

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент
должность

_____ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент

_____ Д.В. Ульрих
_____ 2017 г.

Вентиляция здания юридического института по ул. Чичерина
г. Челябинск.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 13.03.01.2017.295.21. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»

к.т.н., доцент

_____ С.В. Панфёров
_____ 2017 г.

Руководитель проекта:

старший преподаватель

_____ А.Н. Нагорная
_____ 2017 г.

Автор проекта:

студент группы АС-412

_____ В.А. Шитц
_____ 2017 г.

Нормоконтролер:

старший преподаватель

_____ Ю.В. Кунгурцева
_____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Шитц В.А. Вентиляция здания юридического института по ул. Чичерина г. Челябинска– Челябинск: ЮУрГУ, АС-412, 80 ст., 14 ил., 10 табл., библиогр. список –23 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В дипломной работе была разработана система вентиляции воздуха в проектируемом здании института строящемся по ул. Чичерина г. Челябинска.

В дипломной работе произведен аэродинамический расчет и подбор приточных и вытяжных установок, в зависимости от назначения помещений.

Произведен расчет и подбор приточных и вытяжных установок с помощью согласно листов подбора фирмы производителя и программы «Veza».

В разделе «Автоматизация» разработана функциональная схема автоматического управления приточной установкой.

						13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.	Ульрих				Вентиляция здания юридического института по ул. Чичерина г. Челябинска	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Кунгурцева					ДП	6	80
Руководит.	Нагорная					ЮУрГУ Кафедра ГИСС		
Консульт.	Нагорная							
Дипломник	Шитц							

					13.03.01.2017. xxx.xx ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА.....	10
1.1	Расчетные параметры наружного воздуха.....	10
1.2	Расчетные параметры внутреннего воздуха	11
2	РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ.....	13
2.1	Расчет поступления вредных веществ в помещении горячего цеха и раздаточной.....	13
2.2	Расчет поступления вредных веществ в помещение обеденного зала.....	15
2.3	Расчет воздухообмена в горячем цехе и обеденном зале.....	16
2.4	Расчет поступления вредных веществ в конференцзале.....	20
2.5	Расчет воздухообмена в конференцзале.....	23
2.6	Расчет воздухообмена в вспомогательных помещениях.....	25
3	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ.....	26
3.1	Вентиляция.....	26
3.2	Кондиционирование.....	30
3.3	Противодымная вентиляция.....	30
4	ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ. РАСЧЕТ СТРУИ.....	32
5	АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ.....	34
6	ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ОБЩЕОБМЕННЫХ СИСТЕМ.....	40
6.1	Оборудование приточной системы П9.....	40
6.1.1	Подбор воздухозаборной решетки.....	40
6.1.2	Фильтр очистки воздуха.....	41
6.1.3	Калорифер для нагрева воздуха.....	42
6.1.4	Вентилятор.....	43
6.1.5	Шумоглушитель.....	45
6.2	Оборудование вытяжной системы В12.....	45
6.2.1	Вентилятор.....	45
6.2.2	Шумоглушитель.....	46
7	РАСЧЕТ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	47

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

7.1	Расчет дымоудаления, система ВД1.....	48
7.2	Расчет компенсирующей подачи воздуха.....	54
8	АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	58
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	62
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Построение процессов обработки воздуха.....	64
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Расчетные воздухообмены.....	66

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы проектирования систем вентиляции в здании института очень актуальны. Сложность решения обусловлена большим разнообразием институтов по назначению, что затрудняет принятие инженерных решений из-за отсутствия их типологии.

Проектирование внутренних систем в зданиях института имеет специфику, которая определяется рядом особенностей воздушной среды самого здания. Неорганизованный воздухообмен в данных учреждениях, свойственный любым зданиям, приводит к перемешиванию воздушных потоков вместе с вредными веществами.

Качество воздуха определяется такими параметрами, как концентрация микроорганизмов в воздухе, наличие источников теплоты, газов и других вредных выделений. Хорошее качество воздушной среды обеспечивают организация рационального воздухообмена, эффективная работа систем вентиляции воздуха и высококачественные способы управления и эксплуатации этой системы.

Обеспечение требуемых санитарно-гигиенических показателей микроклимата помещений различных классов чистоты и воздушной среды – комплексная задача, которую необходимо решать на всех стадиях от проектирования до эксплуатации зданий учебных заведений.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

Объектом проектирования является строящееся здание института для застройки жилого района в границах улица Чичерина, проспект Комсомольский в городе Челябинск. Здание пятиэтажное и имеет чердачное помещение.

Правильно организованная, спроектированная и смонтированная система вентиляции необходима для здания института, потому что в здании находится большое число людей в аудиториях, а так же есть спорткомплекс и конференц. зал для этого требуется высокое качество внутреннего воздуха для отличного самочувствия и, как следствие, хорошего учебного процесса.

На первом этаже расположены технические помещения, а именно помещения ИТП, электрощитовая, гараж, комнаты уборочного инвентаря, гардероб, санузлы, ректорат, столовая и пищеблок.

На втором этаже находятся помещения с большим количеством людей, а именно 10 аудиторий, бухгалтерия, отдел информационных технологий, отдел кадров, редакционно-издательский отдел, медпункт, учебный отдел, копи-центр, комната уборочного инвентаря и санузлы.

На третьем этаже – девять аудиторий на от 30 до 42 мест и одна на 80 мест, кафедра, комната уборочного инвентаря и санузлы.

На четвертом этаже расположены пять аудиторий от 30 до 42 мест и одна на 80 мест, библиотека, кафедра, КУИ и С/У.

На пятом этаже находятся спорткомплекс, раздевалка, душевая, конференц зал, примерка, комната для аппаратуры, санузлы, серверная.

На чердачном помещении имеется котельная, ИТП, венткамера

Объект проектирования – здание института.

Месторасположение здания – г. Челябинск, Курчатовский район, ул. Чичерина.

Главный фасад ориентирован на запад.

Расчетная географическая широта – 55° с.ш.

Назначение здания – образовательное учреждение

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Высота этажа 4,2 м

Теплоноситель и его параметры – тепловые сети, вода 95-70 °С;

Концентрация CO₂ в наружном воздухе Y_н, л/м³ – 0,5

Запыленность наружного воздуха K_н, мг/м³ – 0,8

1.1 Расчетные параметры наружного воздуха

Согласно действующему СП 60.13330.2012 п. 5.3 заданные параметры микроклимата в рабочей зоне общественных зданий следует обеспечивать по параметрам Б и в зимний, и в летний периоды года. Расчетные параметры наружного воздуха для летнего и зимнего периодов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Наименование параметра	Период года	
	Теплый	Холодный
Температура, tн, С	25,9	-34
Энтальпия, In, кДж/кг	52,3	-33,5
Скорость ветра, un, м/с	3,2	4,5
Барометрическое давление, Pб, гПа	985	985

1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха для зимнего периода приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Назначение помещения	Температура tв, °С	Влажность φв, %
Аудитория	+20	<60
Лаборатория	+18	<60
Учебные кабинеты	+20	<60
Читальный зал	+20	<60
Конференц-зал	+20	<60
Служебные помещения	+18	<60
Столовая	+18	<60

Назначение помещения	Температура t_v , °С	Влажность ϕ_v , %
Вспомогательные помещения столовой	+5	<60
Санузлы	+16	<60
Лестничная клетка	+16	<60
Комната уборочного инвентаря	+16	<60
Горячий цех	+16	<60

Температура внутреннего воздуха из указанного в ГОСТ 30494-94 диапазона уточняется: в теплый и холодный периоды t_v уточняется по справочной литературе для помещений определенного назначения. Принимается по ГОСТ 30494-2011.

2 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИЯХ

2.1 Расчет поступления вредных в помещения горячего цеха и раздаточной

Температуру внутреннего воздуха в горячем цехе принимаем равной $t_b=16^\circ\text{C}$. Будем считать, что поваров – 6 человек, все женщины, выполняют работу средней тяжести. Площадь помещения по плану $67,35 \text{ м}^2$, объем помещения $V=67,35 \cdot 4,2=282,87 \text{ м}^3$. На раздаче также работают 3 человека, женщины, работа средней тяжести. Площадь помещения составляет 10 м^2 , объем помещения $V=10 \cdot 4,2=42 \text{ м}^3$. Так как работа столовой на полную загрузку в летний период не предполагается, расчет ведем только для холодного периода года, солнечную радиацию не учитываем.

Количество явного тепла определяется по формуле

$$Q_{\text{я}}=q_{\text{я}} \cdot N, \quad (2.1)$$

где $q_{\text{я}}$ – количество явного тепла, Вт, выделяемое мужчиной при температуре $t_b=16^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{я}}=129 \cdot (6 \cdot 0,85 + 3 \cdot 0,85) = 987 \text{ Вт};$$

Аналогично рассчитываем количество полного тепла и влаги:

$$Q_{\text{п}}=209 \cdot (6 \cdot 0,85 + 3 \cdot 0,85) = 1599 \text{ Вт};$$

$$M_w=116 \cdot (6 \cdot 0,85 + 3 \cdot 0,85) = 887 \text{ г/час};$$

Определяем количество CO_2 из таблицы 23 [3].

$$M_{\text{CO}_2}=35 \cdot (6 \cdot 0,85 + 3 \cdot 0,85) = 268 \text{ л/час};$$

Количество тепла, исходящее от искусственного освещения определяется по формуле

$$Q_{\text{ио}}=E \cdot F_{\text{пл}} \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta, \quad (2.2)$$

где E – нормативная освещённость рабочего места, лк, таблица 17 [3]; $F_{\text{пл}}$ – площадь пола, м^2 ; $q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения от светильников, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$; η – доля тепла, поступающего в помещение (при отсутствии подшивного потолка - 1).

Для горячего цеха института $E=200$ лк, для раздаточной $E=300$ лк, $q_{\text{осв}}=0,056 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$ для светильников прямого света.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$Q_{\text{но}} = (200 \cdot 67,35 + 300 \cdot 10) \cdot 0,056 \cdot 1 = 922 \text{ Вт.}$$

Технологическое оборудование, установленное в горячем цехе и на раздаче, сведено в таблицу 2.1.

Коэффициенты загрузки K_z принимаем согласно.

Таблица 2.1 – Технологическое оборудование горячего цеха и раздаточной

Наименование оборудования	Марка оборудования	K_z	Количество, шт.	Мощность, кВт	Объем воздуха	
					Вытяжка	Приток
Плита электрическая	ЭП 4ЖШ	0,65	2	16,8	750	400
Сковорода	СЭСМ-0,5	0,5	1	12	600	250
Пароконвектомат	ПКА10-1/1ВМ	0,5	1	10,6	800	-
Котел пищеварочный	КПЭМ-100/9 Т	0,3	2	13,5	550	400
Котел пищеварочный	КПЭМ-250/9Т	0,3	1	18,1	750	400
Универсальный привод	УКМ	0,3	1	1,5	-	-
Электрокипятильник	КНЭ-100-01	0,3	1	10	-	-
Шкаф холодильный	ШХ-1,4 Polair	0,3	1	0,62	-	-
Стол охлаждаемый	RADA CX-207БН	0,3	1	0,36	-	-
Мармит 1-х блюд	ПМЭС-70М	0,5	1	4	-	-
Мармит 2-х блюд	ЭМК-70М	0,5	1	3	-	-

Теплопоступления от технологического оборудования рассчитываем по формуле

$$Q_{\text{об}} = 1000 \cdot K_o \cdot \sum (N_{\text{об}} \cdot K_z) \cdot (1 - K_{\text{укр}}), \quad (2.3)$$

где K_o – коэффициент одновременности работы оборудования, для столовых принимается $K_o = 0,8$; $K_{\text{укр}}$ – коэффициент укрытия, при использовании зонтов принимаем $K_{\text{укр}} = 0,5$, при использовании модульного оборудования – $0,75$.

$$Q_{\text{об}} = 1000 \cdot 0,8 \cdot [(2 \cdot 16,8 \cdot 0,65)(1 - 0,75) + (1 \cdot 12 \cdot 0,5)(1 - 0,75) + (1 \cdot 10,6 \cdot 0,5)(1 - 0,5) + (2 \cdot 13,5 \cdot 0,3)(1 - 0,75) + (1 \cdot 18,1 \cdot 0,3)(10,75) + (1,5 \cdot 0,3 + 10 \cdot 0,3 + 0,62 \cdot 0,3 + 0,36 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5)] = 16103 \text{ Вт.}$$

При наличии местных отсосов влаговыведения от оборудования не учитываются в общем балансе помещения.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР

2.2 Расчет поступления вредных веществ в помещение обеденного зала

Температуру внутреннего воздуха в обеденном зале принимаем равной $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$. Считаем, что в зале одновременно могут находиться 130 человек, с учетом 50% мужчин и 50% женщин. Категория работы – легкая. Площадь помещения по плану $210,85 \text{ м}^2$, объем помещения $V= 210,85 \cdot 4,2=885,57 \text{ м}^3$. Расчет также только для холодного периода года.

$$Q_{я}= 108 \cdot (0,85 \cdot 65+65)= 12987 \text{ Вт};$$

$$Q_{п}=166 \cdot (0,85 \cdot 65+65)= 19962 \text{ Вт};$$

$$M_{w}=67 \cdot (0,85 \cdot 65+65)= 8057 \text{ г/час};$$

$$M_{\text{CO}_2}=25 \cdot (0,85 \cdot 65+65)= 3006 \text{ л/час}.$$

Для обеденного зала института $E=200$ лк, $q_{\text{осв}}=0,056 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$ для светильников прямого света, при наличии подшивного потолка $\eta=0,8$.

$$Q_{\text{но}}=200 \cdot 210,85 \cdot 0,056 \cdot 0,8= 1890 \text{ Вт}.$$

Теплопоступления от остывающей пищи определяются по формуле

$$Q_{\text{пищи}}^{\text{явн}} = \frac{g \cdot N \cdot (t_n - t_k) \cdot C_{\text{сп}}}{\tau \cdot 3,6}, \quad (2.4)$$

где g – средняя масса блюд на одного посетителя, для столовой принимаем $g= 0,85 \text{ кг}$; $c_{\text{сп}}$ – средняя теплоемкость пищи, $c_{\text{сп}}= 3,35 \text{ кДж/(кг} \cdot ^{\circ}\text{C)}$; t_n – температура пищи, поступающей в обеденный зал, $t_n= 70^{\circ}\text{C}$; t_k – температура пищи в момент потребления, $t_k= 40^{\circ}\text{C}$; N – число посадочных мест, $N= 130$; τ – продолжительность принятия пищи, для столовой с самообслуживанием принимаем $\tau = 0,3$ часа.

$$Q_{\text{пищи}}^{\text{явн}} = (0,85 \cdot 130 \cdot (70-40) \cdot 3,35)/(0,3 \cdot 3,6)= 10283 \text{ Вт}.$$

Для определения полной теплоты значение явной умножают на коэффициент $k=2$:

$$Q_{\text{пищи}}^{\text{полн}}=2 \cdot 10283= 20566 \text{ Вт}.$$

Количество влаги, выделяемое пищей, определяем по формуле

$$M_w^{\text{пищи}} = \frac{\kappa \cdot g \cdot C_{\text{сп}} \cdot (t_n - t_k) \cdot nN}{\tau \cdot (2500 + 1,8 \cdot t_{\text{сп}})}, \quad (2.5)$$

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

где k – понижающий коэффициент, учитывающий наличие жировой пленки $k=0,34$; t_{cp} – средняя температура блюда в зале, $t_{cp}=(70+40)/2= 55^{\circ}\text{C}$.

$$M_w^{пищи} = (0,34 \cdot 0,85 \cdot 3,35 \cdot (70-40) \cdot 130) / (0,3 \cdot (2500+1,8 \cdot 55)) = 3775,8 / 779,7 = 4,84 \text{ кг/ч}$$

Сводим данные о поступлении вредностей в помещения горячего цеха и раздаточной, обеденного зала в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Поступление вредностей в помещения горячего цеха и раздаточной, обеденного зала и мучного цеха

	от людей			от остывающей пищи			Q _{ио} , Вт	Q _{об} , Вт	M _{со2} , л/ч	всего		
	Q _я , Вт	Q _п , Вт	M _w , г/ч	Q _я , Вт	Q _п , Вт	M _w , г/ч				Q _я , Вт	Q _п , Вт	M _w , г/ч
Г.Д. + раздаточная	987	1599	887	-	-	-	922	16103	268	18012	18624	887
обеденный зал	12987	19962	8057	10283	20566	4840	1890	-	3006	25160	43669	12897

Суммарные поступления явной теплоты в помещения определяются по формуле

$$\sum Q_y = Q_y^{люд} + Q_y^{пищи} + Q_{об} + Q_{и.о.}, \quad (2.6)$$

Суммарные поступления полной теплоты – по аналогичной формуле

$$\sum Q_n = Q_n^{люд} + Q_n^{пищи} + Q_{об} + Q_{и.о.}, \quad (2.7)$$

2.3 Расчет воздухообмена в горячем цехе и обеденном зале

По рекомендациям воздушный баланс горячего цеха определяют из расчета компенсации воздуха, удаляемого местными отсосами, вентилируемыми потолками и общеобменной вытяжной вентиляцией.

Для предотвращения распространения запахов, связанных с приготовлением пищи, давление в горячем цеху поддерживается ниже, чем в смежных помещениях. Это достигается поддержанием воздухообмена, при котором переток из смежных помещений в горячий цех составляет как минимум 10 %, но не более 60 % от общего расхода воздуха, удаляемого из горячего цеха.

Расход воздуха, удаляемого из горячего цеха, определяется как сумма расхода воздуха, удаляемого через местные отсосы и двухкратной общеобменной вытяжки из верхней зоны. На основе данных таблицы 3 определим суммарный расход воздуха, удаляемого местными отсосами $L_{\text{выт.}}^{\text{м.о.}}$.

$$L_{\text{выт.}}^{\text{м.о.}} = \sum L_{\text{выт.}}^{\text{м.о.}} + 1 \cdot N_i, \quad (2.8)$$

$$L_{\text{выт.}}^{\text{м.о.}} = 2 \cdot 750 + 1 \cdot 600 + 1 \cdot 800 + 2 \cdot 550 + 1 \cdot 750 = 4750 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В таком случае общеобменная вытяжка $L_{\text{выт.}}^{\text{об.об.}}$ определяется по формуле

$$L_{\text{выт.}}^{\text{об.об.}} = 2 \cdot V_{\text{пом.}}, \quad (2.9)$$

$$L_{\text{выт.}}^{\text{об.об.}} = 2 \cdot (282,87 + 42) = 650 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Общий расход воздуха, удаляемого из горячего цеха, составит

$$L_{\text{выт.}} = 4750 + 650 = 5400 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Аналогично формуле определяем количество приточного воздуха, подаваемого в помещение МВО:

$$L_{\text{прит.}}^{\text{м.в.о.}} = 2 \cdot 400 + 1 \cdot 250 + 2 \cdot 400 + 1 \cdot 400 = 2250 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для дальнейшего расчета необходимо определить параметры воздуха в обеденном зале, построив процесс на I,d-диаграмме (приложение А.1). Ведем расчет по удалению избытков тепла и влаги.

Определим величину коэффициента ε :

$$\varepsilon = 3600 \cdot Q_{\text{п}} / M_{\text{w}}, \quad (2.10)$$

$$\varepsilon = 3600 \cdot 43669 / 12897 = 12190 \text{ кДж/кг}.$$

Рассчитываем воздухообмен по формуле

$$G_{\text{пр}} = 3,6 \cdot Q_{\text{п}} / (I_{\text{y}} - I_{\text{пр}}), \quad (2.11)$$

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для того, чтобы построить процесс на диаграмме, необходимо определить t_y – температуру удаляемого воздуха, $^{\circ}\text{C}$:

$$t_y = t_b + \text{grad}t \cdot (H - H_{p.з.}) \quad (2.12)$$

где t_b – температура внутреннего воздуха, для обеденного зала $t_b = 18^{\circ}\text{C}$; $\text{grad}t$ определяется в зависимости от теплонапряженности q , $\text{Вт}/\text{м}^3$:

$$q = 25160/885,57 = 29 \text{ Вт}/\text{м}^3.$$

Тогда $\text{grad}t$ составит приблизительно $1,5^{\circ}\text{C}/\text{м}$. Так как люди преимущественно сидят, примем $H_{p.з.} = 1,5$ м, для обеденного зала $H = 4,2$ м, тогда

$$t_y = 18 + 1,5 \cdot (4,2 - 1,5) = 22^{\circ}\text{C};$$

Температуру приточного воздуха определяем по следующей формуле

$$t_{\text{пр}} = t_b - \Delta t_{\text{пр}}, \quad (2.14)$$

где $\Delta t_{\text{пр}}$ – перепад температур на притоке, $^{\circ}\text{C}$, принимаем для подачи воздуха через потолочные диффузоры $\Delta t_{\text{пр}} = 7^{\circ}\text{C}$.

$$t_{\text{пр}} = 18 - 7 = 11^{\circ}\text{C}.$$

Затем строим на I, d -диаграмме процесс, чтобы определить значения энтальпий I_y , $I_{\text{пр}}$ (см. приложение А.1).

Находим точку Н по значениям $I_n = -33,5$ кДж/кг и $t_n = -34^{\circ}\text{C}$.

Нагрев по $d = \text{const}$ из точки Н – отмечаем точку П по известной $t_{\text{пр}} = 11^{\circ}\text{C}$.

Проводим линию параллельно $\varepsilon = 12190$ кДж/кг до пересечения с $t_y = 22^{\circ}\text{C}$, на пересечении отмечаем точку У.

$$I_y = 25 \text{ кДж}/\text{кг};$$

$$I_{\text{пр}} = 11 \text{ кДж}/\text{кг}.$$

Тогда по формуле (2.11) воздухообмен составит:

$$G_p = 3,6 \cdot 43669 / (25 - 11) = 11229 \text{ кг}/\text{ч}.$$

Переведём массовый расход воздуха в объёмный и подсчитаем кратность воздухообмена:

$$L = G/\rho = 11229/1,2 = 9357,5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$K = L/V_{\text{пом}} = 9357,5/885,57 = 11 \text{ ч}^{-1};$$

Выполним проверку на компенсацию санитарной нормы и удаление CO_2 . При кратковременном пребывании людей сан. норма – $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на человека.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$L_{\text{CH}}=130 \cdot 20=2600 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_{\text{CO}_2}=M_{\text{CO}_2}/(c_{\text{y}}^{\text{CO}_2}-c_{\text{пр}}^{\text{CO}_2}); \quad (2.15)$$

$c_{\text{y}}^{\text{CO}_2}=2 \text{ л/м}^3$ – при нахождении людей в помещении менее 2 часов.

$$L_{\text{CO}_2}=3006/(2-0,4)=1879 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Таким образом, расчётный воздухообмен $G_p=11229 \text{ м}^3/\text{ч}$ компенсирует сан. норму и удаляет избытки CO_2 .

Определим количество воздуха, перетекающее из обеденного зала в горячий цех через открытый проем раздаточной:

$$L_{\text{переток}}=L_{\text{выт.}}-L_{\text{прит.}}^{\text{м.в.о}} \quad (2.16)$$

$$L_{\text{переток}}=5400-2250=3150 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Проверим по нормам:

Максимально возможный объем перетока из обеденного зала в горячий цех составляет 60% от $L_{\text{выт.}}$:

$$L_{\text{переток}}^{\text{max}}=0,6 \cdot 5400=3240 \text{ м}^3/\text{ч} > 3150 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В таком случае принимаем рассчитанный расход $L_{\text{переток}}=3150 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Тогда объем воздуха, удаляемый непосредственно из обеденного зала:

$$L_{\text{выт.}}=9357,5-3150=6207 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимо также определить фактическую температуру в горячем цехе. Для этого на I,d-диаграмме находим точку смеси воздуха, поступающего из зала, и подаваемого МВО.

Температура приточного воздуха, подаваемого МВО, составляет $t_{\text{пр.}}=12^\circ\text{C}$; воздух, перетекающий из обеденного зала, берем для расчета при параметрах $t_{\text{в}}$ и $I_{\text{в}}$.

Тогда температуру смеси определим по формуле

$$t_c = \frac{L_{\text{прит.}}^{\text{м.в.о.}} + L_{\text{переток}} * t_{\text{в}}}{L_{\text{прит.}}^{\text{м.в.о.}} + L_{\text{переток}}}, \quad (2.17)$$

$$t_c=(2250 \cdot 12+3150 \cdot 18)/(2250+3150)=15,5^\circ\text{C}.$$

Из точки смеси проводим луч процесса, параллельный $\varepsilon=6900 \text{ кДж/кг}$ (при установке менее 4-ех варочных котлов).

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Положение точки удаляемого воздуха на луче находим из уравнения теплового баланса:

$$I_{уд} = \frac{3,6 \cdot Q_n + L_{переток} \cdot \rho_{нр} \cdot I_c}{L_{уд..} \cdot \rho}, \quad (2.18)$$

$$I_{уд.} = (3,6 \cdot 18624 + 5400 \cdot 1,2 \cdot 17) / 5400 \cdot 1,2 = 27,3 \text{ кДж/кг.}$$

По диаграмме определяем температуру удаляемого воздуха $t_y = 22^\circ\text{C}$. Тогда из формулы (2.12) выразим t_b :

$$t_e = t_y - gradt, \quad (2.19)$$

$$t_b = 22 - 1,5 \cdot (4,2 - 2) = 18,7^\circ\text{C.}$$

Таким образом, температура внутреннего воздуха в рабочей зоне горячего цеха поддерживается в пределах допустимых отклонений.

2.4 Расчет поступления вредных в конференц зал

Расчётное количество мест в конференц. зале составляет 198 человек. Объем зрительного зала $V = 197,39 \cdot 5 = 987 \text{ м}^3$. Примем, что среди слушателей 50% - мужчины, 50% - женщины. Зрители пребывают в состоянии покоя. Для теплого периода года проектируем кондиционирование воздуха.

Определяем теплопоступления в зал.

Теплый период, $t_b = 23^\circ\text{C}$.

$$Q_{я} = 72 \cdot (99 + 99 \cdot 0,85) = 13187 \text{ Вт};$$

$$Q_{п} = 105 \cdot (99 + 99 \cdot 0,85) = 19231 \text{ Вт};$$

$$M_w = 46 \cdot (99 + 99 \cdot 0,85) = 8425 \text{ г/час.}$$

Холодный период, $t_b = 20^\circ\text{C}$.

$$Q_{я} = 90 \cdot 183,15 = 16484 \text{ Вт};$$

$$Q_{п} = 120 \cdot 183,15 = 21978 \text{ Вт};$$

$$M_w = 40 \cdot 183,15 = 7326 \text{ г/час};$$

$$M_{CO_2} = 23 \cdot 183,15 = 4212 \text{ л/час.}$$

Количество тепла, исходящее от искусственного освещения: для конференц зала $E = 300 \text{ лк}$, $q_{осв} = 0,056 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$ для светильников прямого света, $\eta = 0,8$.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$Q_{\text{но}} = 300 \cdot 197,39 \cdot 0,056 \cdot 0,8 = 2653 \text{ Вт.}$$

Теплопоступления от солнечной радиации через окна (в конференц зале 4 окна, ориентированы на восток и 7 окн ориентированных на юг, тройное остекление в металлических переплетах, без элементов затенения) определим в программе «SunnyRadiation». Ввод исходных данных представлен на рисунке 2.1 – 2.2, результат расчета и час максимальной активности – на рисунке 2.3 – и 2.4.

Окна

Высота окна : $H = 0,8$ м

Ширина окна : $B = 0,45$ м

Длина горизонт. эл-тов затенения : $L_g = 0,3$ м

Длина вертик. эл-тов затенения : $L_b = 0,3$ м

Расстояние от горизонтального : $a = 0$ м

и вертикального : $c = 0$ м

элементов затенения до откоса светового проёма

Количество однотипных одинаково направленных окон : 1 шт.

Площадь световых проёмов : $F_{\text{п}} = 0,36$ м²

Приведённый коэф. поглощения солнечной радиации : $\rho_{\text{п}} = 0,25$

Сопротивление теплопередаче заполнения светового проёма : $R_{\text{п}} = 0,34$ м²·°C/Вт

Козф. затенения светового проёма переплётами : $\tau_2 = 0,9$

Козф. относ. проникания солн. радиации : $K_{\text{отн}} = 0,9$

Оrientations: С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ

Рисунок 2.1 – Ввод исходных данных для расчета

Окна

Высота окна : $H = 2,175$ м

Ширина окна : $B = 0,85$ м

Длина горизонт. эл-тов затенения : $Lr = 0,3$ м

Длина вертик. эл-тов затенения : $Lb = 0,3$ м

Расстояние от горизонтального : $a = 0$ м

и вертикального : $c = 0$ м

элементов затенения до откоса светового проёма

Количество однотипных одинаково направленных окон : шт.

Площадь световых проёмов : $F_{\Pi} = 1,848$ м²

Приведённый коэф. поглощения солнечной радиации : $\rho_{\Pi} = 0,25$

Сопротивление теплопередаче заполнения светового проёма : $R_{\Pi} = 0,34$ м²·°C/Вт

Коэф. затенения светового проёма переплётными : $\tau_2 = 0,9$

Коэф. относ. проникания солн. радиации : $K_{отн} = 0,9$

С
 СВ
 В
 ЮВ
 Ю
 ЮЗ
 З
 СЗ

Рисунок 2.2 – Ввод исходных данных для расчета

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
$Q_{вп.}$ Вт/м ²	79	184	271	317	317	271	184	79	3	0
$Q_{вр.}$ Вт/м ²	81	86	87	88	88	87	86	81	73	55
h , °	40	49	56	61	61	56	49	40	30	20
A_c , °	76	60	40	16	16	40	60	76	87	99
A_o , °	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_{co} , °	76	60	40	16	16	40	60	76	87	99
β , °	16	23	27	28	28	27	23	16	5	-23
S_v Вт/м ²	137	242	327	370	370	327	242	137	28	0
D_v Вт/м ²	110	116	118	120	120	118	116	110	99	73
β_2	-0,13	0,13	0,38	0,6	0,79	0,92	0,99	0,99	0,92	0,79
$K_{инс.в.}$	0	0	0,1183	0,2369	0,2369	0,1183	0	0	0	1
$K_{обл.}$	0,4525	0,4525	0,4525	0,4525	0,4525	0,4525	0,4525	0,4525	0,4525	0,4525
$Q_{пр.}$ Вт/м ²	30	32	58	93	93	58	32	30	27	20
$t_{н.усл.}$, °C	21,9613	23,895	26,0639	28,0989	29,4954	30,0329	30,216	30,1933	29,6371	28,5831
$Q_{пт.}$ Вт/м ²	6	11	18	24	28	30	30	30	28	25
$Q_{пр.} + Q_{пт.}$	35	43	76	117	121	87	62	60	55	45
$Q_{ост.}$ Вт	13	16	28	43	44	32	23	22	20	17

MAX

Рисунок 2.3 – Результаты расчета

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
$Q_{вп.}$, Вт/м ²	497	372	193	37	0	0	0	0	0	0
$Q_{вр.}$, Вт/м ²	121	100	81	72	65	60	58	58	53	44
h , °	40	49	56	61	61	56	49	40	30	20
Ac , °	76	60	40	16	16	40	60	76	87	99
Ao , °	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
$Асо$, °	14	30	50	74	74	50	30	14	3	9
β , °	49	37	23	9	9	23	37	49	60	70
$S_{в.}$, Вт/м ²	570	455	279	105	0	0	0	0	0	0
$D_{в.}$, Вт/м ²	164	135	111	98	87	81	79	78	72	59
β_2	-0,13	0,13	0,38	0,6	0,79	0,92	0,99	0,99	0,92	0,79
$K_{инс.в.}$	0,8035	0,6513	0,3958	0	0	0,3958	0,6513	0,8035	0,9022	0,8964
$K_{обл.}$	0,7243	0,7243	0,7243	0,7243	0,7243	0,7243	0,7243	0,7243	0,7243	0,7243
$Q_{пр.}$, Вт/м ²	394	255	109	42	38	35	34	34	31	26
$t_{н.усл.}$, °С	26,3731	26,7572	26,8877	27,5044	28,8342	29,7533	30,2556	30,2496	29,6987	28,6643
$Q_{пт.}$, Вт/м ²	19	20	20	22	26	29	30	30	29	25
$Q_{пр.} + Q_{пт.}$	413	275	130	64	64	64	64	64	60	51
$Q_{ост.}$, Вт	775	516	243	121	120	120	120	120	112	96

MAX

Рисунок 2.4 – Результаты расчета

Сводим данные о поступлении вредностей в конференц зал в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Поступление вредностей в помещение актового зала

Период	Теплопоступления, Вт						M_w , г/ч	W_{o2} , л/ч
	от людей		$Q_{ок.}$, Вт	$Q_{и.о.}$, Вт	всего			
	$Q_{я.}$, Вт	$Q_{п.}$, Вт			$Q_{я.}$, Вт	$Q_{п.}$, Вт		
Теплый	3187	19231	775	2653	15840	21884	8425	212
Холодный	6484	21978	-	2653	19137	4631	7326	212

2.5 Расчет воздухообмена в конференц зале

Для холодного периода года ведем расчет аналогично приведенному в п.2.4.

$$\varepsilon = 3600 \cdot 24631 / 7326 = 12104$$

$$q = 19137 / 987 = 19,3 \text{ Вт/м}^3.$$

Тогда $gradt$ составит приблизительно 1,5 °С/м.

$$t_y = 20 + 1,5 \cdot (4,2 - 1,5) = 24^0\text{C};$$

Воздух подаем через потолочные диффузоры, $\Delta t_{\text{пр}}=7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$t_{\text{пр}}=20-7=13\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

По диаграмме, представленной в приложении А, определяем параметры приточного и удаляемого воздуха:

$$I_y=47\text{ кДж/кг}, I_{\text{п}}=33,5\text{ кДж/кг}.$$

$$G_p=3,6 \cdot 24631 / (47-33,5)=6568\text{ кг/ч}.$$

Переведём массовый расход воздуха в объёмный и подсчитаем кратность воздухообмена:

$$L=G/\rho=6568/1,2=5473\text{ м}^3/\text{ч};$$

$$K=L/V_{\text{пом}}=5473/987=5,5\text{ ч}^{-1};$$

Выполним проверку на компенсацию санитарной нормы и удаление CO_2 . При кратковременном пребывании людей сан. норма – $20\text{ м}^3/\text{ч}$ на человека.

$$L_{\text{сн}}=199 \cdot 20=3960\text{ м}^3/\text{ч};$$

По формуле (2.15) при $c_y^{\text{CO}_2}=2\text{ л/м}^3$ – при нахождении людей в помещении менее 2 часов определяем расход наружного воздуха, достаточный для удаления углекислого газа:

$$L_{\text{CO}_2}=4212 / (2-0,4)=2632\text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, расчётный воздухообмен $G_p=6568\text{ м}^3/\text{ч}$ компенсирует сан. норму и удаляет избытки CO_2 .

В тёплый период проектируем кондиционирование воздуха в зале. В расчетной точке В принимаем параметры воздуха: $t_{\text{в}}=23\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi_{\text{в}}=55\%$.

$$\varepsilon=3600 \cdot 21884 / 8425=9351\text{ кДж/кг}.$$

$$q=15840 / 987=16\text{ Вт/м}^3.$$

Тогда $\text{grad}t$ составит приблизительно $0,9\text{ }^{\circ}\text{C/м}$.

$$t_y=23+0,9 \cdot (4,2-1,5)=25,4\text{ }^{\circ}\text{C};$$

На диаграмму, представленную в приложении А наносим точку В и строим луч процесса, на котором по рассчитанной температуре удаляемого воздуха отмечаем точку У, $I_y=49\text{ кДж/кг}$.

Тогда при расчетном зимнем воздухообмене 6568 кг/ч определим энтальпию приточного воздуха по формуле, обратной (2.11):

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$I_{\text{п}}=(49 \cdot 6568 - 4,2 \cdot 21884) / 6568 = 35 \text{ кДж/кг.}$$

На диаграмме строим точку П, $t_{\text{п}}=13^{\circ}\text{C}$.

Перепад температур между внутренним и приточным воздухом:

$$t_{\text{пр}}=23-7=16^{\circ}\text{C}, \Delta t_{\text{пр}}=7^{\circ}\text{C}.$$

Отмечаем на диаграмме точку П' по $d=\text{const}$ на 1°C ниже точки П.

Точку Н отмечаем по параметрам наружного воздуха Б из таблицы 1. Продолжаем луч НП' до пересечения с $\phi=100\%$, отмечаем точку f. Температура $t_f=1^{\circ}\text{C}$. Для получения расчетных параметров приточного воздуха может быть использовано изменение расхода воды в водяном охладителе или отключение одной из ступеней охлаждения во фреоновом. Холодоснабжение центрального кондиционера в ВКП не рассматривается.

2.6 Расчет воздухообмена во вспомогательных помещениях

Для расчета воздухообмена большинства остальных помещений используем рекомендуемые [3] кратности воздухообмена.

Расчет для всех помещений института сводим в таблицу Б (Приложение Б). Для каждого этажа здания сводим баланс к нулевому. Для подвала допускается положительный дисбаланс не компенсировать дополнительной вытяжкой.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ

3.1 Вентиляция

Вентиляция воздуха для помещений аудиторий, учебных кабинетов и т.д. предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением воздуха. Для вспомогательных и иных помещений вытяжная вентиляция с естественным побуждением. Система вентиляции обеспечивает требуемую по санитарно - гигиеническим требованиям кратность воздухообмена в помещениях.

Количество людей и характеристики технологического оборудования приняты согласно заданию.

В горячем цехе предусмотрена установка комбинированных местных отсосов типа МВО.

Загрязненный воздух, отводимый от местной вытяжной вентиляции производственных помещений кухонного блока, удаляется вытяжным оборудованием (система В16 - кухонный вентилятор фирмы Shuft).

Для обеденного зала предусмотрена система теплоутилизации с использованием оборудования фирмы Shuft, установленным в венткамере.

Все приточные установки общеобменной вентиляции приняты фирмы Shuft, оборудование приточных систем устанавливается в специальных венткамерах.

Воздухозабор для приточных систем общеобменной вентиляции организован в стене здания с улицы, с размещением воздухозаборных решеток типа АРН. Согласно [18] общие приемные устройства наружного воздуха допускается предусматривать для приточных систем общеобменной вентиляции и для приточных систем противодымной вентиляции в пределах одного пожарного отсека. Таким образом, воздухозабор для систем предусмотрен местный. Наружные решётки АРН предназначены для забора свежего воздуха и удаления загрязнённого воздуха из зданий. Решётки АРН представляют собой прямоугольную раму с установленными в неё неподвижными жалюзи, форма которых препятствует проникновению атмосферных осадков с улицы. В моделях АРН дополнительно установлена защитная сетка. Минимальный размер решетки 150x150 мм, максимальный –

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2000x1950 мм, с шагом 50 мм; возможно изготовление решеток с нестандартным шагом. Решетки изготавливаются из алюминия и окрашиваются методом порошкового напыления в белый цвет (RAL 9016). При изготовлении на заказ возможна окраска решеток в любой цвет по каталогу RAL или текстурирование.

Предусмотрена установка противопожарных нормально открытых клапанов на воздуховодах приточных систем общеобменной вентиляции в местах пересечения ими ограждений с нормируемым пределом огнестойкости.

Согласно требованиям [7], воздуховоды приточных систем вентиляции, проходящие по чердаку, выполняются в теплоизоляции класса НГ типа "Огне-Вент-Базальт" s=50мм.

Места прохода воздуховодов через стены, перегородки уплотняются негорючим материалом (минераловата на базальтовой основе), обеспечивая предел огнестойкости пересекаемой строительной конструкции. В качестве воздухораспределительных устройств для большинства помещений приняты регулируемые алюминиевые решетки типа АМР-М (фирмы "Арктос"). Решетки АМР-М оснащены интегрированными в корпус решетки регуляторами расхода воздуха. Регулирование расхода воздуха осуществляется с помощью флажкового механизма поворота жалюзи регулятора вручную без использования инструмента. С целью удобства установки решетки могут дополнительно комплектоваться монтажной рамой. Настенный монтаж производится с помощью пружинных фиксаторов. Потолочный монтаж рекомендуется производить с помощью самонарезающих винтов. Решетки окрашиваются методом порошкового напыления в белый цвет (RAL 9016). При изготовлении продукции на заказ возможна окраска в любой цвет по каталогу RAL или текстурирование. Минимальный размер решетки 100 x 100 мм, максимальный 1200 мм по одной из сторон, шаг 50 мм, также возможно изготовление под заказ решеток с нестандартным шагом.

В обеденном зале столовой запроектирована установка диффузоров типа АПР.

Согласно требованиям [18], в здании института, предусмотрена установка ВТЗ над входными дверями (У1, У2, У3, У4) – температура наружного воздуха в

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

зимний период по параметрам Б -34°С, количество проходящих через двери людей – более 250 в час. Так как ВТЗ имеют внутренний забор воздуха, в воздушном балансе здания они не учитываются.

Воздуховоды систем общеобменной вентиляции выполнить из оцинкованной стали, согласно [18] принять класс герметичности в следующем порядке:

-Воздуховоды систем местной вытяжной вентиляции, транзитные воздуховоды с нормируемым пределом огнестойкости, воздуховоды систем, напор по сети у которых превышает 600 Па – класс «В»; воздуховоды приточной системы, класс «С» по ГОСТ Р ЕН 13779 [20].

Остальные воздуховоды выполнить класса «А».

Места прохода транзитных воздуховодов через стены, перегородки уплотнить негорючим материалом (минеральная вата на базальтовой основе), обеспечивая предел огнестойкости пересекаемой строительной конструкции.

Шумоглушители SHUFT серий SRR и SRSR для прямоугольных воздуховодов. Шумоглушители для прямоугольных воздуховодов предназначены для эффективного снижения шума от вентилятора в канале воздуховода, как на притоке, так и на вытяжке. Шумоглушители изготавливаются из оцинкованной стали с шумопоглощающим материалом из минерального волокна

Воздухонагреватели принимаем согласно листов подбора фирм производителя типа WNC и WNR. Водяной нагреватель WNC предназначен для нагрева воздуха в канальных системах вентиляции. Нагреватель устанавливается непосредственно в канал. В качестве теплоносителя могут использоваться как вода, так и незамерзающие смеси. Конструкция нагревателя может быть установлен как в прямоугольный канал, так и в круглый при установке дополнительных переходников (опция). Корпус изготавливается из оцинкованного стального листа. Поверхность теплообменника изготавливается из медных труб, механически расширенных на ребра в виде пластин. Пластины имеют волнистую форму, что позволяет увеличить поверхность теплообмена, а так же позволяет легко стекать конденсату без засорения теплообменника. Пайка калачей осуществляется припоем с 2% содержанием серебра, что обеспечивает высокое качество паяных деталей

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

обогревателя. Максимальная рабочая температура 150 °С, максимальное давление 16 бар. Воздухонагреватель испытан на герметичность при давлении 24 бар.

Переменный приток воздуха в спортивные залы обеспечивается приточными установками, имеющими частотный преобразователь. Приточные установки для спортзала индивидуальные и обслуживают дополнительно вспомогательные помещения при спортзалах (раздевалки). Для догрева приточного воздуха, поступающего в раздевалки, устанавливаются канальные электрокалориферы-доводчики фирм Shuft.

В основных помещениях (аудитории, читальный зал) воздухообмен организован следующим образом - естественный приток свежего воздуха через кирпичные шахты. Оставшийся объем свежего воздуха подается приточными системами с механическим побуждением, нагретым до 20°С

Согласно СанПиН 2.4.2-2821-10 [16] влажность в помещениях образовательных учреждений должна составлять 40 – 60%. Вентиляция является вентиляцией по востребованию и регулирует расход приточного воздуха для поддержания комфортной влажности в помещении.

Вытяжка из основных и вспомогательных помещений преимущественно естественная с отводом отработанного воздуха по кирпичным каналам в строительном исполнении через вентшахты на кровле.

Высота выброса вентшахт вентиляции с естественным побуждением определяется с учетом аэродинамической тени от парапетов и прочих выступающих элементов на кровле.

Вытяжка из производственных помещений пищеблока, а также помещений с повышенным воздухообменом (кофференц зал, спортивные залы), помещений с сопротивлением сети, превышающим располагаемый естественный напор, предусмотрена с механическим побуждением.

Оборудование вытяжных систем располагается преимущественно на кровле и применено крышного типа. Для систем с малой производительностью предусмотрены канальные или бытовые вентиляторы.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

3.2 Кондиционирование

Для конференц зала предусмотрена установка центрального кондиционера типа КЦКП с реализацией регулируемого процесса «мокрого» охлаждения в поверхностном теплообменнике. В помещении серверной предусмотрена установка двух сплит - систем производства Mitsubishi, имеющих возможность работать круглогодично (снабжены "зимними комплектами"). Одна установка - рабочая, вторая - резервная (на случай выхода из строя основной системы).

3.3 Противодымная вентиляция

Здание института представляет собой единый пожарный отсек.

В проектируемом здании института предусмотрена подача наружного воздуха при возникновении пожара в лестничные клетки, в помещения безопасных зон - лифтовые холлы, в лифтовую шахту для перевозки маломобильных групп населения с функцией "перевозка пожарных подразделений", в защищаемые системами дымоудаления помещения - помещения библиотеки, аудитории, конференц и обеденный залы.

Вентагрегаты систем устанавливаются в венткамерах на кровле и нагнетают свежий воздух во время пожара непосредственно в лестничную клетку. Вентиляторы данных систем приняты осевого типа.

Системы обеспечивают подпор воздуха в помещениях безопасных зон и лифтовой шахты. Вентоборудование данных систем - приточные установки фирмы "ВЕЗА" с подогревом приточного воздуха до +18°C - расположено в специальном помещении на чердаке, в венткамере.

Системы ВД1, ВД2 обеспечивают дымоудаление из коридоров и рекреаций. Вентагрегаты данных систем приняты крышного типа с выбросом дыма вверх.

Вентиляторы систем ВД, также расположены на кровле здания и приняты крышного исполнения.

Продукты горения выбрасываются системами дымоудаления выше уровня кровли здания более чем на 2,0 м.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Для обеспечения массового баланса расхода воздуха, удаляемого системами ВД проектом предусмотрена подача приточного воздуха системами подпора ПД.

Огнезадерживающие клапаны типа КПУ-1Н (фирма "ВЕЗА") с пределом огнестойкости EI90 оснащены эл/приводами с дистанционным и автоматическим управлением, срабатывающими от датчиков дыма, что повышает оперативность в обнаружении пожара и надежность при аварийной эвакуации людей. Огнезадерживающие клапаны устанавливаются на разводящих магистралях при пересечении ими противопожарных преград с нормируемым пределом огнестойкости.

В качестве оборудования для систем противодымной защиты приняты вентиляторы:

ВД - вентиляторы дымоудаления с пределом огнестойкости - 2,0ч/400;

ПД - общепромышленное оборудование.

Вертикальные и горизонтальные транзитные воздуховоды, а также воздуховоды систем общеобменной вентиляции, идущие по чердаку и воздуховод удаляемого из обеденного зала воздуха до приточно-вытяжного агрегата выполнить с теплоогнезащитой типа "ОгнеВент-Базальт" $s=20$ мм с пределом огнестойкости EI30.

Воздуховоды систем противодымной вентиляции выполнить из листовой стали по ГОСТ 19903-90 [21] толщиной не менее 1,2 мм (класс «В») - для систем ВД и не менее 1,0 мм (класс "В") - для систем ПД.

Воздуховоды систем В и ВЕвыполнить с пределом огнестойкости EI 150.

Для воздуховодов системы П принять предел огнестойкости EI 120.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

4 ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ. РАСЧЕТ СТРУИ

Рассмотрим подбор воздухораспределителей на примере конференц зала.

Высота помещения составляет 5 м. Расчетный расход воздуха 3960 м³/ч. Температура приточного воздуха $t_{п}=13^{\circ}\text{C}$, температура внутреннего воздуха $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$.

Определяем требуемую суммарную площадь воздухораспределителей по формуле:

$$F_{\Sigma}=L_{\text{расч.}}/(3600 \cdot v_{\text{рек.}}), \quad (4.1)$$

где $v_{\text{рек.}}$ – рекомендуемая скорость на выходе из решетки, не должна превышать 3 м/с.

$$F_{\Sigma}= 3960/(3600 \cdot 3)= 0,36\text{м}^2.$$

Принимаем решетки АМР-М 10 штук.

Из каталога воздухораспределителей фирмы «Арктос» [6] подбираем решетки 5АМР-М 400x200 с ближайшей большей площадью живого сечения $F_0=0,074 \text{ м}^2$.

Пересчитаем скорость на выходе из диффузора по формуле

$$v_0=L_{\text{расч.}}/(N \cdot 3600 \cdot F_0), \quad (4.2)$$

$$v_0=3960/ (10 \cdot 3600 \cdot 0,074)= 1,5\text{м/с}.$$

$$v_0 < v_{\text{рек.}}$$

Таким образом, в конференц зале принимаем к установке 10 решеток АМР-М400x200. Аналогично подбираем воздухораспределители и для остальных помещений здания, типоразмеры воздухораспределителей представлены на планах этажей в графической части проекта.

Температура и подвижность воздуха на оси струи при входе в рабочую зону не должны превышать нормативных значений. Допустимые параметры во всем объеме рабочей зоны нормируются [2], согласно которому для помещений категории 3а общественных зданий подвижность воздуха не должна превышать 0,3 м/с. Однако на оси струи допускается отклонение параметров от допустимых в худшую сторону, так как ось струи – это точка и попадание под нее человека ма-

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

вероятно. Скорость на оси струи при входе в рабочую зону должна быть не выше допустимой:

$$v_x^{\text{доп}} \leq v_{\text{р.з.}} \cdot K, \quad (4.3)$$

где K – коэффициент перехода от нормируемой скорости к допустимой на оси, для конференц зала, где зрители находятся в состоянии покоя, $K= 1,4$.

$$v_x^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 1,4 = 0,42 \text{ м/с.}$$

Температура на оси струи при входе в рабочую зону при подаче холодного воздуха не должна быть ниже допустимой:

$$t_x^{\text{доп}} \geq t_{\text{в}} - \Delta t_{\text{доп}}, \quad (4.4)$$

где $\Delta t_{\text{доп}}$ – допустимый перепад температур, в зоне прямого действия струи в общественных зданиях $\Delta t_{\text{доп}} = 1,5^\circ\text{C}$.

$$t_x^{\text{доп}} = 20 - 1,5 = 18,5 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Диффузоры АМР-М формируют веерную струю, определяем расстояние от выпуска воздуха до входа его в рабочую зону x , м, по формуле

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{F_{\text{п}}} + H_{\text{р.з.}} \quad (4.5)$$

где $F_{\text{п}}$ – площадь помещения, приходящаяся на 1 воздухораспределитель.

$$F_{\text{п}} = 197,39 / 5 = 38 \text{ м}^2.$$

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{38} + 5 - 1,5 = 6,5 \text{ м.}$$

5 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ

Задача расчёта – определение размеров поперечного сечения воздуховодов и потерь давления в сети. Произведём расчёт приточно-вытяжной системы вентиляции конференц зала П9. Расчётная схема линии приточного воздуха приведена на рисунке 5.1.

Разбиваем схему на участки с неизменным расходом. Рассмотрим подробно первый участок магистрального направления.

Определим требуемую площадь поперечного сечения участка:

$$f=L/(3600 \cdot v_{рек}), \quad (5.1)$$

где $v_{рек}$ – рекомендуемая скорость воздуха, для магистрали при механической вентиляции равна 5-7 м/с, для решёток – до 3 м/с, для ответвлений – 3-5 м/с.

$$f=390/(3600 \cdot 3)=0,036 \text{ м}^2.$$

По требуемой площади подбираем стандартные размеры прямоугольного воздуховода a х b . Минимальный размер прямоугольного воздуховода – 100х100 мм, а минимальная ширина должна быть не меньше размеров присоединяемого ответвления и больше размеров решетки АМР-М 400х200. Принимаем ширину 400 мм.

$$h=f/b=36000/400=90 \text{ мм}.$$

Выбираем воздуховод 400х200 мм, так как не может быть меньше размера решетки АМР-М 400х200.

Пересчитываем скорость воздуха при выбранном размере воздуховода.

$$v=390/(3600 \cdot 0,4 \cdot 0,2)= 1,35 \text{ м/с}.$$

Определяем эквивалентный диаметр воздуховода.

$$d_3=2 \cdot a \cdot b/(a+b), \quad (5.2)$$

$$d_3= 2 \cdot 0,4 \cdot 0,2/(0,4+0,2)=0,26 \text{ м}.$$

По номограмме [3] определяем линейные потери на трение по d_3 и скорости воздуха. В нашем случае $R=0,11$ Па/м.

Для всех участков данные приведены в таблице 5.3.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Определяем коэффициенты местных сопротивлений по таблицам приложения [3], заносим КМС для всех участков линии приточного воздуха системы П9 в таблицу 5.1

Для первого участка сумма ξ складывается из КМС отвода 400x200 на 90° (0,48) и тройника прямоугольного сечения на нагнетании на проход, с соотношением расходов $L_o/L_c=390/3960=0,5$ и соотношением сечений $F_n/F_c=0,1/0,16=0,79$. КМС тройника по таблице 25.8 [3] равен 0,15. Таким образом, сумма КМС на первом участке $\sum \xi = 0,48+0,15= 0,63$.

Определим потери на местных сопротивлениях:

$$Z=\sum \xi \cdot (\rho \cdot v^2)/2, \quad (5.3)$$

$$Z=0,63 \cdot (1,2 \cdot 1,35)/2= 0,7 \text{ Па.}$$

Определяем суммарные потери давления на участке:

$$\Delta P=R \cdot l+Z, \quad (5.4)$$

$$\Delta P= 26 \text{ Па.}$$

Расчет для остальных участков аналогичен, результаты сведены в таблицу 5.1.

Итого суммарные потери давления по линии приточного воздуха в сети ПВ5: $\Delta P= 172 \text{ Па}$.

После расчета потерь давления на магистральном направлении рассчитываются потери давления на участках ответвлений. Сумма потерь давления от начала ответвления до точки присоединения к магистрали не должна более чем на 10% отличаться от суммы потерь давления на магистральном направлении.

Увязка остальных ответвлений производится аналогично.

Для регулировки сети подбираем клапан фирмы «Веза» РЕГУЛЯР. Определим требуемый для снижения давления коэффициент местного сопротивления дроссель-клапана по формуле

$$\xi_{\text{дросс.}}=(P-P_{\text{отв}})/P_{\text{д}}, \quad (5.6)$$

Расчет вытяжной системы производится аналогично, расчетная схема представлена на рисунке 5.1.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

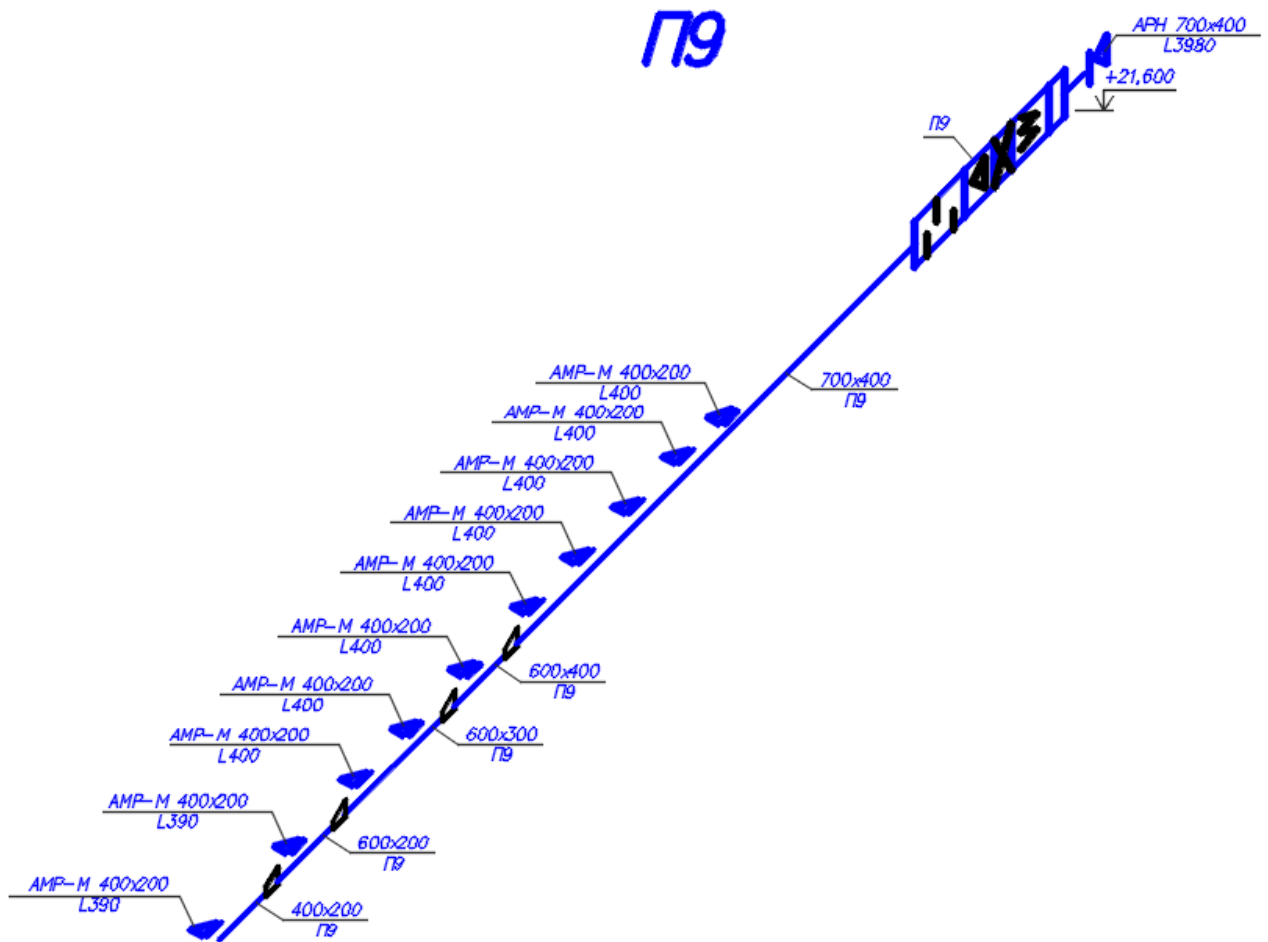


Рисунок 5.1- Схема приточной установки П9

Таблица 5.1 – КМС для участков приточной системы П9

№ уч-ка	Наименование местного сопротивления	ξ	$\Sigma\xi$
1	Тройник на проход $f_p/f_c=0,24/0,28=0,85$; $L_o/L_c=390/3980=0,1$	0,2	0,2
2	Тройник на проход $f_p/f_c=0,24/0,24=1,0$; $L_o/L_c=390/3580=0,1$	0,15	0,15
3	Тройник на проход $f_p/f_c=0,24/0,24=1,0$; $L_o/L_c=390/3180=0,12$	0,15	0,15
4	Тройник на проход $f_p/f_c=0,24/0,24=1,0$; $L_o/L_c=390/2780=0,14$	0,15	0,15
5	Тройник на проход $f_p/f_c=0,24/0,24=1,0$; $L_o/L_c=390/2380=0,16$	0,15	0,15
6	Тройник на проход $f_p/f_c=0,18/0,24=0,75$; $L_o/L_c=390/1980=0,2$	0,2	0,2
7	Тройник на проход $f_p/f_c=0,12/0,18=0,66$; $L_o/L_c=390/1580=0,25$	0,25	0,25
8	Тройник на проход $f_p/f_c=0,12/0,12=1,0$; $L_o/L_c=390/1180=0,3$	0,15	0,15
9	Тройник на проход $f_p/f_c=0,08/0,12=0,67$; $L_o/L_c=390/780=0,5$	0,4	0,4
10	Решетка AMP	2,2	2,2

Таблица 5.2 - Аэродинамический расчет приточной системы П9 конференц зала.

№ у-ка	Расход воздуха, м ³ /ч	Длина участка, м	Скорость воздуха, м/с	Размеры сечения воздуховодов			Потери давления на трение		Динамическое давление P_d , Па	кмс	Потери давления на уч-ке		
				a, мм	b, мм	$d_{э}$, мм	R, Па	Rl, Па			На местные сопротивления, Z, Па	Всего на участке, Па	Суммарные, Па
Основное направление 1-10													
1	3980	2	3,948	700	400	509	0,33	0,7	9,4	0,2	1,9	3	3
2	3580	1,8	4,144	600	400	480	0,39	0,7	10,3	0,15	1,5	2	5
3	3180	1,8	3,681	600	400	480	0,31	0,6	8,1	0,15	1,2	2	7
4	2780	1,6	3,218	600	400	480	0,25	0,4	6,2	0,15	0,9	1	8
5	2380	1,7	2,755	600	400	480	0,19	0,3	4,6	0,15	0,7	1	9
6	1980	1,3	2,292	600	400	480	0,13	0,2	3,2	0,2	0,6	1	10
7	1580	1,1	2,438	600	300	400	0,19	0,2	3,6	0,25	0,9	1	11
8	1180	1,2	2,731	600	200	300	0,33	0,4	4,5	0,15	0,7	1	12
9	780	1,1	1,806	600	200	300	0,16	0,2	2,0	0,4	0,8	1	13
10	390	1	1,354	400	200	267	0,11	0,1	1,1	2,2	2,4	3	15

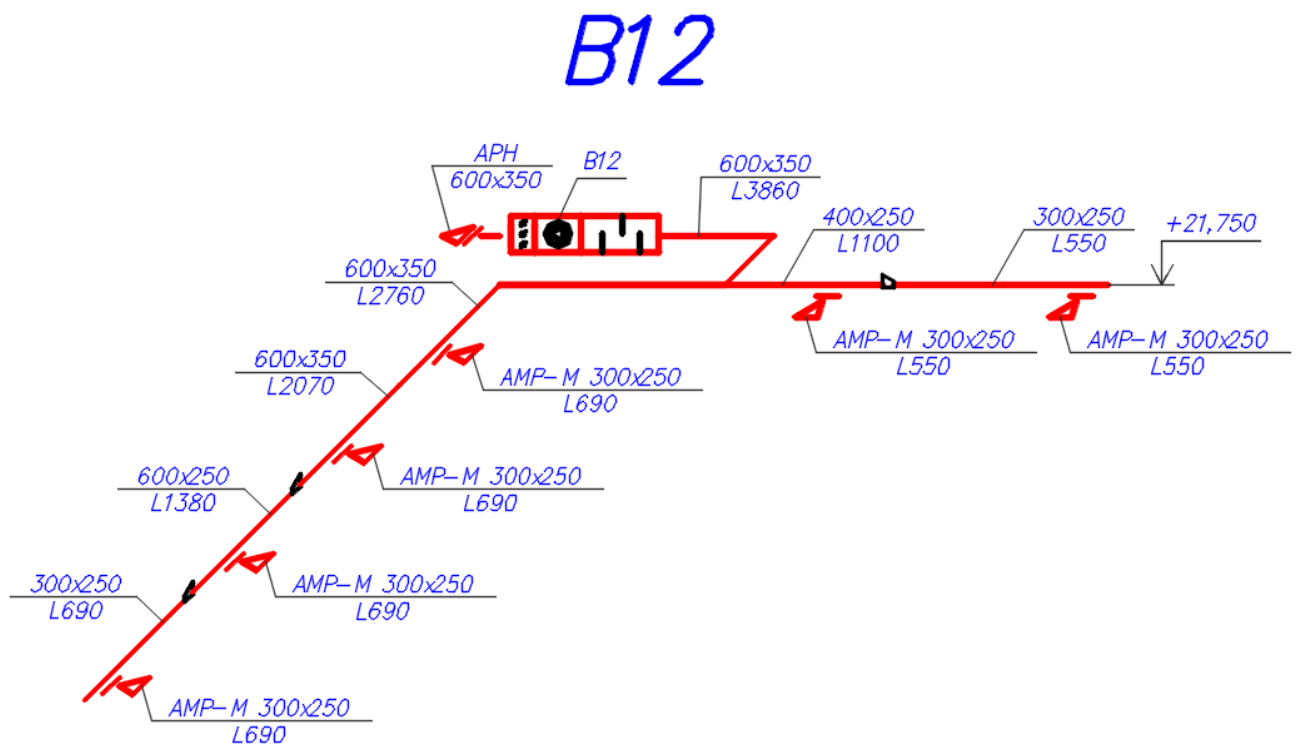


Рисунок 5.2 - Схема вытяжной системы B12

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР

Лист

37

Таблица 5.3 - Аэродинамический расчет вытяжной системы В12 конференц

зала.

№ участка	Расход воздуха, м ³ /ч	Длина участка, м	Скорость воздуха, м/с	Размеры сечения воздуховодов			Потери давления на трение		Динамическое давление P _д , Па	кмс	Потери давления на участке		
				a, мм	b, мм	d _э , мм	R, Па	Rl, Па			На местные сопротивления, Z, Па	Всего на участке, Па	Суммарные, Па
Основное направление 1-8													
1	690	1	2,556	300	250	273	0,33	0,3	3,9	2,8	11,0	11	11
2	1380	1	2,556	600	250	353	0,24	0,2	3,9	0,5	2,0	2	14
3	2070	1,1	2,738	600	350	442	0,20	0,2	4,5	0,4	1,8	2	16
4	2760	1,9	3,651	600	350	442	0,34	0,7	8,0	1,65	13,2	14	29
5	3860	1,2	5,106	600	350	442	0,63	0,8	15,6	1,2	18,8	20	49
Ответвление													
6	550	2,2	1,746	350	250	292	0,15	0,3	1,8	2,8	5,1	5	5
7	1100	0,7	3,056	400	250	308	0,39	0,3	5,6	0,45	2,5	3	8
Невязка: $\Delta P = \frac{\Delta P_5 - \Delta P_6}{\Delta P_5} = \frac{49 - 8}{49} = 83\% > 10\%$													
Требуется установка дроссель клапана													

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР

Лист

38

Таблица 5.4. Аэродинамический расчет вытяжной системы В12 конференц зала.

№ уч-ка	Наименование местного сопротивления	ξ	$\Sigma\xi$
1	Решетка АМР	2,2	2,8
	Тройник на проход $f_p/f_c=0,075/0,15=0,5$; $L_o/L_c=690/1380=0,5$ $f_o/f_c=0,075/0,15=0,5$;	0,6	
2	Тройник на проход $f_p/f_c=0,15/0,21=0,7$; $L_o/L_c=690/2070=0,33$ $f_o/f_c=0,075/0,21=0,357$;	0,5	0,5
3	Тройник на проход $f_p/f_c=0,21/0,21=1,0$; $L_o/L_c=690/2760=0,25$ $f_o/f_c=0,075/0,21=0,357$;	0,4	0,4
4	Отвод под 90	1,2	1,65
	Тройник на ответвление	0,45	
5	Отвод на 90	1,2	1,2
6	Решетка АМР	2,2	2,8
	Тройник на проход $f_p/f_c=0,075/0,1=0,75$; $L_o/L_c=550/1100=0,5$ $f_o/f_c=0,075/0,1=0,75$;	0,6	
7	Тройник на ответвление	0,45	0,45

6 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ОБЩЕОБМЕННЫХ СИСТЕМ

Подбор вентиляционного оборудования осуществляется по листам производителя.

6.1 Оборудование для приточной системы П9

6.1.1 Подбор воздухозаборной решетки

Рассмотрим на примере организации воздухозабора для системы П9. Расход наружного воздуха в шахте составляет 3980 м³/ч.

Наружная решетка подбирается, исходя из условий обеспечения скорости воздуха в живом сечении 3-5 м/с. Пусть скорость воздуха в сечении равна 4 м/с. Тогда требуемая площадь сечения составляет

$$F=3980/3600 \cdot 4=0,276 \text{ м}^2;$$

Тогда по каталогу [6] подбираем две решетки АРН размерами 700x400 мм с действительной площадью живого сечения $F_d=0,28 \text{ м}^2$. Тогда пересчитаем скорость:

$$v_d = 3980/3600 \cdot 1 \cdot 0,28 = 3,9 \text{ м/с.}$$

Следовательно, скорость остается в пределах допустимого. Тогда по таблице в каталоге [6] (рисунок 6.1) определяем потери давления в решетке при расчетном расходе воздуха через решетку. Тогда $\Delta P_{\text{реш}}=160 \text{ Па}$.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Данные для подбора наружных решёток АРН

Размер А x В, мм	F ₀ м ²	F _{ж.с.г} м ²	L _{шА} = 25 дБ(А)		L _{шА} = 35 дБ(А)		L _{шА} = 45 дБ(А)	
			L ₀ , м ³ /ч	ΔP _{гр} , Па	L ₀ , м ³ /ч	ΔP _{гр} , Па	L ₀ , м ³ /ч	ΔP _{гр} , Па
Воздухозабор / Выброс воздуха								
200 x 200	0,036	0,014	300	32 / 40	550	108 / 135	800	229 / 286
300 x 150	0,041	0,014	300	25 / 32	600	102 / 127	800	176 / 220
300 x 300	0,084	0,036	650	28 / 35	1100	79 / 99	1600	168 / 210
400 x 200	0,075	0,029	550	25 / 32	1000	83 / 104	1400	163 / 204
400 x 400	0,152	0,069	1000	20 / 25	1800	65 / 81	2700	146 / 182
500 x 250	0,118	0,049	800	21 / 27	1400	65 / 82	2000	133 / 166
500 x 300	0,143	0,061	950	21 / 26	1600	58 / 73	2600	154 / 193
500 x 500	0,240	0,112	1500	18 / 23	2700	59 / 73	4800	185 / 231
600 x 300	0,172	0,074	1100	19 / 24	2000	63 / 78	3200	161 / 201
600 x 350	0,201	0,089	1250	18 / 22	2400	66 / 83	3500	140 / 175
600 x 600	0,348	0,165	1800	12 / 15	3700	52 / 65	6400	157 / 196
700 x 400	0,270	0,122	1600	16 / 20	3000	57 / 72	5000	160 / 200
700 x 700	0,476	0,228	2500	13 / 16	5000	51 / 64	8000	131 / 163
800 x 500	0,388	0,180	2100	14 / 17	4100	52 / 65	6800	142 / 178
800 x 800	0,624	0,302	3000	11 / 13	5500	36 / 45	9000	96 / 120
900 x 900	0,792	0,385	3600	10 / 12	6800	34 / 43	12000	106 / 133
1000 x 500	0,486	0,226	2500	14 / 15	5000	49 / 61	8000	125 / 157
1000 x 1000	0,980	0,480	4000	8 / 10	8000	31 / 39	15000	108 / 136
1200 x 1200	1,410	0,684	5500	7 / 9	10500	26 / 32	20000	93 / 116

Рисунок 6.1 – Аэродинамические характеристики АРН

6.1.2 Фильтр очистки воздуха

Воздушные фильтры серии FBRr предназначены для очистки от пыли наружного и рециркуляционного воздуха в системах приточной вентиляции и кондиционирования.

Фильтруемый воздух не должен содержать агрессивных газов и паров. Допустимая температура перемещаемого воздуха от -40 до +70°C. Корпус фильтра FBRr выполнен из оцинкованной стали. Фильтрующие вставки FR к карманным фильтрам FBR изготавливаются из нетканого материала с классом очистки F3 (EU3), F5 (EU5), F5 (EU7). Для простоты обслуживания фильтрующие вставки устанавливаются в направляющих. Наличие фланцев с обеих сторон фильтра обеспечивает простоту монтажа. Фильтры FBR могут устанавливаться вертикально или горизонтально.

Выбираем фильтр FBRr 700x400

Технические характеристики

W, мм	H, мм	L, мм	Вес, кг
700	400	550	13

Рисунок 6.2 – Технические характеристики

6.1.3 Калорифер для нагрева воздуха

Подбирается по расходу воздуха, разнице наружной и внутренней температур, по температурам подающего и обратного трубопроводов.

Расход воздуха $L=3980 \text{ м}^3/\text{ч}$, $t_{\text{н}} = -34 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{пр}}=13^\circ\text{C}$, $T_{\text{под}}=95 \text{ }^\circ\text{C}$, $T_{\text{обр}}=70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Преимущества:

- Прочный корпус из оцинкованной стали.
- Шаг оребрения 2,1 мм.
- Устанавливаются непосредственно в канал.
- Медно-алюминиевый теплообменник.
- Изготавливаются в девяти типоразмерах и имеют двухрядное и трехрядное исполнение.

Монтаж: Водяные воздухонагреватели поставляются готовыми к подключению и устанавливаются внутри помещения. Монтаж воздухонагревателей осуществляется путем его крепления к ответным фланцам воздуховодов или других агрегатов вентиляционной системы. Расстояние до решетки, отвода или другого вентиляционного устройства должно быть не менее диагонального размера нагревателя.

Водяные воздухонагреватели могут монтироваться коллектором в сторону, чтобы был обеспечен отвод воздуха из коллектора. Воздухоотводчик должен устанавливаться в наивысшей точке коллектора. Воздух, проходящий через теплообменник, не должен содержать в себе клейких, абразивных, волокнистых или агрессивных примесей. Перед нагревателем следует устанавливать фильтр для защиты нагревателя от загрязнения и, как следствие, снижения теплопроизводительности.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Аксессуары: В конструкции коллектора теплообменника предусмотрены установочные места с резьбой 1/2" для монтажа устройства для отвода воздуха (воздухоотводчика). Для работы водяного воздухонагревателя требуется предусматривать защиту от замерзания.

Защита от замерзания имеет две ступени. На первой ступени осуществляется непрерывный контроль температуры воды. Для этого применяется контактный или погружной датчик температуры SHUFT в зависимости от требуемого диапазона температур. На второй ступени контролируется температура воздуха при помощи термостата защиты от замерзания SHUFT, который подбирается в зависимости от типоразмера теплообменника.

Технические характеристики

Рабочие параметры воды, °С	Влажность вход. воздуха, %	Расход воздуха, м ³ /ч	Температура воздуха на выходе, °С	Мощность теплообменника, кВт	Падение давления воды, кПа	Падение давления по воздуху, Па
90/70	80	1500 4500	60,90 39,20	46,46 106,14	17,82 77,73	30 194
W, мм	H, мм	W1, мм	H1, мм	W2, мм	H2, мм	Вес, кг
700	400	720	420	740	440	12,57

Рисунок 6.3 – Технические характеристики

Выбираем WNR 700x400-3звоняные нагреватели для прямоугольных каналов

6.1.4 Вентилятор

RF VIM прямоугольные канальные вентиляторы с вперед загнутыми лопатками. Применяются для перемещения воздуха в прямоугольных каналах систем приточной и вытяжной вентиляции жилых, общественных и производственных помещений.

Преимущества:

Мотор-колёса премиум качества Ziehl-Abegg (Германия)

Спиральная секция с низким коэффициентом сопротивления разработана в партнерстве с Ziehl-Abegg;

Монолитный высокопрочный корпус— надежное крепление и снижение вибраций;

Широкий модельный ряд включает -4-, 6-, 8- полюсные модели;

Уникальные модели с высоким напором до 1500 Па.

Монтаж: Вентиляторы поставляются готовыми к подключению. Могут устанавливаться в любом положении, в соответствии с направлением потока воздуха (в соответствии со стрелкой на корпусе вентилятора). Необходимо предусматривать доступ для обслуживания вентилятора.

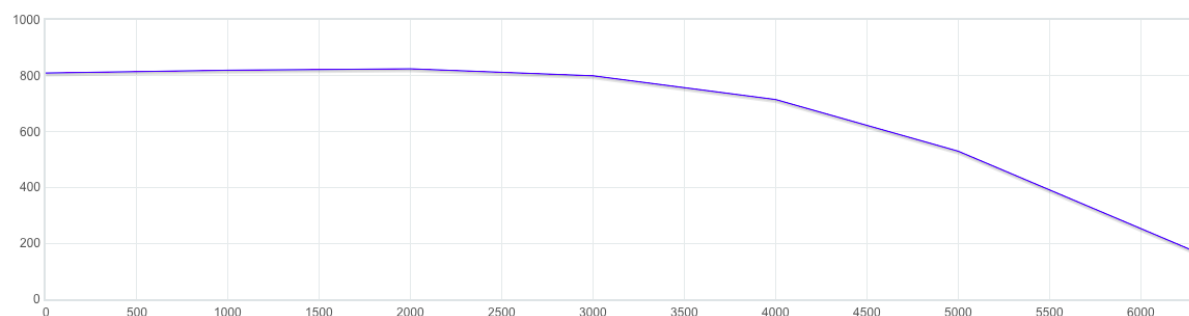
Подключение электропитания: На корпусе вентиляторов находится клеммная коробка для подключения к электрической сети. Необходимо, чтобы подключение вентиляторов выполнял только квалифицированный персонал и в соответствии со схемой подключения.

Уход: Вентиляторы не требуют специального технического ухода. Единственное требование — чистка крыльчатки.

Технические характеристики

Макс. расход воздуха, м ³ /ч	Макс. напор, Па	Напряжение, В	Электропотребление, кВт	Максимальный ток, А	Частота вращения, об./мин	Уровень звуковой мощности ко входу/выходу/окружению, дБ(А)	Макс. температура перемещаемого воздуха, °С	Степень защиты
6000	875	400	3,7	6,0	1320	83/88/75	-20...+40	IP54/IP55

L, мм	W, мм	H, мм	W1, мм	H1, мм	W2, мм	H2, мм	H*, мм	d, мм	Вес, кг
785	700	400	722	422	742	442	484	10	61



Расход воздуха: 3980 м³/ч, напор: 718 Па.

Рисунок 6.4 – Технические характеристики

Используется вентилятор RFD 700x400-4 VIM

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

6.1.5. Шумоглушитель

Шумоглушители серии SRSr предназначены для снижения шума от вентилятора в приточных и вытяжных воздуховодах при непосредственной установке в канал систем вентиляции и кондиционирования. Шумоглушители изготавливаются из оцинкованной стали с шумопоглощающим материалом из минерального волокна.

Перемещаемый воздух не должен содержать твердых, клеящихся или агрессивных примесей. Максимальная рабочая температура воздуха составляет 60°C, максимально допустимая скорость — 10 м/с. Шумоглушители изготавливаются из оцинкованной стали с поглощающим материалом из минерального-волокна.

Для достижения максимальной эффективности шумоглушения рекомендуется предусмотреть перед шумоглушителем прямой участок не менее 1,5 м.

Принимается к установке шумоглушитель SRSr 700x400 с

6.2 Оборудование для вытяжной системы В12

6.2.1 Вентилятор

Применяются для перемещения воздуха в прямоугольных каналах систем приточной и вытяжной вентиляции жилых, общественных и производственных помещений.

Устанавливается вентилятор RFD 600x350-4 VIM с расходом 3860 м³/ч.

Технические характеристики

Макс. расход воздуха, м ³ /ч	Макс. напор, Па	Напряжение, В	Электропотребление, кВт	Максимальный ток, А	Частота вращения, об./мин	Уровень звуковой мощности ко входу/выходу/окружению, дБ(А)	Макс. температура перемещаемого воздуха, °С	Степень защиты
4020	405	400	0,43	0,83	1340	77/82/65	-25...+55	IP54/IP54
W, мм	W1, мм	W2, мм	H, мм	H1, мм	H2, мм	L, мм	Вес, кг	
600	620	640	350	370	390	700	27	

Рисунок 6.5 – Технические характеристики

6.2.2 Шумоглушитель

Шумоглушители серии SRSr предназначены для снижения шума от вентилятора в приточных и вытяжных воздуховодах при непосредственной установке в канал систем вентиляции и кондиционирования.

Перемещаемый воздух не должен содержать твердых, клеящихся или агрессивных примесей. Максимальная рабочая температура воздуха составляет 60°C, максимально допустимая скорость — 10 м/с. Шумоглушители изготавливаются из оцинкованной стали с поглощающим материалом из минерального волокна. Для достижения максимальной эффективности шумоглушения рекомендуется предусмотреть перед шумоглушителем прямой участок не менее 1,5 м.

Принимается к установке шумоглушитель SRSr 600x350/1000

Технические характеристики

Октавные полосы частот, Гц			Шумоглушение, дБ	
	125			8
	250			14
	500			18
	1000			19
	2000			12
	4000			10
	8000			7

W, мм	H, мм	L, мм	W1, мм	Вес, кг
600	350	1000	100	24

Рисунок 6.6 – Технические характеристики

7 РАСЧЕТ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Согласно требованиям [7] противодымную вентиляцию следует предусматривать для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека.

Системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий должны обеспечивать блокирование и (или) ограничение распространения продуктов горения в помещения безопасных зон и по путям эвакуации людей, в том числе с целью создания необходимых условий пожарным подразделениям для выполнения работ по спасанию людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании.

Удаление продуктов горения при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции следует предусматривать:

1) из коридоров без естественного проветривания при пожаре длиной более 15 м в общественных зданиях с числом этажей два и более;

2) из каждого помещения на этажах, сообщающихся с незадымляемыми лестничными клетками

- площадью 50 м² и более с постоянным или временным пребыванием людей (кроме аварийных ситуаций) числом более одного человека на 1 м² площади помещения, не занятой оборудованием и предметами интерьера (в здании института это помещение конференц и обеденного залов);

- площадью 50 м² и более с постоянными рабочими местами, предназначенного для хранения или использования горючих веществ и материалов (в здании института это библиотека)

- гардеробных площадью 200 м² и более (имеет площадь менее, следовательно, проектировать систему дымоудаления из нее нет необходимости).

При совместном действии систем приточной и вытяжной противодымной вентиляции отрицательный дисбаланс в защищаемом помещении допускается не

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

более 30 %. При этом перепад давления на закрытых дверях эвакуационных выходов не должен превышать 150 Па.

Системы вытяжной противодымной вентиляции, предназначенные для защиты коридоров, следует проектировать отдельными от систем, предназначенных для защиты помещений.

При удалении продуктов горения из коридоров дымоприемные устройства следует размещать на шахтах под потолком коридора, но не ниже верхнего уровня дверных проемов эвакуационных выходов. Допускается установка дымоприемных устройств на ответвлениях к дымовым шахтам. Длина коридора, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, должна составлять:

- не более 45 м при прямолинейной конфигурации коридора;
- не более 30 м при угловой конфигурации коридора;
- не более 20 м при кольцевой (замкнутой) конфигурации коридора.

Площадь помещения, приходящаяся на одно дымоприемное устройство, должна составлять не более 1000 м².

7.1 Расчет дымоудаления из коридоров института , система ВД1

Исходные данные

Температура наружного воздуха (принимаем для теплого периода года по параметрам Б для г. Челябинск из [1]) $t_n = 25,9$ °С.

Температура внутреннего воздуха до начала пожара $t_b = 23$ °С.

Скорость ветра – максимальная из средних скоростей по румбам (январь) из [1] $v_n = 4,5$ м/с.

Высота этажа $h = 5$ м.

Превышение уровня выброса вентилятора над верхним клапаном дымоудаления: $h_{выбр} = 5,6$ м.

Температуру в потоке газов, поступающих из горящего помещения в коридор, определим по формуле из рекомендаций ФГУ ВНИИПО

$$T_0 = 0,8 \cdot T_0^{\max}, \quad (7.1)$$

Из помещений, смежных с рассчитываемыми коридорами, высокую категорию пожароопасности имеют аудитории (для примера возьмем 2.2 на 36 мест).

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Для нее произведем расчет максимальной среднеобъемной температуры. Удельная пожарная нагрузка для аудитории складывается из: древесины (стулья 40·1,5 кг, столы 20·50кг, шкафы, материалы и изделия ≈200 кг), бумаги (≈20 кг), линолеума ПВХ (46,01·2,5=115 кг).

Удельная приведенная пожарная нагрузка рассчитывается по формуле из [10]

$$g_o = \frac{M \cdot \sum m_i \cdot Q_{hi}^p}{F_{..n} \cdot Q_{нд}^i}, \quad (7.2)$$

где M – общая масса пожарной нагрузки помещения, M= 1260+20+115= 1395 кг; m_i – относительная массовая доля i-того материала в составе пожарной нагрузки; Q_{hi}^p – низшая теплота сгорания i-того материала пожарной нагрузки, МДж/кг, $Q_{нд}^i$ – низшая теплота сгорания древесины, по [9] 13,85 МДж/кг.

$$g_o = \frac{1395 \left(\frac{1260}{1395} \cdot 13,85 + \frac{20}{1395} \cdot 13,4 + \frac{115}{1395} \cdot 14,31 \right)}{46,01 \cdot 13,85} = 30,3 \text{ кг/м}^2.$$

Тогда максимальная среднеобъемная температура в горящем помещении кладовой определяется по формуле:

$$T_0^{\max} = T_b + 940 \cdot \exp(0,0047 \cdot g_o - 0,141), \quad (7.3)$$

$$T_0^{\max} = 299 + 940 \cdot \exp(0,0047 \cdot 30,3 - 0,141) = 1240 \text{ К.}$$

В таком случае температура газов, поступающих в коридор, определяется по формуле (6.10)

$$T_0 = 0,8 \cdot 1171 = 992 \text{ К.}$$

Температура дымовых газов, удаляемых из коридоров института, определяется по формуле:

$$T_{nz} = T_g + \frac{1,22 \cdot (T_o - T_g) \cdot \left(2 \cdot h_d + \left(\frac{F_{кор}}{l_{кор}} \right) \right)}{l_{кор}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot l_{кор}}{2 \cdot h_d + \left(\frac{F_{кор}}{l_{кор}} \right)} \right) \right) \quad (7.4)$$

где h_d – предельная толщина дымового слоя, $h_d = 3,7 - 2 = 1,7$ м; $F_{кор}$ – площадь коридора, $F_{кор} = 150 \text{ м}^2$; $l_{кор}$ – длина коридора, $l_{кор} = 30 \text{ м}$.

$$T_{nz} = 299 + \frac{1,22 \cdot (992 - 299) \cdot (2 \cdot 17 + (\frac{150}{30}))}{30} \cdot (1 - \exp(\frac{-0,58 \cdot 30}{2 \cdot 1,7 + (\frac{150}{30})})) = 605 \text{ К.}$$

Температуру воздуха в здании при работе противодымной защиты определяем по формуле

$$T_{п} = (T_{н} + T_{в}) / 2, \quad (7.5)$$

где обозначения соответствуют использованным в исходных данных.

$$T_{п} = (25,9 + 23) / 2 = 25,9^{\circ}\text{C} = 297,45 \text{ К.}$$

Плотность приточного воздуха $\rho_{п}$ определяем по формуле

$$\rho_{п} = 353 / T_{п}, \quad (7.6)$$

$$\rho_{п} = 353 / 297,45 = 1,18 \text{ кг/м}^3.$$

Плотность воздуха в здании до пожара – по аналогичной формуле, $\rho_{в} = 353 / 297,45 = 1,18 \text{ кг/м}^3$.

Распределения давлений снаружи здания со стороны наветренного и заветренного фасадов на уровне i -го этажа и давление на уровне выброса продуктов горения определяют соответственно по формулам

$$P_{ннi} = 0,4 \cdot \rho_{н} \cdot v_{в}^2 - g \cdot h_i \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}), \quad (7.7)$$

$$P_{нзи} = -0,3 \cdot \rho_{н} \cdot v_{в}^2 - g \cdot h_i \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}), \quad (7.8)$$

$$P_{нвыбр} = 0,4 \cdot \rho_{н} \cdot v_{в}^2 - g \cdot h_{выбр} \cdot (\rho_{н} - \rho_{п}), \quad (7.9)$$

Для положения до начала пожара при отсутствии разности плотностей в здании для любого этажа:

$$P_{ннi} = 0,4 \cdot 1,18 \cdot 4,5^2 = 9,56 \text{ Па.}$$

$$P_{нзи} = -0,3 \cdot 1,18 \cdot 4,5^2 = -7,17 \text{ Па.}$$

$$P_{нвыбр} = 0,4 \cdot 1,18 \cdot 4,5^2 = 9,56 \text{ Па.}$$

Давление внутри здания на уровне i -го этажа определяют по формуле

$$P_{вi} = (P_{ннi} + P_{нзи}) / 2, \quad (7.10)$$

До начала пожара для любого этажа:

$$P_{вi} = (9,56 - 7,17) / 2 = 1,195 \text{ Па.}$$

Массовый расход продуктов горения, удаляемых из коридора, определяем по формуле

$$G_{\text{пр}}=A \cdot B_{\text{п}} \cdot H_{\text{п}}^{3/2}, \quad (7.11)$$

где A – размерный коэффициент, для общественных зданий $A= 1,2$ кг/(с·м^{5/2}); $B_{\text{п}}$, $H_{\text{п}}$ – соответственно ширина и высота проема из коридора в лестничную клетку: $B_{\text{п}}=1,45$ м, $H_{\text{п}}= 2,1$ м.

$$G_{\text{пр}}=1,2 \cdot 1,45 \cdot 2,1^{3/2}=5,295 \text{ кг/с}$$

Плотность продуктов горения при температуре $T_0=473$ К:

$$\rho_{\text{пр}}=353/473= 0,746 \text{ кг/м}^3.$$

Скорость продуктов горения в клапане $v_{\text{кл}}$ определяют по формуле

$$v_{\text{кл}}=G_{\text{пр}}/(F_{\text{кл}} \cdot \rho_{\text{пр}}), \quad (7.12)$$

где $F_{\text{кл}}$ – проходное сечение клапана; по каталогу фирмы «Веза» [12] подбираем клапан дымоудаления КПУ -1Н-3 размерами 600х500 мм с площадью проходного сечения $F_{\text{кл}}=0,3$ м² (массовая скорость в сечении при этом составит 9,11 кг/(с·м²), что входит в рекомендуемый диапазон от 7 до 10 кг/(с·м²)).

$$v_{\text{кл}}= 5,295/(0,3 \cdot 0,746) = 24 \text{ м/с}.$$

Потери давления в клапане дымоудаления $\Delta P_{\text{кл}}$, Па, определяют по формуле:

$$\Delta P_{\text{кл}}=(\xi_{\text{кл}} \cdot \rho_{\text{пр}} \cdot v_{\text{кл}}^2)/2, \quad (7.13)$$

где $\xi_{\text{кл}}$ - коэффициент местного сопротивления открытого клапана дымоудаления; принимаем $\xi_{\text{кл}}=4$;

$$\Delta P_{\text{кл}}= (4 \cdot 0,746 \cdot 24^2)/2= 222 \text{ Па}.$$

Расчетная схема системы представлена на рисунке 7.1.

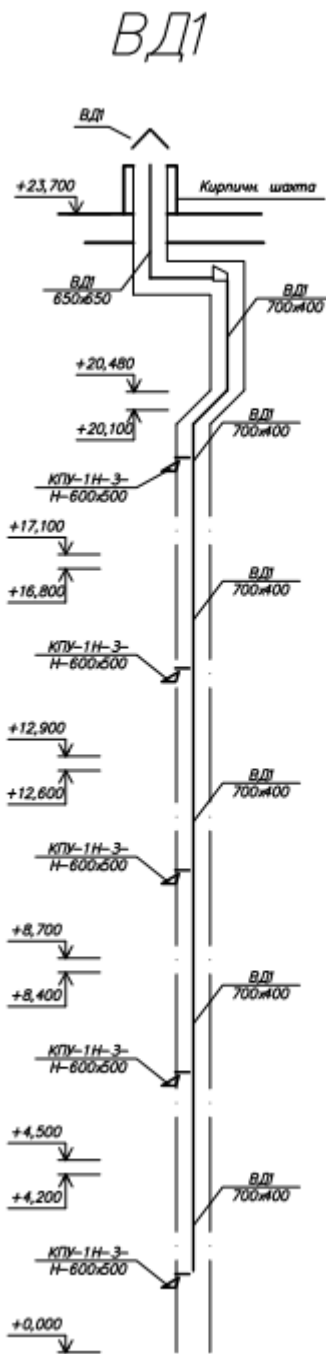


Рисунок 7.1 – Расчетная схема системы ВД1

Давление в воздуховоде дымоудаления в точке 1 (присоединение клапана)

$P_{т.1}$, Па, определяют по формуле

$$P_{т.1} = P_{нн1} - \Delta P_{кл} - \Delta P_{кл-1}, \quad (7.14)$$

где $P_{нн1}$ - наружное давление на наветренном фасаде на уровне 1-го этажа, Па; $\Delta P_{кл}$ - потери давления в клапане дымоудаления, Па; $\Delta P_{кл-1}$ - потери давления

по воздуховоду от клапана до точки 1, Па, определяем по формуле (6.6); эквивалентный диаметр $d_{эКВ}=0,28$ м (как и для всех последующих участков); скорость в воздуховоде $v=5,295/(1 \cdot 0,28 \cdot 0,746)=26,5$ м/с. На участке имеется местное сопротивление – отвод 90° ($\xi=0,42$).

$$\Delta P_{\text{кл-1}} = ((0,02 \cdot 18,3/0,28) + 0,42) \cdot (0,746 \cdot 26,5^2)/2 = 452 \text{ Па.}$$

Тогда давление в точке 1:

$$P_{T1} = 9,56 - 222,59 - 452 = -665 \text{ Па.}$$

Массовый расход продуктов горения на участке G_{1-2} , кг/с, определяют по формуле:

$$G_{1-2} = G_{\text{пр}} + G_{\text{ф2}} \quad (7.15)$$

где $G_{\text{ф2}}$ - массовый расход воздуха, поступающего в шахту дымоудаления за счет фильтрации через неплотности и щели клапана дымоудаления и стен воздуховода на участке от точки 1 до точки 2, кг/с; определяют по формуле

$$G_{\text{фi}} = \left(\frac{P_{\text{вi}} - P_{\text{Ti}}}{S_{\text{м}}} \right)^{1/2} * \quad (7.16)$$

где $P_{\text{вi}}$ - давление внутри здания на уровне i-той точки, Па; P_{Ti} - давление в воздуховоде в i-той точке, Па; $S_{\text{ш}}$ - характеристика сопротивления газопроницанию шахты с установленными в ней закрытыми клапанами, $1/(\text{кг} \cdot \text{м})$; определяют по формуле

$$S_{\text{ш}} = S_{\text{уд}} / F_{\text{кл}}^2, \quad (7.17)$$

где $S_{\text{уд}}$ - удельная характеристика сопротивления газопроницанию, м/кг; $S_{\text{уд}} = 1600 \text{ м}^3/\text{кг}$ - для шахты из металла.

$$S_{\text{ш}} = 1600/0,3^2 = 17777 (\text{кг} \cdot \text{м})^{-1}$$

Тогда определим расход воздуха, подсасывающийся в точке 1.

$$G_{\text{ф1}} = ([1,195 - (-665)]/17777)^{1/2} = 0,19 \text{ кг/с.}$$

Температуру продуктов горения в воздуховоде дымоудаления между 1-ой и 2-ой точкой T_{1-2} , К, определяют по формуле

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$T_{1-2} = \frac{T_{\theta} * G_{\phi 1} + T_{n2} * G_{n2}}{G_{n2} + G_{\phi 1}} \quad (7.18)$$

$$T_{1-2} = (296 \cdot 0,19 + 473 \cdot 5,295) / (0,19 + 5,295) = 466 \text{ К.}$$

Плотность продуктов горения для того же участка ρ_{1-2} , кг/м³:

$$\rho_{1-2} = 353 / 466 = 0,757 \text{ кг/м}^3.$$

По формуле (7.15) определяем фактический расход на участке 1-2:

$$G_{1-2} = 5,295 + 0,19 = 5,485 \text{ кг/с.}$$

$$v_{1-2} = 5,485 / (1 \cdot 0,6 \cdot 0,757) = 12,91 \text{ м/с.}$$

Потери давления на участке:

$$\Delta P_{1-2} = 0,02 \cdot (3,9 / 0,3) \cdot (0,757 \cdot 12,91^2) / 2 = 16,4 \text{ Па.}$$

Давление в шахте дымоудаления в точке 2:

$$P_{т.2} = P_{т.1} - \Delta P_{1-2} = -665 - 58 = -723 \text{ Па.}$$

Аналогичным образом рассчитываем все участки системы. Расчет сводим в таблицу 7.1. За $N_{кл.}$ обозначено используемое при подсчете подсосывающегося воздуха количество клапанов, присоединяемых в начальной точке участка.

Таблица 7.1 – Расчет давлений в системе ВД1

№ уч.	$P_{нач.}$	$N_{кл.}$	$\sum \xi$	$l, \text{ м}$	$G_{ф.уч.}$	$G_{уч.}$	$T_{уч.}$	$\rho_{уч.}$	$v_{уч.}$	$\Delta P_{уч.}$	$P_{конеч.}$
клапан	9,56	-	4	-	-	5,295	473	0,746	12,21	222	-212
кл.-1	-212	-	0,42	4,2	0	5,295	473	0,746	11,83	86	-298
1-2	-298	1	0	3,9	0,19	5,485	466	0,757	12,91	16	-314
2-3	-314	1	1,26	4,2	0,13	5,62	468,9	0,753	12,44	16	-331
3-4	-331	3	0	3,9	0,14	5,75	468,9	0,753	12,74	16	-347
4-5	-347	3	0,42	3,9	0,14	5,89	468,9	0,753	13,05	17	-363
5-вент.	-363	2	1,48	3,6	0,14	6,04	468,9	0,753	13,37	16	-379

7.2 Расчет компенсирующей подачи воздуха

Система ПД1 предназначена для компенсации воздуха, удаляемого из помещений системами ВД1, ВД2.

Рассмотрим расчет компенсирующей подачи воздуха на примере ПД1. Массовый расход воздуха определяется по формуле из [10]

$$G_{п} = G_{y} / (1 - n), \quad (6.9)$$

где G_y – расход удаляемых продуктов горения, кг/ч; n – коэффициент дисбаланса, находящийся в пределах $-0,3 < n < 0,3$.

Примем коэффициент $n = -0,3$.

Массовый расход продуктов сгорания для ПД1 определяем по $L_y = 20000$ м³/ч при $T_y = 396$ К (см. п. 6.1). Тогда массовый расход G_y составит

$$G_y = 20000 \cdot 0,91 = 18200 \text{ кг/ч.}$$

Тогда по формуле (6.9)

$$G_n = 18200 / 1,3 = 14000 \text{ кг/ч.}$$

Определим требуемый объемный расход приточного воздуха при температуре подачи $t = -34^\circ\text{C}$ и соответствующем ρ_n :

$$L_n = 14000 / 1,477 = 9479 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для подбора вентилятора определим потери давления в сети. Расчетная схема представлена на рисунке 7.2.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

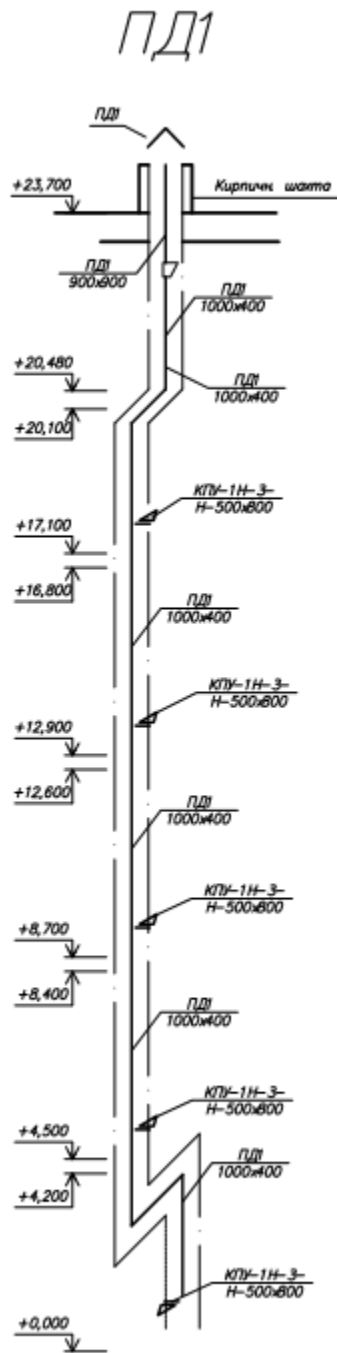


Рисунок 7.2 – Схема системы ПД1

Местные сопротивления на воздуховоде:

Отводы 90° 600x600, 5 шт ($\xi=5 \cdot 0,48=2,4$)

Клапан КПУ-1Н-3 500x800 (после приточного вентилятора) ($\xi=5 \cdot 0,29=1,45$)

Решетки нерегулируемые, 5 шт ($\xi=5 \cdot 2,2=11$)

Итого: $\sum \xi = 2,4 + 1,45 + 11 = 14,85$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР

Лист

56

Скорость в воздуховоде $v = 9479 / (3600 \cdot 0,4) = 6,6$ м/с. Итого потери давления в воздуховоде 1000x400:

$$\Delta P = (0,02 \cdot (23,7 / 0,6) + 14,85) \cdot (1,477 \cdot 6,6^2) / 2 = 492,9 \text{ Па.}$$

Приведенное к стандартным параметрам наружного воздуха давление составит:

$$P_{sv} = (1,2 \cdot 492,9) / 1,477 = 400,4 \text{ Па}$$

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

8 АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Автоматизацию систем вентиляции рассмотрим на примере приточной системы вентиляции конференц зала. Функциональная схема автоматизации приведена в графической части проекта (лист 8).

Регулирование осуществляется в зависимости от внешних параметров окружающей среды и параметров внутреннего воздуха (по возмущению и отклонению).

Регулируемыми величинами являются внутренняя температура в помещении и объем воздуха, подаваемого в конференц зал. На температуре отражается действие всех возмущающих факторов (солнечной радиации, наружной температуры, скорости и направления ветра). Сигнал об уровне температуры получают от датчика, установленного в характерной точке помещения, выбираемой таким образом, чтобы температура в ней соответствовала комфортной температуре в области пребывания людей. Согласно этому требованию датчики устанавливаются на внутренней стене помещения в отдалении от окна на высоте 1,5 м. Таким образом подается только требуемый объем свежего воздуха, которому необходимо придание требуемых параметров, уменьшаются эксплуатационные затраты.

При автоматизации приточной системы вентиляции, система автоматического управления должна выполнять следующие задачи:

- 1) Регулирование температуры приточного воздуха и поддержание ее на оптимальном уровне;
- 2) Ограничение допускаемой температуры приточного воздуха, пуск системы в режиме «лето» без перегрева приточного воздуха;
- 3) Защита двигателей вентиляторов от перегрузки и сигнализация при аварии;
- 4) Защита водяного нагревателя от замораживания;
- 5) Контроль степени загрязнения фильтров и сигнализация о необходимости их очистки/замены.

Данные функции реализуются следующими группами приборов, установленных по месту и на щите.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Группа 1 предназначена для перекрывания подачи наружного воздуха в систему вручную или автоматически при остановке вентилятора, также работает совместно с группой 4 при угрозе замораживания калорифера. При нормальном режиме работы сигнал с чувствительного элемента GE(3-1) поступает на дистанционный указатель степени открытия клапана GI(3-2), расположенный на щите управления. При необходимости изменения положения клапана используется блок ручного управления HSA(2-2), сигнал с которого направляется на усилитель мощности NS(2-1), откуда сигнал идет непосредственно на исполнительный механизм воздушного клапана (1-5).

Группа приборов 2 предназначена для контроля степени загрязнения фильтра наружного воздуха. Контроль осуществляется по перепаду давления на фильтре, измеряемому реле PDS(4-1). При превышении установленного максимального значения, PDS(4-1) формирует сигнал, и на оперативном щите загорается лампочка «Фильтр загрязнен».

Группа приборов 3 предназначена для регулирования работы калорифера и защиты его от замораживания.

Регулирование температуры приточного воздуха осуществляется по показаниям датчика TE(15-1) при помощи изменения температуры воды, прокачиваемой через первичный контур калорифера. Для этого используется трехходовой клапан с электроприводом (6-7) разделяющего типа, установленный на перемычке. Часть воды направляется в тепловую сеть, а часть смешивается с сетевой водой, снижая температуру на подаче в калорифер. При этом осуществляется качественное регулирование температуры, расход воды через калорифер не изменяется. Насос установлен со стороны суммарного канала, что исключает нулевой расход теплоносителя через него.

Считается, что угроза замораживания возникает при низкой температуре воздуха, выходящего из калорифера, и низкой температуре воды в обратном трубопроводе.

TS(10-1) – температурное реле воздуха за калорифером. При падении ниже установленного значения на оперативном щите загорается лампочка, сигнал по-

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

ступает на контроллер. При поступлении также сигнала о низкой температуре воды в обратном трубопроводе с температурного реле TS(9-1) на оперативном щите загорается лампочка «Угроза замораживания калорифера» (9-2), трехходовой клапан полностью открывает прямой канал и перекрывает смесительную перемычку, циркуляционный насос работает на полную мощность, прокачивая через калорифер сетевую воду без подмешивания. Клапан на подаче наружного воздуха в систему временно закрывается.

Сигнал положения штока трехходового клапана, формируемый датчиком GE(6-3), также выводится на оперативный щит дистанционным указателем GI(6-4).

Для циркуляционного насоса и трехходового клапана предусмотрены блоки ручного управления – соответственно HSA (6-2) с пускателем усилителя мощности NS (6-1) и HSA (7-2) с пускателем мощности NS(7-1), позволяющие вручную производить запуск и остановку насоса и контролировать положение штока трехходового клапана.

Группа 4 предназначена для управления вентилятором приточного воздуха и защиты его электродвигателя от перегрева.

Реле перепада давления на вентиляторе PDS(12-1) контролирует работу вентилятора. Если при наличии включенном электродвигателе вентилятора с реле PDS(12-1) на контроллер приходит сигнал о нулевом перепаде давления, то рабочее колесо вентилятора не вращается или отсутствует расход воздуха в системе, питание электродвигателя вентилятора отключается, а на оперативный щит выводится сигнал об аварии – лампочка.

Также для вентилятора предусмотрен блок ручного управления HSA(11-2) с пускателем усилителя мощности NS(11-1).

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам проведенной работы можно сделать вывод, что соблюдая все нормы и требования, была запроектирована качественная система.

В результате были подобраны:

1. Приточная установка для помещения, обеспечивающая комфортные условия в рабочей зоне, в любой период года. В установку входят такие устройства, как калорифер, фильтр очистки приточного воздуха, а также вентилятор и шумоглушитель.

2. Вытяжные установки.

Решена комплексная задача обеспечения требуемых санитарно-гигиенических показателей микроклимата помещений.

Также запроектирована система автоматического управления приточной установкой, благодаря которой создается бесперебойный режим работы системы вентиляции.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: Минрегион России, 2012
- 2 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением № 2). - М.: Минрегион России, 2012
- 3 СНиП II-Л.6-67 Высшие учебные заведения. Нормы проектирования. - М.: Издательство литературы по строительству, 1967
- 4 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003– М.: Минрегион России, 2012.
- 5 ГОСТ 3262-75: Трубы стальные водогазопроводные М.: Стандартиформ, 2007.
- 6 ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. М.: Стандартиформ, 2007.
- 7 ГОСТ 14918-80 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. М.: Стандартиформ, 2007
- 8 СП 118.13330.2012* Общие здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями № 1, 2). – М.: Минрегион России, 2012
9. СНиП 31-05-2003 Актуализированная редакция, СП 118.13330.2012 Общие здания административного назначения
- 10 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. - М: Минрегион России, 2011.
- 11 Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1/ В.Н.Богословский, А.И.Пирумов, В.Н.Посохин и др.; Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера.-4-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1992.-319 с.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

12 Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2/ Б.В.Баркалов, Н.Н.Павлов, С.С.Амيرджанов и др.; Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера.-4-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1992.-416 с.

13 СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности – М.: МинрегионРоссии, 2012.

14 МДС 41-1.99 Рекомендации по противодымной защите при пожаре. – М.: ГПК НИИ СантехНИИпроект, 2001

15 Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. М.: Термокул, 2004г. -373с.

16 ГОСТ 11214-86 Окна и балконные двери деревянные с двойным остеклением для жилых и общественных зданий. Типы, конструкция и размеры. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1996

17 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой) - М.: Стандартинформ, 2013.

18 СП 73.13330.2012 Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85 – М.: Минрегион России, 2011.

19 СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 - М.: ОАО "ЦПП", 2010.

20 СанПин 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. и нормы. – М.: Информационно – издательский центр Минздрава России, 1997.

21 Каталог поставляемой продукции «АРКТОС» - 2008. – Арктика.- 508с .

22 Каталог поставляемой продукции «SHUFT» - 45с.

23 Каталог поставляемой продукции «VEZA» - 45с.

					13.03.01.2017.295.21 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
РАСЧЕТНЫЕ ВОЗДУХОБМЕНЫ

Таблица Б.1 – Расчетные воздухообмены, расчетная температура. Первый этаж

Номер помещения	Наименование	Площадь	Объем	Кол-во чел	Тем-ра	Приток		Вытяжка	
						Кратности	м ³ /ч	Кратности	м ³ /ч
1.1	Гардероб	74,2	311,6	2	16	-	-	1	320
1.2	Приемная комиссия	18,1	76,3	2	18	2	160	1	80
1.3	Горячий цех	109	325			По расчету			
1.3б	Технологическое помещение	40,0		-	5				
1.4	Холл	108,5	455,9	1	18	-	865	-	-
1.5	Отдел кадров	16,2	68,0	2	18	2	140	1	70
1.6	Тамбур	5,0	21,0	-	16	-	-	-	-
1.7	Тамбур	11,5	48,5	-	16	-	-	-	-
1.8	Обеденный зал на 131 человек	210,8	885,5	131	21	По расчету			
1.9	Лестничная клетка	32,3	-	-	16	-	-	-	-
1.10	С/У	16,7	70,4	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун	275
1.11	КУИ	3,2	13,6	-	16	-	-	1	20
1.12	С/У	5,8	24,5	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун	50
1.13	Комната охраны	17,6	73,9	2	18	2	150	1	80

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Номер помещения	Наименование	Площадь	Объем	Кол-во чел	Тем-ра	Приток		Вытяжка	
						Кратности	м ³ /ч	Кратности	м ³ /ч
1.14	ИТП, водомерный узел	11,1	46,8	-	16	4	190	5	240
1.15	Электрощитовая	16,9	71,2	-	16	-	-	1	80
1.16	Гараж	36,9	155,2	-	5	-	780	-	780
1.17	Кабинет ректора	18,3	76,8	1	18	2	160	1	80
1.18	Приемная	11,2	47,0	2	18	2	100	1	50
1.19	Ректорат	15,1	63,4	2	18	2	130	1	70
1.20	Ректорат	16,4	68,8	2	18	2	140	1	70
1.21	Ректорат	21,1	88,8	2	18	2	180	1	90
1.22	Ректорат	16,5	69,3	2	18	2	140	1	70
1.23	ректорат	18,1	76,1	2	18	2	160	1	80
1.24	Холл	30,8	129,3	-	16	-	-	-	570
1.25	С/У	16,6	69,9	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун	350
1.26	Венткамера	34,7	145,9	-	-	-	-	-	-
1.27	тамбур	4,9	20,6	-	16	-	130	-	-
1.28	Коридор	21,2	89,2	-	-	-	-	-	-

Продолжение приложения Б

Окончание таблицы Б.1

Номер помещения	Наименование	Площадь	Объем	Кол-во чел	Тем-ра	Приток		Вытяжка	
						Кратности	м ³ /ч	Кратности	м ³ /ч
1.29	Лестничная клетка	40,3	169,4	-	-	-	-	-	-
1.30	Тамбур	10,3	43,4	-	-	-	-	-	-

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2 Расчетные воздухообмены, расчетная температура. Второй этаж

Номер помещения	Наименование	Площадь м	Объем, кв.м.	Кол-во чел.	Тем-ра °С	Приток		Вытяжка	
						Крат.	м ³ /ч	Крат.	м ³ /ч
2.1	Аудитория на 32 места	47,9	187,0	33	18	-	660	-	660
2.2	Аудитория на 36 места	46,0	179,4	37	18	-	740	-	740
2.3	Аудитория на 36 места	46,0	179,6	37	18	-	740	-	740
2.4	Аудитория на 36 места	46,8	182,6	37	18	-	740	-	740
2.5	Аудитория на 42 места	60,8	237,3	43	18	-	860	-	860
2.6	Аудитория на 40 места	63,4	247,4	41	18	-	820	-	820

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

Номер помеще-ния	Наименование	Площадь м	Объем, кв.м.	Кол-во чел.	Тем-ра °С	Приток		Вытяжка	
						Крат.	м ³ /ч	Крат.	м ³ /ч
2.7	Аудитория на 42 места	60,7	237,4	43	18	-	860	-	860
2.8	Аудитория на 42 места	60,8	237,4	43	18	-	860	-	860
2.9	Аудитория на 40 места	63,3	247,0	41	18	-	820	-	820
2.10	Лестничная клетка	32,3	-	-	16	-	-	-	-
2.11	Кафедра	24,4	95,0	2	18	2	200	1	100
2.12	Бухгалтерия	23,5	91,6	2	18	2	190	1	90
2.13	Учебный отдел	34,9	136,3	4	18	2	280	1	140
2.14	С/У	23,1	90,2	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	460
2.15	С/У	5,9	22,9	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	110

2.16	КУИ	3,1	12,2	-	16	-	-	1	10
2.17	Коридор	165,2	644,3	-	16	-	-	-	-

Продолжение приложения Б

Окончание таблицы Б.2

2.18	Отдел информационных технологий	20,3	79,2	2	18	2	160	1	80
2.19	Медпункт	22,1	86,3	1	18	2	180	1	90
2.20	Лестничная клетка	40,3	-	-	16	-	-	-	-
2.21	Аудитория на 80 места	118,2	461,1	81	18	-	1620	1	1620
2.22	Центр оперативной печати	15,8	61,4	1	18	2	130	1	60
	Итого:	1025,6	3716,5	448	-	-	9860	-	9860

Продолжение приложения Б

Таблица Б.3 Расчетные воздухообмены, расчетная температура. Третий этаж

Номер помещения	Наименование	Площадь м	Объем, кв.м.	Кол-во чел.	Тем-ра °С	Приток		Вытяжка	
						Крат.	м ³ /ч	Крат.	м ³ /ч
3.1	Аудитория на 32 места	48,0	187,1	33	18	-	660	1	660
3.2	Аудитория на 36 места	46,0	179,4	37	18	-	740	1	740
3.3	Аудитория на 36 места	46,1	179,6	37	18	-	740	1	740
3.4	Аудитория на 36 места	46,8	182,6	37	18	-	740	1	740
3.6	Аудитория на 40 места	63,5	247,5	41	18	-	820	1	820
3.7	Аудитория на 42 места	60,9	237,5	43	18	-	860	1	860
3.8	Аудитория на 42	60,9	237,5	43	18	-	860	1	860

	места								
--	-------	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

	Наименование	Пло- щадь м	Объем, кв.м.	Кол-во чел.	Тем-ра °С	Приток		Вытяжка	
						Крат.	м ³ /ч	Крат.	м ³ /ч
3.9	Аудитория на 40 места	63,3	247,1	41	18	-	820	1	820
3.10	Лестничная клетка	32,3	-	-	16	-	-	-	-
3.11	Кафедра	24,4	95,1	3	18	2	190	1	100
3.12	Серверная	23,5	91,6	-	18	2	180	1	90
3.13	Кафедра	35,0	136,3	3	18	2	270	1	140
3.14	С/У	23,1	90,2	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	350
3.15	С/У	5,9	22,9	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	110
3.16	КУИ	3,1	12,2	=	16	-	-	1	10
3.17	Коридор	181,8	708,9	-	16	-	-	-	
3.18	Кафедра	20,3	79,2	2	18	2	160	1	80

3.19	Кафедра	22,1	86,3	2	18	2	170	1	90
------	---------	------	------	---	----	---	-----	---	----

Продолжение приложения Б

Окончание таблицы Б.3

3.20	Лестничная клетка	40,3	-	-	-	-	-	-	-
3.21	Аудитория на 80 места	118,2	461,1	81	18	-	1620	1	1620
3.21	Аудитория на 42 места	60,9	237,4	43	18		860	1	860
	Итого:	1026,4	3719,4	447	-	-	9690	-	9690

Продолжение приложения Б

Таблица Б.4 Расчетные воздухообмены, расчетная температура. Четвертый этаж

Номер помещения	Наименование	Площадь м	Объем, кв.м.	Кол- во чел.	Тем- ра °С	Приток		Вытяжка	
						Крат.	м ³ /ч	Крат.	м ³ /ч
4.1	Библиотека	99,8	389,2	-	18	-	-	1	390
4.2	Читальный зал	143,5	559,8	129	18	-	2580	1	2190
4.3	Аудитория на 36 мест	44,0	171,6	37	18	-	740	1	740
4.4	Аудитория на 36 мест	46,8	182,6	37	18	-	740	1	740
4.5	Редакционный- издательский отдел	15,8	61,5	1	18	-	130	1	60
4.6	Аудитория на 40 мест	63,5	247,5	41	18	2	820	1	820
4.7	Аудитория на 42 мест	60,9	237,5	43	18	-	860	1	860
4.8	Аудитория на 42 мест	60,9	237,4	43	18	-	860	1	860
4.9	Аудитория 79 мест	125,8	490,6	80	18	-	1600	1	1600
4.10	Лестничная клетка	32,3	-	-	16	-	-	-	-
4.11	Кафедра	24,4	95,1	2	18	2	200	1	100
4.12	Кафедра	23,5	91,6	2	18	2	190	1	90

Продолжение приложения Б

Окончание таблицы Б.4

4.13	Кафедра	34,4	136,3	2	18	2	280	1	140
4.14	С/У	23,1	90,2	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	460
4.15	С/У	5,9	22,9	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	110
4.16	КУИ	3,1	12,2	-	16	-	-	1	10
4.17	Кафедра	20,3	79,1	2	18	2	160	1	80
4.18	Кафедра	22,1	86,1	2	18	2	180	1	90
4.19	Лестничная клетка	40,3	-	-	16	-	-	-	-
4.20	Коридор	138,9	541,7	-	16	-	-	-	-
	Итого:	1029,9	3733,1	421	-	-	9340	-	9340

Продолжение приложения Б

Таблица Б.5 Расчетные воздухообмены, расчетная температура. Пятый этаж

Номер помещения	Наименование	Площадь м	Объем, кв.м.	Кол- во чел.	Тем- ра °С	Приток		Вытяжка	
						Крат.	м ³ /ч	Крат.	м ³ /ч
5.1	Спорткомплекс	553,8	2769,1	41	15	-	3360	-	3280
5.2	Раздевалка	16,6	49,9	-	25	-	250	-	-
5.3	Душевая	4,0	11,9	-	25	-	-	75 м ³ /ч/ун.	200
5.4	Раздевалка	17,8	53,4	-	25	-	250	-	-
5.5	Душевая	4,0	11,9	-	25	-	-	75 м ³ /ч/ун.	200
5.6	Конференц зал на 198 мест	197,4	986,9	198	21	-	3980	-	3860
5.7	Холл	17,8	89,0	-	16	-	-	-	-
5.8	Гримерка	8,0	40,1	-	18	-	-	1	40
5.9	Гримерка	4,3	21,5	-	18	-	-	1	20
5.10	Гримерка	4,3	21,5	-	18	-	-	1	20

Окончание приложения Б

Окончание таблицы Б.5

Номер помещения	Наименование	Площадь м	Объем, кв.м.	Кол- во чел.	Тем- ра °С	Приток		Вытяжка	
						Крат.	м ³ /ч	Крат.	м ³ /ч
5.11	Комната для аппаратуры	8,0	40,1	-	18	-	-	1	40
5.13	С/У	14,14	42,42	-	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	150
5.14	Лестничная клетка	32,2	-	-	61	-	-	-	-
5.15	Холл	89,1	267,3	-	16	-	335	-	-
5.16	КУИ	2,9	8,9	-	16	-	-	1	10
5.17	Лифтовый холл	39,6	-	-	16	-	-	-	-
5.18	Тренерская	5,8	28,8	1	18	-	-	-	80
5.19	С/У	2,2	10,8	1	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	50
5.20	С/У	2,2	10,8	1	16	-	-	50 м ³ /ч/ун.	50
	Итого:	1036,5	4051,4	242	-	-	8175	-	8175

