,1	2,3	22,3	28,3	39,0
5	125	3	4,7	300*300	0,09	0,5	3,0	1,4	9,2	2,1	12,6	21,3	45
6	150	3	5,8	300*300	0,09	0,5	6,7	2,1	18,6	2,1	15,6	34,2	61
7	175	3	3,0	300*300	0,09	0,03	3,0	0,12	0,7	1,9	25,0	25,7	64,7
8	530	9	4,0	1000*500	0,48	0,03	4,7	0,5	1,7	2,2	44,4	46,1	110,8
ответвление №1													
9	25	3	1,0	200*200	0,06	0,24	0,6	0,03	0,02	4,1	2,5	2,5	2,5
10	50	3	2,0	200*200	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	5,2
11	75	3	3,0	250*200	0,06	0,24	5,5	0,12	0,07	1,0	5,5	5,5	10,7

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	100	3	4,0	250*200	0,06	0,5	0,7	0,5	6,1	2,3	22,3	28,3	39,0
13	125	3	4,7	300*300	0,09	0,5	3,0	1,4	9,2	2,1	12,6	21,3	45
14	150	3	5,8	300*300	0,09	0,5	6,7	2,1	18,6	2,1	15,6	34,2	61
15	175	3	3,0	300*300	0,09	0,03	3,0	0,12	0,7	1,9	25,0	25,7	64,7
16	350	2	1,5	500*350	0,06	0,5	0,7	0,5	6,1	2,3	22,3	28,3	100
Невязка $(110,8-100)/110,8=9\%<10\%$													
ответвление №2													
17	25	3	1,0	200*200	0,06	0,24	0,6	0,03	0,02	4,1	2,5	2,5	2,5
18	50	3	2,0	200*200	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	5,2
19	75	3	3,0	250*200	0,06	0,24	5,5	0,12	0,07	1,0	5,5	5,5	10,7
20	100	3	4,0	250*200	0,06	0,5	0,7	0,5	6,1	2,3	22,3	28,3	39,0
21	125	3	4,7	300*300	0,09	0,5	3,0	1,4	9,2	2,1	12,6	21,3	45
22	150	3	5,8	300*300	0,09	0,5	6,7	2,1	18,6	2,1	15,6	34,2	61
23	175	3	3,0	300*300	0,09	0,03	3,0	0,12	0,7	1,9	25,0	25,7	64,7
Невязка $(100-64,7)/100=35\%>10\%$													
Требуемый коэфф. сопротивления диафрагмы $\xi = (100-64,7)/9,4=3,1$													
Устанавливаем диафрагму сечением 250*176													
ПЗ													
1	20	5,2	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
2	44	3,2	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
3	88	3,2	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
4	132	3,2	3,3	150*150	0,06	0,24	6,7	0,4	1,3	0,2	1,3	2,6	5,6
5	176	3	2,0	200*150	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	8,3
6	220	3,2	4,4	400*200	0,12	0,34	12,0	0,7	2,2	0,4	4,2	6,4	14,7

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
В3													
1	20	5,2	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
2	44	3,2	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
3	88	3,2	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
4	132	3,2	3,3	150*150	0,06	0,24	6,7	0,4	1,3	0,2	1,3	2,6	5,6
5	176	3	2,0	200*150	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	8,3
6	220	3,2	4,4	400*200	0,12	0,34	12,0	0,7	2,2	0,4	4,2	6,4	14,7
ПВУ1													
1	118	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
2	236	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
3	470	8	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
6	470	8	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
7	352	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
8	236	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
9	118	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	5,3
ответвление №1													
4	116	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
5	234	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
Невязка (3-2,6)/3=10%													
ПВУ2													
1	103	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
2	206	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
3	308	8	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
4	103	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	206	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
6	308	8	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
ПВУ3													
1	49	6	1,4	200*150	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	2,7
2	98		1,3	200*150	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	5,4
3	147		1,1	200*150	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	8,1
4	196		1,1	200*150	0,06	0,24	2,4	0,06	0,04	1,1	2,7	2,7	10,8
ПВУ4													
1	118	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
2	236	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
3	470	8	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
6	470	8	2,8	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
7	352	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
8	236	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	3
9	118	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	5,3
ответвление №1													
4	116	3	1,1	100*150	0,06	0,24	0,7	0,1	0,5	2,4	1,8	2,3	2,3
5	234	3	3,3	150*150	0,06	0,24	3,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	2,6
Невязка $(3-2,6)/3=10\%$													
BE1													
1	1730	3,2	0,1	500	0,196	500	0,004	0,002	0,062	3,15	1,91	1,97	1,97
Располагаемое давление $P_{гр}=2,09$ Па Невязка $(2,09-1,97)/2,09=7\%<10\%$													
BE2													

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1730	3,2	0,1	500	0,196	500	0,004	0,002	0,062	3,15	1,91	1,97	1,97
Располагаемое давление $P_{гр}=2,09$ Па Невязка $(2,09-1,97)/2,09=7\%<10\%$													
BE3													
1	1730	3,2	0,1	500	0,196	500	0,004	0,002	0,062	3,15	1,91	1,97	1,97
Располагаемое давление $P_{гр}=2,09$ Па Невязка $(2,09-1,97)/2,09=7\%<10\%$													
BE4													
1	150	4,4	1,3	140*270	0,038	184	1,0	0,14	0,094	3,15	2,74	2,84	2,84
Располагаемое давление $P_{гр}=2,86$ Па Невязка $(2,86-2,84)/2,86=1,86\%<10\%$													
BE5													
1	50	5,6	1,3	140*140	0,038	184	1,0	0,14	0,094	3,15	2,74	2,84	2,84
Располагаемое давление $P_{гр}=2,86$ Па Невязка $(2,86-2,84)/2,86=1,86\%<10\%$													
BE6													
1	50	2,7	1,2	140*270	0,038	184	0,9	0,18	0,7	0,5	0,44	1,16	2,39
Располагаемое давление $P_{гр}=2,26$ Па Невязка $(2,26-2,39)/2,16=5\%<10\%$													
BE7													
1	90	3,2	1,2	140*270	0,038	184	0,9	0,18	0,8	0,5	0,6	1,18	2,41
Располагаемое давление $P_{гр}=2,26$ Па Невязка $(2,26-2,41)/2,16=7\%<10\%$													
BE8													

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	90	2,7	1,2	140*270	0,038	184	0,9	0,18	0,5	0,5	0,6	1,18	2,23
Располагаемое давление $P_{гр}=2,26$ Па Невязка $(2,26-2,23)/2,16=3\%<10\%$													
BE9, 10													
1	85	5,52	1,4	140*270	0,038	184	1,2	0,2	0,9	0,35	0,42	1,29	3,68
Располагаемое давление $P_{гр}=3,52$ Па Невязка $(3,52-3,68)/3,52=4\%<10\%$													
BE11													
1	90	5,02	1,2	140*140	0,196	140	0,871	0,24	0,094	3,15	2,74	2,84	2,84
Располагаемое давление $P_{гр}=3,19$ Па Невязка $(3,19-2,84)/3,19=10\%=10\%$													
BE12													
1	50	7,6	1,5	140*140	0,196	140	1,361	0,4	0,156	3,15	4,29	4,44	4,44
Располагаемое давление $P_{гр}=4,84$ Па Невязка $(4,84-4,44)/4,84=8\%<10\%$													
BE13													
1	75	7,6	1,7	140*140	0,196	140	1,38	0,4	0,28	3,15	4,29	4,58	4,58
Располагаемое давление $P_{гр}=4,84$ Па Невязка $(4,84-4,58)/4,84=6\%<10\%$													
BE14													
1	125	2,7	0,9	140*270	0,038	184	0,5	0,08	1,2	0,35	0,65	1,83	3,56
Располагаемое давление $P_{гр}=3,71$ Па Невязка $(3,71-3,56)/3,71=4\%<10\%$													
BE15													

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	50	2,6	1,5	140*140	0,196	140	1,361	0,4	0,156	3,15	4,29	4,44	4,44
Располагаемое давление $P_{гр}=4,22$ Па Невязка $(4,22-4,44)/4,22=5\%<10\%$													
BE16													
1	35	2,4	1,5	ø125	0,16	125	1,361	0,48	0,173	3,15	4,29	4,46	4,46
Располагаемое давление $P_{гр}=4,2$ Па Невязка $(4,2-4,46)/4,2=6\%<10\%$													
BE17													
1	50	2,6	1,5	ø160	0,196	160	1,361	0,4	0,156	3,15	4,29	4,44	4,44
Располагаемое давление $P_{гр}=4,2$ Па Невязка $(4,2-4,44)/4,2=5\%<10\%$													
BE18													
1	330	2,7	2,1	ø250	0,038	250	2,7	0,4	0,9	0,35	0,42	1,29	3,68
Располагаемое давление $P_{гр}=4$ Па Невязка $(4-3,68)/4=8\%<10\%$													

1.6.6 Подбор оборудования для систем вентиляции дома культуры

Произведем выбор калорифера для приточной системы П1. Для подогрева приточного воздуха используем калориферы которые обогреваются водой. Приточный воздух необходимо нагревать от температуры наружного воздуха $t_n = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до температуры на $1\div 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ меньшей температуры притока (этот запас компенсируется нагревом воздуха в воздуховодах).

Количество нагреваемого воздуха составляем $17743\text{ м}^3/\text{ч}$.

Рассчитываем ориентировочную площадь живого сечения калориферной установки.

$$f_{\text{ку}}^{\text{оп}} = L_n \cdot \rho_n / (3600 \cdot \vartheta_p), \text{ м}^2 \quad (1.30)$$

где L_n – расход нагреваемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$

ρ_n – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$

$$f_{\text{ку}}^{\text{оп}} = 17743 \cdot 1.332 / (3600 \cdot 10) = 0.79 \text{ м}^2$$

По $f_{\text{ку}}^{\text{оп}}$ и [5, табл. 4.37] принимаем калорифер типа КВС-9п, для которого:

- $F_k = 19,56 \text{ м}^2$, площадь поверхности нагрева,
- $f_k = 0.237622 \text{ м}^2$, площадь живого сечение по воздуху,
- $f_{\text{тр}} = 0.001159 \text{ м}^2$, по теплоносителю.

Рассчитаем необходимое количество калориферов, установленных параллельно по воздуху:

$$m_{\parallel \text{в}} = f_{\text{ку}}^{\text{оп}} / f_k = 0.79 / 0.237622 = 3,3. \text{ Принимаем } m_{\parallel \text{в}} = 3 \text{ шт}$$

Рассчитаем действительную скорость движения воздуха.

$$(\vartheta_p)^{\text{д}} = L_n \cdot \rho_n / (3600 \cdot f_k \cdot m_{\parallel \text{в}}) = 21377 - 1.332 / (3600 \cdot 0.237622) = 8.35 \text{ кг}/\text{м}^2 \times \text{с}$$

Определяем расход тепла на нагрев воздуха, $\text{Вт}/\text{ч}$:

$$Q_{\text{к.у.}} = 0.278 \cdot L_n \cdot C_v \cdot (t_k - t_n^{\text{б}}) = 0.278 \cdot 21377 \cdot 1.2 (19 - (-8)) = 164021 \text{ Вт}$$

Рассчитаем количество теплоносителя, проходящее через калориферную установку.

$$W = (Q_{\text{к.у.}} \cdot 3,6) / \rho_{\text{в}} \cdot C_{\text{в}} \cdot (t_{\text{г}} - t_0), \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.31)$$

$$W=(164021 \cdot 3.6)/4.19 \cdot 1000 \cdot (75-55)=2.82 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определяем действительную скорость воды в трубках калорифера.

$$w=W/(3600 \cdot f_{\text{тр}} \cdot n_{\parallel \text{м}}), \text{ м/с} \quad (1.32)$$

$$w=2.82/(3600 \cdot 0.001159 \cdot 3)=0.23, \text{ м/с}$$

По [5, табл. 4.40] определяем коэффициент теплоотдачи

$$K=33.5 \text{ Вт/м}^2 \times ^0\text{C};$$

Определяем требуемую поверхность нагрева калориферной установки

$$F_{\text{ку}}^{\text{тп}}=Q_{\text{ку}}/(K(t_{\text{ср т}} - t_{\text{ср в}})), \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ку}}^{\text{тп}}=164021/(33.5 \cdot (75+55/2)-(19-8/2))=50.73 \text{ м}^2$$

$$N_k=F_{\text{ку}}^{\text{тп}}/F_{\text{ку}}=50.73/19.56=2.89. \text{ Принимаем } 3 \text{ шт}$$

Зная общее количество калориферов, находим количество калориферов последовательно по воздуху

$$n_{\text{посл в}}=N_k/m_{\parallel \text{в}}=3/3=1 \text{ шт}$$

Определяем запас поверхности нагрева

$$\text{Запас}=(F_k-F_{\text{ку}}^{\text{тп}})/F_{\text{ку}}^{\text{тп}} \cdot 100\%=10 \div 20\%$$

$$\text{Запас}=(15.86-50.73)/50.73=15\% \leq 20\%$$

Условие выполнено.

Определим аэродинамическое сопротивление калориферной установки по [5, табл. 4.40]

$$P_k=65.1 \text{ Па}$$

Калориферы для других приточных систем выбираем электрические.

Мощность электрического нагревателя определяется по формуле:

$$N_n = G_g \cdot 0,36 \cdot \Delta t, \text{ м} / \text{с} \quad (1.33)$$

где G_g - воздушный поток через нагреватель $\text{м}^3/\text{ч}$, Δt – увеличение температур ^0C .

Результаты выбора нагревателей заносится в таблицу 1.12

Таблица 1.12 – Нагреватели систем вентиляции

	Наименование с-мы	Марка нагревателя	Мощность нагревателя, кВт
1	П2	PBER 600X350/27	27
2	П3	PBER 400X200/12	12
3	ПВУ1	PBER 100/0,6	0,6
4	ПВУ2	PBER 100/0,6	0,6
5	ПВУ3	PBER 100/0,6	0,6
6	ПВУ4	PBER 160/3,0	3

Вентиляторы подбирают по сводному графику и индивидуальным характеристикам [4].

Вентиляторы, размещаемые за пределами обслуживаемого помещения выбираем с учетом потери воздуха в приточной системе, вводя повышающие коэффициенты. Результаты выбора вентиляторов заносятся в таблицу 1.13

Таблица 1.13 – Вентиляторы систем вентиляции

	Наименование с-мы	Марка вентилятора	Мощность электродвигателя, кВт
1	П1	IRE 60x35F	3,3
2	В1	IRE 50x25F	0,62
3	П2	IRE 60x35F	3,3
4	П3	IRE 40x20D	0.38
5	ПВУ1	PBEC 100/0.6	0.6
6	ПВУ2	PBEC 100/0.6	0.6
7	ПВУ3	PBEC 100/0.6	0.6
8	ПВУ4	PBEC 100/0.6	0.6
9	В2	IRE 125C	0,122

Уровень шума является существенным критерием качества систем вентиляции, что необходимо учитывать при проектировании зданий различного назначения.

По [4, табл. 17.1] выбираем по типу помещения рекомендуемые номера предельных спектров (ПС) и уровни звука по шкале А, характеризующие допускаемый шум от системы вентиляции:

Для зрительного зала ПС=35, А=40дБ.

По [4, табл. 17.3] определяем активные уровни звукового давления $L_{\text{доп}}$ при частотах октавных полос 125 и 250 Гц.

$$L_{\text{доп}125}=52\text{Дб} \quad L_{\text{доп}250}=45\text{Дб}$$

Рассчитываем фактический уровень шума в расчетной точке по формуле:

$$L=L_{\text{в окт}} + 10\lg^*(\Phi/4\pi x^2 n + 4\Phi/B), \quad (1.34)$$

где Φ – фактор направленности излучения источника шума, $\Phi=1$;

x – расстояние от источника шума до рабочей зоны, м

$L_{\text{в окт}}$ – октавный уровень звуковой массивности вентилятора, дБ

$$L_{\text{в окт}} = L_{\text{р общ}} - \Delta L_1 + \Delta L_2, \quad (1.35)$$

где $L_{\text{р общ}}$ – общий уровень звуковой мощности вентилятора, дБ

L_1 – поправка, учитывающая распределение звуковой мощности вентилятора по октавным полосам, дБ, принимается по выбранному типу вентилятора и частотам вращения по [4, табл. 17.5]

$$L_{1125}=7\text{Дб}, L_{1250}=5\text{Дб}$$

L_2 – поправка, учитывающая акустическое влияние присоединения воздухопровода к вентилятору, дБ, принимается по [4, табл. 17.6.]

$$L_{2125}=3\text{Дб} \quad L_{2250}=0.5\text{Дб}$$

$$L_{\text{р общ}} = \tau + 10 \lg l \times g \times Q + 25 \lg H + \delta \quad (1.36)$$

τ – критерий шумности, дБ, зависящий от типа и конструкции вентилятора, [4, по табл. 17.4]

$$\tau = 41 \text{ дБ}$$

H – полное давление вентилятора, кгс/м²;

δ - поправка на режим работы, дБ;

$$\delta=0 \quad Q=3600 \text{ м}^3/\text{ч} \quad H=550 \text{ кгс}/\text{м}^2$$

$$L_{\text{р общ}} = 41 + 10\lg(25000/3600) + 25\lg(550/9.8) = 93.14 \text{ дБ}$$

$$L_{125\text{в окт}} = 93.14 - 7 + 3 = 89.14 \text{ дБ};$$

$$L_{250\text{в окт}} = 93.14 - 5 + 0.5 = 87.64 \text{ дБ};$$

$$L_{125\text{р}} = 89.14 + 10 \lg(1/4 * 3.14 * 4.6) = 72.51 \text{ дБ};$$

$$L_{250\text{р}} = 87.64 + 10 \lg(1/4 * 3.14 * 4.6) = 70.02 \text{ дБ}.$$

Рассчитаем требуемое снижение уровня звука по [4, 5.1]:

$$\Delta L_p^{mp} = L_p - L_{\text{дон}} - \sum_{i=1}^n L_{\text{эл.сети}} + B + 10 \times l \cdot g \cdot m$$

$$m=0$$

$$\Delta L_{125\text{эл.сети}} = 71.52 - 52 - 12.83 + 5 = 11.69 \text{ дБ};$$

$$\Delta L_{250\text{эл.сети}} = 70.02 - 45 - 18.68 + 5 = 11.34 \text{ дБ};$$

Ориентировочное сечение шумоглушителя:

$$f_{\text{шор}} = L / 3600 * \vartheta_{\text{доп}} = 25000 / 3600 * 6 = 1.157 \text{ дБ};$$

По [4, табл. 17.17] формируем конструкцию шумоглушителя:

Принимаем шумоглушитель пластинчатый

$f_g = 1.2 \text{ м}^2$. Внешние размеры 1600x1500 мм, длинна 2м.

Снижение шума $L_{125} = 12 \text{ дБ}$ $L_{250} = 20 \text{ дБ}$

$$\vartheta_g = 5.79 \text{ м/с}$$

Определяем потери давления в шумоглушителе.

$$\Delta P_{III} = \left(\xi_{III} + \lambda_{TP} \cdot \frac{l}{D_{III}} \right) \cdot \frac{\rho \cdot \vartheta_{III}^2}{2}, \quad \text{Па}; \quad (1.37)$$

$$\text{где } \lambda_{TP} = 0.11 \cdot \left(\frac{68}{\text{Re}} + \frac{K_{III}}{D} \right)^{0.25}, \quad (1.38)$$

$$\text{Re} = \frac{\vartheta d}{\nu} = \frac{5.79 \cdot 1.5}{15.1 \cdot 10^{-6}} = 575166,$$

$$\text{тогда } \lambda_{TP} = 0.11 \cdot \left(\frac{68}{575166} + \frac{0.1}{1.5} \right)^{0.25} = 0.056$$

$$\Delta P_{III} = \left(2 + 0.056 \cdot \frac{2}{1.5} \right) \cdot \frac{1.2 \cdot 5.79^2}{2} = 41.73 \text{ Па}$$

Для остальных систем расчет шумоглушителей ведется аналогично.
Результаты расчетов шумоглушителей заносятся в таблицу 1.14.

Таблица 1.14 – Шумоглушители систем вентиляции

	Наименование системы	Марка шумоглушителя
1	П1	ТН 600х350
2	В1	SLU 200/600
3	П2	ТН 600х350
4	П3	ТН 400х200
5	ПВУ1	SLU 200/600
6	ПВУ2	SLU 200/600
7	ПВУ3	SLU 200/600
8	ПВУ4	-
9	В2	SLU 125/600

2 Автоматизация системы приточной вентиляции П1

2.1 Описание системы приточной вентиляции

Вентиляцию устраивают для поддержания в помещениях нормальных условий воздушной среды, соответствующих санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. Система вентиляции создает организованный воздухообмен - удаляет загрязненный воздух и подает вместо него обработанный (нагретый или охлажденный увлажненный или осушенный) свежий и чистый воздух. Массы удаляемого воздуха и воздуха подаваемого либо проникающего в помещение через неплотности строительных конструкций, всегда равны.

Вентиляционная система - это совокупность устройств для обработки, подачи или удаления воздуха; она является также средством для создания воздухообмена в помещении.

Вентиляционные системы по назначению делятся на:

- приточные, осуществляющие подачу свежего воздуха в помещении;
- вытяжные, удаляющие из помещений загрязненный воздух;
- воздушные (воздушно-тепловые завесы), предотвращающие проникание холодного воздуха через открытые проемы производственных зданий или двери общественных зданий в холодный период года.

Для организации воздухообмена в зрительном зале используется приточная система вентиляции, осуществляющая подачу свежего, нагретого воздуха в помещение.

На рисунке 2.1 представлена схема приточной вентиляции.

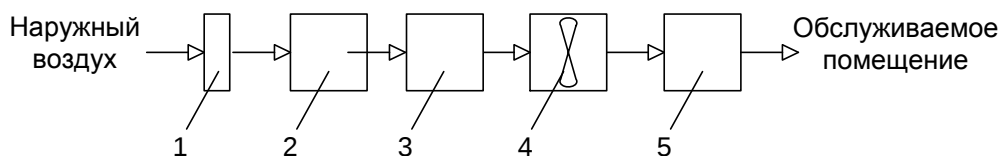


Рисунок 2.1 – Схема приточной вентиляции:

1 - приточная заслонка, 2- фильтр воздушный, 3 - воздухоподогреватель, 4 - приточный вентилятор, 5 - воздуховод

В состав технологического оборудования входят:

- воздушная заслонка;
- фильтр воздушный;
- калорифер;
- приточный вентилятор;
- воздуховод.

Заслонки воздушные круглого и прямоугольного сечения с автоматическим, дистанционным управлением (дроссель - клапаны) используются как для регулирования, так и для отключения участков сети воздуховодов.

Воздух, используемый для приточных вентиляционных систем, забирается, как правило, в наименее запыленных местах, но и в этом случае в нем содержится достаточно большое количество пыли и других механических примесей. Для очистки приточного и рециркуляционного воздуха применяют воздушные фильтры. Для очистки воздуха, выбрасываемого вытяжными вентиляционными системами, используют пылеуловители. Воздушные фильтры с пылеуловителями характеризуются эффективностью очистки, которая определяется отношением массы осажденной в них пыли ко всей ее массе, поступившей в фильтр или пылеуловитель за тот же период времени.

Для нагревания воздуха в приточных вентиляционных установках, системах воздушного отопления, сушильных установках, установках кондиционирования воздуха применяют специальное оборудование – калориферы (воздухонагреватели). В качестве теплоносителя для калориферов используют высокотемпературную воду или пар. При теплоносителе - воде калориферы имеют маркировку КВ, при паре – КП.

В зависимости от числа трубок, последовательно расположенных по ходу движения воздуха, по которым проходит теплоноситель, калориферы делятся на пять моделей: самая малая (СМ), малая (М), средняя (С), большая

(Б), самая большая (СБ). Наибольшее распространение имеют калориферы моделей С и Б. Каждая модель подразделяется на 12 номеров, которые определяют габаритные и присоединительные размеры и площадь поверхности нагрева.

Калориферы часто группируют по несколько штук как с параллельной установкой по воздуху, так и с последовательной или комбинированной. Если теплоносителем является пар, то калориферы устанавливают с вертикальным расположением трубок и подводом пара к верхнему патрубку; если теплоноситель – вода, то положение трубок должно быть горизонтальным, что обеспечивает удаление воздуха при наполнении калориферов водой и слив воды из него при прекращении работы системы.

Одним из основных элементов систем механической вентиляции и кондиционирования воздуха является вентилятор. Вентилятор - это устройство для перемещения воздуха или других газов, создающее разность давлений воздуха между входными и выходными патрубками до 15 КПа.

По направлению движения воздуха в рабочем колесе вентиляторы общего назначения подразделяются на радиальные (центробежные) и осевые. К вентиляторам общего назначения относятся также крышные вентиляторы.

В зависимости от физико-химических свойств перемещаемой среды вентиляторы изготавливают:

- обычного исполнения – для перемещения неагрессивных сред;
- коррозионностойкие – для перемещения воздуха, загрязненного агрессивными примесями;
- искрозащищенные – для перемещения некоторых газопаровоздушных смесей;
- пылевые – для перемещения воздуха, содержащего пылевидные примеси.

В приточных вентиляционных системах воздуховоды служат для распределения чистого воздуха, подаваемого от приточных камер или кондиционеров в помещения, по местам воздухопотока, а в вытяжных системах,

наоборот, для сбора загрязненного воздуха в местах воздухоудаления и подачи его к вытяжному вентилятору с последующим выбросом через очистные устройства (или без них) в атмосферу. Практически почти каждая вентиляционная система имеет воздуховоды. Для промышленных зданий воздуховоды изготавливают из металла, для административных и общественных зданий - либо из металла, либо из строительных конструкций, в жилых зданиях используют только неметаллические воздуховоды.

2.2 Цели и задачи системы управления системой приточной вентиляции

Следует разработать систему автоматического управления приточной и вытяжной вентиляции, которая должна предусматривать:

- выбор режима управления (зимний, летний);
- регулирование температуры приточного воздуха путем воздействия на исполнительный механизм клапана на теплоносителе;
- защиту воздухоподогревателя от замораживания при выключении камеры в ночное время;
- сигнализацию опасности замерзания воздухоподогревателя;
- автоматическое подключение контура регулирования и открытие приёмного клапана наружного воздуха при включении вентилятора.

2.3 Разработка структуры системы автоматизации приточной вентиляции

Система автоматизации приточной вентиляции предусматривает управление и контроль следующих параметров:

- контроль температуры обратного теплоносителя по термостату;
- контроль температуры воздуха в зоне воздухоподогревателя по термостату;
- контроль температуры приточного воздуха;
- контроль засорения фильтра;

- контроль работоспособности;
- управление воздушной заслонкой электроприводом;
- управление регулирующим клапаном на теплоносителе;
- управление работой вентилятора;
- управление работой насоса.

Регулирование температуры приточного воздуха подаваемого системой приточной вентиляции производится смешением наружного и рециркуляционного воздуха или изменением теплопроизводительности калорифера. Изменять теплопроизводительность калорифера в системах приточной вентиляции рекомендуется регулирующим клапаном на обратной линии теплоносителя, при теплоносителе воде.

Структурная схема регулирования температуры приточного воздуха изображена на рисунке 5.2.

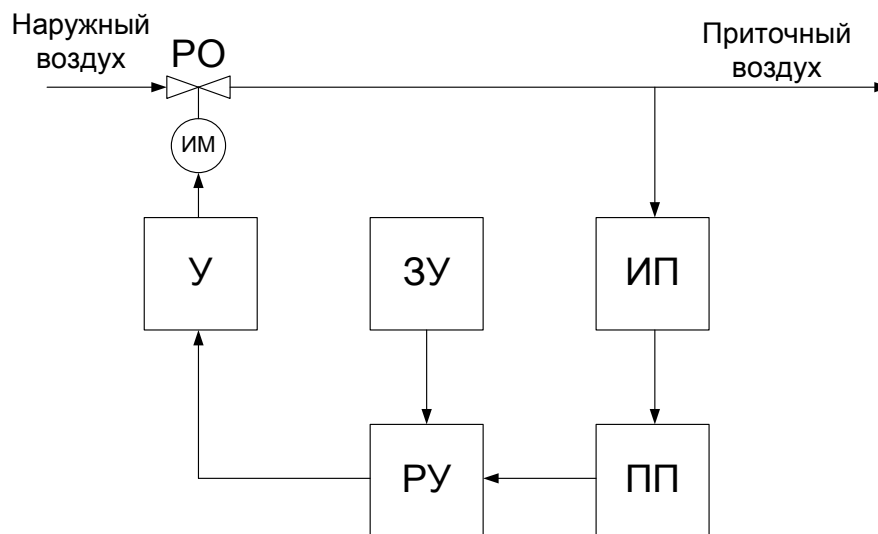


Рисунок 5.2 – Структурная схема регулирования приточного воздуха:

ИП – измерительный преобразователь, ПП – промежуточный преобразователь, РУ – регулирующее устройство, ЗУ – задающее устройство, У – усилитель, РО – регулирующее оборудование.

Регулируемая величина температуры приточного воздуха оценивается измерительным преобразователем ИП. Значение с измерительного преобра-

зователя ИП поступает на промежуточный преобразователь ПП. Значение с ПП подается на регулирующее устройство РР, в котором сравнивается с заданным значением, вырабатываемым задающим устройством ЗУ. Если регулируемая величина температуры равна заданному значению, то АСР находится в состоянии равновесия. При отклонении регулируемой величины температуры от заданного значения равновесие нарушается, регулирующее устройство РУ приходит в действие, возникает процесс регулирования. Регулирующее устройство РУ подает выработанное управляющее воздействие на усилитель У. Усилитель У осуществляет пуск, реверс или остановку исполнительного механизма ИМ. На выходе исполнительного механизма ИМ вырабатывается регулирующее воздействие, передаваемое через регулирующий орган РО на вход объекта. Регулирующее воздействие направлено на уменьшение рассогласования между действительным и заданным значениями регулируемой величины температуры. Регулятор будет воздействовать до тех пор, пока регулируемая величина температуры не сравняется с заданным значением.

2.4 Разработка функциональной схемы автоматизации приточной вентиляции

Система приточной вентиляции содержит следующие элементы:

- привод отсекающей заслонки;
- датчик температуры наружного воздуха;
- датчик-реле перепада давления на фильтре;
- регулирующий клапан на водяном нагревателе;
- циркуляционный насос;
- термостат угрозы замерзания воздухонагревателя по воде;
- термостат угрозы замерзания калорифера по воздуху;
- вентилятор;
- датчик-реле перепада давления на вентиляторе;

- датчик температуры приточного воздуха;

Привод отсекающей заслонки размещается непосредственно на заслонку. Пусковое устройство привода выносится на щит управления. Также на щите управления устанавливается сигнальная лампа «Заслонка приточная». Датчик температуры наружного воздуха устанавливается в воздуховод сразу после отсекающей заслонки. Терморегулятор датчика наружного воздуха устанавливается на щите приборов для отображения температуры наружного воздуха. Для контроля угрозы замерзания калорифера по воздуху на щите управления устанавливается сигнальная лампа «Наружный воздух». Датчик-реле перепада давления на фильтре устанавливается на щите приборов. Его приводные линии располагаются до и после фильтра приточного воздуха. На щите управления устанавливается сигнальная лампа «Фильтр». Привод клапана теплоносителя воздухоподогревателя располагается на обратной линии теплоносителя. Пусковое устройство привода устанавливается на щите управления. На обратной линии теплоносителя также устанавливается циркуляционный насос. Его пусковое устройство располагается на щите управления. Термостат угрозы замерзания воздухонагревателя по воде устанавливается на обратной линии теплоносителя. Датчик-реле перепада давления на вентиляторе устанавливается на щите приборов. Его приводные линии располагаются до и после вентилятора приточного воздуха. На щите управления устанавливается сигнальная лампа «Вентилятор». Пусковое устройство вентилятора располагается на щите управления. Датчик температуры приточного воздуха устанавливается в воздуховод непосредственно перед обслуживаемым помещением. Терморегулятор датчика температуры приточного воздуха располагается на щите приборов для контроля температуры приточного воздуха.

Функциональная схема автоматизации приточной вентиляции представлена на листе ФЮРА

Рассмотрим функциональную схему автоматизации приточной вентиляции.

Сигнал от пускового устройства 10а включает приточный вентилятор. Сигнал от управляющего устройства 1б поступает на привод 1а, который с помощью механической связи открывает заслонку. Управляющее устройство 1б также подает напряжение на сигнальную лампу 1НЛ. Сигнал датчика температуры 11а поступает на терморегулятор 11б, сигнал от которого поступает на пусковые устройства 5в и 6в. Сигнал от датчика температуры 2а поступает на измеритель температуры 2б. Пусковое устройство 5б подает сигнал на пускатель 5б, который подает напряжение на регулирующий клапан 5а. Сигналы по давлению от линий 3 и 4 сравниваются регулятором разности давления 3а 4а, сигнал от которого поступает на сигнальную лампу 3НЛ. Сигнал от термостата 7а поступает на сигнальную лампу 4НЛ. Сигналы по давлению от линий 8 и 9 сравниваются регулятором разности давления 8а 9а, сигнал от которого поступает на сигнальную лампу 5НЛ.

2.5 Выбор средств автоматизации приточной вентиляции

В настоящее время для автоматизации технологических объектов применяется государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). При выборе технических средств следует учитывать место их установки, рабочие диапазоны, тип и размер выходного сигнала, а также распространенность и доступность приборов и средств.

Выбор датчика температуры ведем исходя из следующих условий:

- рабочий температурный диапазон $-30 \dots +80^{\circ}\text{C}$,
- установка непосредственно в воздуховоде,
- работа в условиях повышенной влажности и низких температур,
- унифицированный выходной сигнал по сопротивлению,
- длительный срок службы.

Данным условиям соответствуют два датчика температуры: датчик ДТС3105РТ1000.В2.220 производства ОАО «Овен» (г. Москва) и датчик температуры QAM21.20 производства компании SIEMENS (Германия). Вы-

бираем датчик температуры QAM21.20 производства компании SIEMENS (Германия) т.к. его заявленный производителем срок службы больше.

Выбор дифференциального датчика давления ведем исходя из условий:

- климатическое исполнение, максимальный диапазон температуры окружающего воздуха от -40 до +70 °С,
- исполнение по материалам контактирующим с средой, в качестве материалов штуцеров использование нержавеющей стали,
- наличие светодиодного или жидкокристаллического индикатора,
- вид корпуса, исполнение корпуса,
- класс точности А.

Данным условиям соответствуют датчик-реле перепада давления ДР-ДД производства ОАО «Овен» (г. Москва) и датчик-реле давления OBM81-3 производства компании SIEMENS (Германия). Выбираем датчик-реле давления OBM81-3 производства компании SIEMENS (Германия) т.к. его индикация более понятна, а настройка осуществляется минимумом кнопок.

При выборе термостата учитываем необходимость расположения его непосредственно на трубопроводе, диапазон установок, а также максимальную силу тока на контактном соединении. Выбирая из двух вариантов: термостат ТС-65 производства ОАО «Овен» (г. Москва) и RAK-TW производства компании SIEMENS (Германия) предпочтение отдаем RAK-TW производства компании SIEMENS (Германия) т.к. сила тока на контактном соединении данного термостата составляет 3 А., а у ТС-65 производства ОАО «Овен» (г. Москва) 1 А.

Привод на воздушный клапан выбираем исходя из требуемых крутящего момента и времени поворота. Из возможных для выбора приводов ТТС 40F производства компании «Solo» (г.Москва) и Belimo LM24A производства компании BELIMO Automation AG (Швейцария) выбираем Belimo LM24A, т.к. данный привод использует в качестве питания сеть 220 В.

По результату выбора средств автоматизации составлена заказная спецификация приборов и средств автоматизации представленная в таблице 5.1

Таблица 2.1 - Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

По- зиция	Наименование, техническая характеристика при- боров и средств автоматизации	Тип и мар- ка прибора	Кол- во
1	2	3	4
1а	Привод, крутящий момент 5 Н*м, время поворота 150 с. Компания BELIMO Automation AG, Швейцария.	Belimo LM24A(-S)	2
1б,8а	Указатель положения	ДУП-М	2
2а,9а	Канальный датчик, диапазон измерения -30...+80 °С, монтажная длина 0,4 м., НСХ Pt100 выходной сигнал 0...5 мА. Компания SIEMENS, Германия.	QAM21.20 .040	2
2б	Измеритель температуры, показывающий, диапа- зон измерения -35...+120, входной сигнал 0...5 мА. ОАО «Овен», г. Москва.	ТИ-200	1
3а,7а	Дифференциальный датчик-реле давления, диа- пазон измерения 20...200 Па, максимальная пере- грузка по давлению с любой стороны 50 мбар. Компания SIEMENS, Германия.	OBM81-3	2
4б	Привод электрический Компания BELIMO Automation AG, Швейцария.	Belimo R205	1
4а,5а	Пускатель бесконтактный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г.Чебоксары	ПБР-2М	2
6а	Термостат, диапазон настройки температуры +5...+65 °С. Компания SIEMENS, Германия.	RAK-TW 5000S	1
9б	Терморегулятор, программируемый одноканаль- ный (щитовой вариант), разрешающая способ- ность 0,1°С, выходной сигнал 0...5 мА. ОАО «Овен», г. Москва.	ТРП08-ТС	1

Система автоматизации приточной вентиляции реализует непрерывное поддержание заданной температуры приточного воздуха с одновременным контролем аварийных и предаварийных ситуаций.

Энергосбережение в данной установке реализуется путем снижения задания температуры (перевода в дежурный режим) ночью и в выходные дни.

Примененный комплект автоматики реализует цели и задачи регулирования в полной мере, соответствуя строгим требованиям, предъявляемым к современным системам управления.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе разработаны проекты отопления и вентиляции дома культуры в селе Поперечное. Был произведен расчет требуемого сопротивления теплопередачи ограждающих поверхностей, по его результатам принято решение о дополнительном утеплении внешних стен здания. Проект системы отопления здания выполнен с применением современной регулирующей и балансирующей аппаратуры отечественного производства. В соответствии с требованиями к воздухообмену спроектированы системы вентиляции для клубной и административной части здания. Расчет требуемого воздухообмена для зрительного зала был произведен в соответствии с выделяемыми вредностями. Для небольших помещений выбраны компактные приточно-вытяжные установки с электронагревателями воздуха. Нагрев приточного воздуха поступающего в зрительный зал осуществляется водяным калорифером. Для обеспечения требуемого шума уровня в рабочих зонах помещений был произведен выбор шумоглушителей.

Разработана схема автоматизации приточной вентиляции, которая реализует непрерывное поддержание заданной температуры с одновременным контролем аварийных ситуаций. Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности посетителей и сотрудников дома культуры. Определена сметная стоимость реконструкции систем отопления и вентиляции. Произведены расчеты стоимости проекта и годовых затрат на эксплуатацию и содержание систем.

Список используемых источников

- 1 СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Госстрой СССР – М.: Стройиздат, 1987. – 64 с.
- 2 Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление, водопровод, канализация. /Под ред. И.Г.Старовойтова. – М.: Стройиздат, 1964г. – 429 с.
- 3 Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. /Под ред. И.Г.Старовойтова. – 3-е издание, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1978. – 504 с.
- 4 СНиП IV-5-82. Сборник единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы. Сборник 20. Вентиляция и кондиционирование воздуха.
- 5 Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учебное пособие для вузов /В.Я.Титов, Э.В.Сазонов, Ю.С.Краснов, В.И.Новожилов. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
- 6 Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч.2. Вентиляция. /Под ред. В.Н.Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439 с.
- 7 Охрана труда: Учебное пособие для инж.-экон. спец. вузов. /Денисенко Г.Ф. – М.: Высш. шк., 1985 – 319 с., ил.
- 8 СНиП IV -4-82 "Сметные нормы и правила" Часть III "Материалы и изделия для санитарно – технических работ", М.: Стройиздат 1984 г.
- 9 СНиП 2.09.04-87 "Административные и бытовые здания", Госстрой СССР - М.: Стройиздат 1988г.
- 10 СНиП 2.08.02-89 "Общественные здания и сооружения",
- 11 Б.Н.Юрманов. Автоматизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1986.- 62 с.

