

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

\_\_\_\_\_ И.О.Ф.  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Д.В. Ульрих  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Вентиляция и кондиционирование административно-бытового  
корпуса завода АО «РЭД», г. Челябинск  
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 13.03.01.2018.257.20. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ С.В. Панфёров  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель проекта:

Преподаватель

\_\_\_\_\_ Н.Г. Сорокина  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор проекта:

студент группы АС-432

\_\_\_\_\_ А.А. Новиков  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтроллер:

старший преподаватель

\_\_\_\_\_ Ю.В. Дорофеева  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

## АННОТАЦИЯ

Новиков А.А. Вентиляция АБК  
завода АО «РЭД» – Челябинск: ЮУрГУ,  
АС-432, 67 стр., 14 илл.  
14 табл., библиогр. список –20 наим.

Дипломный проект разработан с целью обеспечения оптимальных параметров воздушной среды в кабинетах, обеденном зале, горячем цехе, конференц-зале в административно бытовом корпусе завода «Конор» в городе Челябинск.

В дипломном проекте были решены следующие вопросы: обеспечение комфортных условий труда для работников, посетителей и персонала горячего цеха, разработана система автоматизации, для управления системой вентиляции.

С помощью программ расчета и методик, предложенных в нормативной литературе, была запроектирована приточно-вытяжная вентиляция для всех этажей здания

Для оптимизации работы систем по контролю за качеством воздуха в помещениях была запроектирована система автоматизации, управляющая приточными установками.

						13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата				
Зав. каф.		Ульрих Д.В			Вентиляция и кондиционирование административно-бытового корпуса завода АО «РЭД»	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.		Дорофеева Ю.В.				ДП	3	65
Руководит.		Сорокина Н.Г.				ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Консульт.		Сорокина Н.Г.						
Дипломник		Новиков А.А.						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	7
1.1 Краткое описание объекта проектирования.....	7
1.2 Расчетные метеорологические параметры наружного воздуха.....	7
1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха.....	8
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ВПОМЕЩЕНИЯХ.....	9
2.1 Определение вредностей конференц-зала.....	9
2.2 Определение вредностей в помещении горячего цеха.....	16
2.6 Определение вредностей в помещении обеденного зала.....	17
2.7 Определение вредностей в помещении горячего цеха.....	19
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ВОЗДУХООБМЕНОВ.....	21
3.1 Расчет воздухообмена конференц зала.....	21
3.2 Расчет воздухообмена горячего цеха.....	24
3.3 Расчет воздухообмена обеденного зала.....	26
3.4 Расчет воздухообмена выпечного цеха.....	28
3.5 Расчет воздухообмена прочих помещений.....	28
4 ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ.....	30
4.1 Расчет воздухораспределителей в помещении обеденного зала.....	31
5 ОПИСАНИЕ ПРИНЯТЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	33
6 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	35
6.1 Аэродинамический расчет приточной системы П1.....	37
6.2 Аэродинамический расчет вытяжной системы В5.....	40
7 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПРИТОЧНО ВЫТЯЖНЫХ СИТЕМ.....	41
7.1 Подбор приточной установки системы П1.....	41

7.2 Подбор вытяжного вентилятора системы В5.....	41
8 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНО ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ.....	43
8.1 Средства регулирования и автоматизации приточной системы.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ К.....	66

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время высокие требования к состоянию воздушной среды в рабочих зонах общественных помещений создают необходимость в проектировании высокоэффективных систем вентиляции. С учетом всё повышающихся требований и регламентов к системам жизнеобеспечения целесообразно при проектировании закладывать самые современные и гибкие в настройке и эксплуатации системы, что позволит в дальнейшем соблюдать более строгие положения нормативно-технической документации.

Наряду с требованиями по качеству воздуха в помещениях, все большее значение приобретают энергоэффективность и экономичность систем, при увеличивающейся производительности желательно сокращать материальные затраты на поддержание систем в рабочем состоянии и на электрическую и тепловую энергию. Исходя из этих условий, появляется необходимость в проектировании систем с высокой степенью автоматизации, приоритетными становятся качественное и количественное регулирование.

С этой целью и проектируется система автоматизации для приточных установок. Используя современное оборудование и приборы, такие системы позволяют точным образом регулировать расход воздуха и теплоты на нагрев в зависимости от параметров воздуха в помещении.

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

## 1.1 Краткое описание объекта проектирования

Объект дипломного проектирования – административно-бытовой корпус завода для локализации производства электродвигателей на территории Российской Федерации.

Район постройки – г. Челябинск.

Ориентация главного фасада – на север.

Корпус имеет 3 этажа;

Высота этажа – 3,4 м.

Высота здания – 16,75 м.

## 1.2 Расчетные метеорологические параметры наружного воздуха

В качестве расчетных параметров наружного воздуха для проектирования системы вентиляции принимаются для холодного периода параметры Б; для теплого – параметры А; для системы кондиционирования в теплый период – параметры Б. Данные принимаем согласно [1]

Таблица 1.1– Расчетные параметры наружного воздуха

Параметры	Теплый период	Холодный период
Температура воздуха, $t_n$ , °С	21,7	-34
Удельная энтальпия воздуха, $I_n$ , кДж/кг	48,1	
Скорость ветра, $\omega_n$ , м/с	3,2	4,5
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, $A_{cp}$ , °С	10,6	
Барометрическое давление	985 гПа	
Расчетная географическая широта	55°с.ш.	

### 1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Температура воздуха в здании принята в соответствии [2] в зависимости от назначения помещения

Таблица 1.2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Параметры	Теплый период	Холодный период
Температура воздуха, $t_v$ °С	24*	18*
	26**	16*
Относительная влажность воздуха, $\varphi_v$ %	50	40
Скорость движения воздуха, $\omega_v$ , м/с	0,5	0,3

\* - конференц-зал и обеденный зал;

\*\* - горячий цех и выпечной цех.

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОМЕЩЕНИЯХ

В большинстве помещений административно-бытового корпуса характер выделяющихся вредностей является постоянным, поэтому для них установлены кратности воздухообмена. Для помещений без установленных кратностей воздухообмена, таких как горячий цех, обеденный зал и конференц-зал, производится расчет тепло - влагоизбытков.

При расчете вредностей учитываются теплопоступления от людей, от искусственного освещения, от солнечной радиации, от оборудования и т.д. Также учитываются поступления влаги и углекислого газа от людей, находящихся в этих помещениях.

Для заполнения световых проемов принимаем установку пластиковых стеклопакетов, проектируется сбалансированная система вентиляции и кондиционирования, поэтому инфильтрация наружного воздуха в расчетах не учитывается в виду своей малой доли влияния.

### 2.4 Определение вредностей конференц-зала

#### 2.4.1 Теплопоступления от людей

В помещение конференц-зала от людей поступает явная и скрытая теплота. Явная теплота поступает за счет лучисто-конвективного теплообмена с воздухом и поверхностями помещения. Скрытая теплота выделяется с влагой выдыхаемого людьми воздуха. Полная теплота рассчитывается как сумма явной и скрытой теплоты.

Категория работ – легкая.

Принимаем, что в помещении находятся 50% женщин и 50% мужчин от общего количества людей. Женщины выделяют 85% тепла и влаги по сравнению с мужчинами.

Количество явной теплоты, выделяемой людьми, определяется по формуле:

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

где  $N$  – количество человек в помещении;

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9



$q_{я}$  – количество явной теплоты, выделяемой одним человеком, таблица 20 [3].

Количество полной теплоты, выделяемой людьми, определяется по формуле:

$$Q_{п} = q_{п} \cdot N, \quad (2.2)$$

где  $N$  – количество человек в помещении;

$q_{п}$  – количество полной теплоты, выделяемой одним человеком, таблица 20 [3].

Количество теплоты, выделяемой людьми в конференц-зале в теплый период года ( $t_{в}=24$  °С):

$$Q_{я} = 67,1 \cdot 40 + 0,85 \cdot 67,1 \cdot 40 = 4966 \text{ Вт.}$$

$$Q_{п} = 145,3 \cdot 40 + 0,85 \cdot 145,3 \cdot 40 = 10752 \text{ Вт.}$$

Количество теплоты, выделяемой людьми в конференц-зале в холодный период года ( $t_{в}=18$ °С):

$$Q_{я} = 114 \cdot 40 + 0,85 \cdot 114 \cdot 40 = 8436 \text{ Вт.}$$

$$Q_{п} = 154 \cdot 40 + 0,85 \cdot 154 \cdot 40 = 11396 \text{ Вт.}$$

#### 2.4.2 Влаговыведения от людей

Количество влаги, выделяемое от людей, находящихся в помещении конференц-зала, зависит от температуры и степени тяжести выполняемой работы.

Количество влаги, выделяемой людьми, определяется по формуле:

$$M_w = m \cdot N, \quad (2.3)$$

где  $N$  – количество человек в помещении;

$m$  – количество влаги, выделяемое одним человеком, г/ч, таблица 20 [3].

Количество влаги, выделяемой людьми в конференц-зале в теплый период года ( $t_b=24\text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 49,4 \cdot 40 + 0,85 \cdot 49,4 \cdot 40 = 3656 \text{ г/ч.}$$

Количество влаги, выделяемой людьми в конференц-зале в холодный период года ( $t_b=18\text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 67 \cdot 40 + 0,85 \cdot 67 \cdot 40 = 4958 \text{ г/ч.}$$

### 2.4.3 Выделения углекислого газа от людей

Человек выделяет углекислый газ при дыхании в зависимости от категории тяжести работ.

Количество углекислого газа, выделяемого людьми, определяется по формуле:

$$M_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2} \cdot N, \quad (2.4)$$

где  $N$  – количество человек в помещении;

$m_{\text{CO}_2}$  – количество углекислого газа, выделяемого одним человеком, л/ч, таблица 23 [3].

Количество углекислого газа, выделяемого людьми в конференц-зале:

$$M_{\text{CO}_2} = 25 \cdot 40 + 0,85 \cdot 25 \cdot 40 = 1850 \text{ л/ч.}$$

### 2.4.4 Теплопоступления от искусственного освещения

Количество теплоты, поступающей от источников искусственного освещения, определяется оп их фактической мощности из условия перехода энергии, затрачиваемой на освещение, в теплоту, нагревающую воздух помещения. В помещениях административно-бытового корпуса принимаем в качестве источников освещения люминесцентные лампы за подшивным потолком.

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Количество теплоты, выделяемой осветительными приборами, определяется по формуле:

$$Q_{\text{и.о.}} = E \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta \cdot F, \quad (2.5)$$

где  $E$  – уровень освещенности, лк, таблица 17 [3];

$F$  – площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ ;

$q_{\text{осв}}$  – удельные тепловыделения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$ , таблица 18 [3];

$\eta$  – доля тепла, поступающего в помещение от осветительного прибора. Для люминесцентных ламп за подшивным потолком принимается равным 0,6.

Количество теплоты, выделяемой осветительными приборами в помещение конференц-зала:

$$Q_{\text{и.о.}} = 500 \cdot 0,056 \cdot 0,6 \cdot 103 = 1730 \text{ Вт.}$$

#### 2.4.5 Теплопоступления от оборудования

В помещении конференц-зала оборудованием, которое выделяет теплоту является проектор. Тепловыделения от проектора примем равным 300Вт. Таким образом:

$$Q_{\text{об}} = 300 \text{ Вт.}$$

#### 2.4.6 Теплопоступления от солнечной радиации

Максимальные теплопоступления от солнечной радиации происходят через оконные проемы, приходящиеся на часы максимальной облученности.

В качестве заполнения оконного проема принимаем двойное остекление с листовым стеклом с темными внутренними жалюзи. В помещении конференц-зала находится одно окно.

Теплопоступления от солнечной радиации в помещение рассчитываем с помощью программы SunnyRadiation.

									Лист
									12
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР				

Параметры для расчета:

ориентация окна: запад;

количество окон: 1;

высота окна:  $H = 2,5$  м.;

ширина окна:  $B = 1,8$  м.;

длина горизонтальных элементов затенения:  $L_T = 0,1$  м.;

длина вертикальных элементов затенения:  $L_B = 0,1$  м.;

приведенный коэффициент поглощения солнечной радиации:  $\rho_n = 2$ ;

сопротивление теплопередаче заполнения светового проема:  $R_n = 0,42$   
 $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ ;

коэффициент затенения светового проема переплётками:  $\tau_2 = 0,65$ ;

коэффициент относительного проникания солнечной радиацией:  
 $K_{\text{отн}} = 0,64$ ;

ориентация окна: вертикальная;

северная широта района:  $55^\circ$ ;

средняя температура наружного воздуха:  $t_{\text{н.ср.}} = 18,4^\circ\text{C}$ ;

температура внутреннего воздуха:  $t_{\text{в}} = 24,7^\circ\text{C}$ ;

скорость ветра:  $\omega = 3,2$  м/с;

суточная амплитуда температуры наружного воздуха:  $A_{\text{тн}} = 10,6^\circ\text{C}$ .

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

**Окна**

Высота окна :  $H = \sqrt{2,5}$  м

Ширина окна :  $B = \sqrt{1,8}$  м

Длина горизонт. эл-тов затенения :  $L_g = \sqrt{0,1}$  м

Длина вертикал. эл-тов затенения :  $L_v = \sqrt{0,1}$  м

Расстояние от горизонтального :  $a = \sqrt{0}$  м

и вертикального :  $c = \sqrt{0}$  м

элементов затенения до откоса светового проёма

Количество однотипных одинаково направленных окон :  $\sqrt{1}$  шт.

Площадь световых проёмов :  $F_{\Pi} = \sqrt{4,5}$  м<sup>2</sup>

Приведённый коэф. поглощения солнечной радиации :  $\rho_{\Pi} = \sqrt{2}$

Сопротивление теплопередаче заполнения светового проёма :  $R_{\Pi} = \sqrt{0,42}$   $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$

Козф.затенения светового проёма переплётками :  $\tau_2 = \sqrt{0,65}$

Козф. относ. проникания солн. радиации :  $K_{\text{отн}} = \sqrt{0,64}$

Ориентация окна : \_\_\_\_\_

Вертикальная  Наклонная (близко к вертикальной)  Горизонтальная

Северная широта района :  $\sqrt{55}$  °

Средняя температура наружного воздуха :  $t_{\text{н.ср}} = \sqrt{18,4}$  °C

Температура внутреннего воздуха :  $t_{\text{в}} = \sqrt{23,7}$  °C

Скорость ветра :  $v = \sqrt{3,2}$  м/с

Суточная амплитуда температуры нар. в-ха :  $A_{\text{тн}} = \sqrt{10,6}$  °C

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью окна :  $\alpha_{\text{н}}^{\text{в}} = \sqrt{26,55}$   $\alpha_{\text{н}}^{\text{г}} = \sqrt{13,35}$

Рисунок 2.1 – Исходные данные окон в программе SunnyRadiation

	Исходные данные   Окна   Итого:									
	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 <sup>2</sup>	0	0	0	0	37	193	376	503	547	517
$Q_{вр.}$ Вт/м <sup>2</sup>	56	56	60	65	72	78	100	117	124	116
$h$ , °	36	46	52	55	55	52	46	36	29	21
$A_c$ , °	70	54	34	12	12	34	54	70	83	96
$A_o$ , °	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
$A_{co}$ , °	20	36	56	78	78	56	36	20	7	6
$\beta$ , °	52	38	23	8	8	23	38	52	60	69
$S_v$ Вт/м <sup>2</sup>	0	0	0	0	105	282	460	577	618	602
$D_v$ Вт/м <sup>2</sup>	75	77	80	86	93	106	125	159	168	158
$\beta_2$	-0,13	0,13	0,38	0,6	0,79	0,92	0,99	0,99	0,92	0,79
$K_{инс.в.}$	0,9487	0,911	0,8326	0,5358	0,5358	0,8326	0,911	0,9487	0,9703	0,9794
$K_{обл}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$q_{пр.}$ Вт/м <sup>2</sup>	23	23	25	27	38	99	184	247	272	259
$t_{н.усл.}$ °С	21,3802	22,85	24,3221	25,8059	29,8893	39,9788	50,2844	58,2307	60,8618	59,1839
$q_{пт.}$ Вт/м <sup>2</sup>	-6	-2	1	5	15	39	63	82	88	84
$q_{пр.} + q_{пт.}$	18	21	26	32	53	138	248	329	361	343
$Q_{ост.}$ Вт	81	98	121	146	242	631	1130	1504	1648	1568
									<b>MAX</b>	

Рисунок 2.2 – Теплопоступления от солнечной радиации

Исходные данные   Окна   Итого:									
8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Окна									
81	98	121	146	242	631	1130	1504	1648	1568
<b>MAX</b>									
Стены									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Покрытие									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ВСЕГО									
81	98	121	146	242	631	1130	1504	1648	1568
<b>MAX</b>									

Рисунок 2.3 – Часовые поступления от солнечной радиации

В качестве расчетного значения принимаем наибольшие тепlopоступления. В данном случае наибольшие тепlopоступления приходятся на период с 16:00 – 17:00 и составляют 1648 Вт.

$$Q_{c.p.} = 1685 \text{ Вт.}$$

### 2.1.7 Суммарные вредности в помещении

Сведем все выделения вредностей в помещении конференц-зала в таблицу:

Таблица 2.1 - Общие выделения вредностей в конференц-зале

Период года	Вредности						
	От людей				Q <sub>и.о.</sub> , Вт	Q <sub>с.р.</sub> , Вт	Q <sub>об.</sub> , Вт
	Q <sub>я.</sub> , Вт	Q <sub>п.</sub> , Вт	M <sub>w.</sub> , г/ч	M <sub>co2.</sub> , л/ч			
Теплый	4966	10752	3656	1850	1730	1685	300
Холодный	8584	11692	4366	1850	1730	-	300

### 2.2 Определения вредностей в помещении горячего цеха.

В горячем цехе вредности состоят из тепlopоступлений от технологического оборудования, искусственного освещения, солнечной радиации, а также тепло-, влаго- и газовыделениями от людей, работающих в этом помещении.

#### 2.2.1 Тепlopоступления от технологического оборудования

Характеристика технологического оборудования:

- плита электрическая (2 шт.), N=13кВт;
- сковорода электрическая, N= 8,7кВт;
- фритюрница, N = 22кВт;
- пароконвектомат, N = 19,8 кВт;
- печь конвекционная, N = 8 кВт;

Теплопоступления от технологического оборудования определяем по формуле:

$$Q_{об} = 1000 \cdot K_0 \cdot \sum(N \cdot k_3) \cdot (1 - K_{укр}), \quad (2.6)$$

где  $K_0$  – коэффициент одновременности работы оборудования; для столовой принимаем  $K_0 = 0,8$ ;

$N$  – установочная мощность оборудования, кВт;

$k_3$  – коэффициент загрузки теплового оборудования;

$K_{укр}$  – коэффициент эффективности работы локализирующего местного отсоса. При работе приточно-вытяжной локализирующей вентиляции принимаем  $K_{укр} = 0,75$ .

Коэффициент загрузки для данного теплового оборудования:

- плита электрическая,  $k_3 = 0,65$ ;
- сковорода электрическая,  $k_3 = 0,5$ ;
- фритюрница,  $k_3 = 0,65$ ;
- пароконвектомат,  $k_3 = 0,65$ ;

Количество теплоты, выделяющегося от технологического оборудования в помещении горячего цеха:

$$Q_{об} = 1000 \cdot 0,8 \cdot ((13 \cdot 0,65) \cdot 2 + 8,7 \cdot 0,5 + 22 \cdot 0,65 + 19,8 \cdot 0,65) \cdot (1 - 0,75) = 9684 \text{ Вт.}$$

### 2.2.2 Теплопоступления от искусственного освещения

Теплопоступления от искусственного освещения рассчитываются по формуле (2.5). Площадь помещения  $F = 25,2 \text{ м}^2$ .

$$Q_{и.о.} = 200 \cdot 0,056 \cdot 0,6 \cdot 25,2 = 170 \text{ Вт.}$$

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17



### 2.2.3 Теплопоступления от солнечной радиации

Рассчитываем с помощью программы SunnyRadiation. Получаем, что

$$Q_{c.p.} = 1151 \text{ Вт.}$$

### 2.2.4 Теплопоступления от людей

Теплопоступления от людей в горячем цехе рассчитываем по формулам (2.1) и (2.2).

Количество теплоты, выделяемой людьми в горячем цехе в теплый период года ( $t_b=26 \text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{я}} = 64 \cdot 5 = 320 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{п}} = 200 \cdot 5 = 1000 \text{ Вт.}$$

Количество теплоты, выделяемой людьми в горячем цехе в холодный период года ( $t_b=16 \text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{я}} = 129 \cdot 5 = 645 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{п}} = 209 \cdot 5 = 1045 \text{ Вт.}$$

### 2.2.5 Влаговыведения от людей

Влаговыведения от людей рассчитываем по формуле (2.3):

Количество влаги, выделяемой людьми в горячем цехе в теплый период года ( $t_b=26 \text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 194 \cdot 5 = 970 \text{ г/ч.}$$

Количество влаги, выделяемой людьми в горячем цехе в холодный период года ( $t_b=18 \text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 116 \cdot 5 = 580 \text{ г/ч.}$$

## 2.3 Определения вредностей в помещении обеденного зала

### 2.3.1 Теплопоступление от людей

Количество теплоты, выделяемой людьми в обеденном зале в теплый период года ( $t_b=24\text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{я}} = 72 \cdot 37 + 72 \cdot 38 \cdot 0,85 = 4990 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{п}} = 146 \cdot 37 + 146 \cdot 38 \cdot 0,85 = 10118 \text{ Вт.}$$

Количество теплоты, выделяемой людьми в обеденном зале в холодный период года ( $t_b=18\text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{я}} = 116 \cdot 37 + 116 \cdot 38 \cdot 0,85 = 8040 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{п}} = 158 \cdot 37 + 158 \cdot 38 \cdot 0,85 = 10950 \text{ Вт.}$$

### 2.3.2 Теплопоступления от солнечной радиации

Рассчитываем с помощью программы SunnyRadiation.Получаем, что

$$Q_{\text{с.р.}} = 2490 \text{ Вт.}$$

### 2.3.3 Теплопоступления от искусственного освещения

Теплопоступления от искусственного освещения рассчитываются по формуле (2.5). Площадь помещения  $F = 156,6 \text{ м}^2$ .

$$Q_{\text{и.о.}} = 200 \cdot 0,058 \cdot 0,6 \cdot 156,6 = 1090 \text{ Вт.}$$

### 2.3.4 Влаговыведения от людей

Влаговыведения от людей рассчитываем по формуле (2.3):

Количество влаги, выделяемой людьми в обеденном зале в теплый период года ( $t_b=24\text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 107 \cdot 37 + 107 \cdot 38 \cdot 0,85 = 7415 \text{ г/ч.}$$

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

Количество влаги, выделяемой людьми в обеденном зале в холодный период года ( $t_b=18^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 59 \cdot 37 + 59 \cdot 38 \cdot 0,85 = 4090 \text{ г/ч.}$$

### 2.3.5 Вредности от остывающей пищи

Ими являются тепло- и влаговыведения.

Поступление явной теплоты от остывающей пищи определяется по формуле :

$$Q_{\text{о.п.я}} = \frac{g \cdot c_{\text{ср}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) \cdot n}{\tau \cdot 3,6}, \quad (2.7)$$

где  $g$  – средняя масса всех блюд, приходящихся на одного посетителя, в расчетах принимается  $g = 0,85\text{кг}$ ;

$c_{\text{ср}}$  – средняя теплоемкость пищи, в расчетах применяется  $c_{\text{ср}} = 3,35$  кДж/(кг · °С);

$t_{\text{н}}$  – температура пищи, поступающей в обеденный зал (принимается равной  $70^\circ\text{C}$ );

$t_{\text{к}}$  – температура пищи, в момент потребления (принимается равной  $40^\circ\text{C}$ );

$n$  – число посадочных мест в обеденном зале;

$\tau$  – продолжительность принятия пищи одним посетителем (для обеденного зала принимается  $0,5\text{ч}$ ).

Условно считается, что поступления скрытой теплоты равны поступлениям явной. Полные теплоизбытки от остывающей пищи равны:

$$Q_{\text{о.п.п}} = 2 \cdot Q_{\text{о.п.я}}, \quad (2.8)$$

Расчет поступления тепла от остывающей пищи

$$Q_{\text{о.п.я}} = \frac{0,85 \cdot 3,35 \cdot (70 - 40) \cdot 75}{0,5 \cdot 3,6} = 3560 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{о.п.п}} = 2 \cdot 3560 = 7120 \text{ Вт.}$$

Количество испаряющейся влаги от остывающей пищи определяется по величине скрытых теплоизбытков, условно принимаемых равными явным, по формуле:

$$M_{\text{о.п.}} = \frac{K \cdot g \cdot c_{\text{ср}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) \cdot n}{\tau \cdot (2500 + 1,8 \cdot \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{к}}}{2})}, \quad (2.9)$$

где  $K$  – понижающий коэффициент, учитывающий наличие на пище жировой пленки, которая затрудняет испарение влаги. Коэффициентом учитывается также неравномерность потребления пищи ( $K=0,34$ ).

Расчет поступления влаги от остывающей пищи:

$$M_{\text{о.п.}} = \frac{0,34 \cdot 0,85 \cdot 3,35 \cdot (70-40) \cdot 75}{0,5 \cdot (2500 + 1,8 \cdot \frac{70+40}{2})} = 1675 \text{ г/ч.}$$

## 2.4 Определения вредностей в помещении выпечного цеха

### 2.4.1 Теплопоступления от технологического оборудования

В выпечном цехе установлено следующее оборудование:

- печь конвекционная,  $N=8\text{кВт}$ .

Теплопоступления от технологического оборудования определяем по формуле (2.6):

$$Q_{\text{об}} = 1000 \cdot 0,8 \cdot (8 \cdot 0,65) \cdot (1 \cdot 0,75) = 1040 \text{ Вт.}$$

### 2.4.2 Теплопоступления от персонала

Количество теплоты, выделяемой людьми в выпечном цехе в теплый период года ( $t_{\text{в}}=26 \text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{я}} = 64 \cdot 1 = 64 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{п}} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ Вт.}$$

Количество теплоты, выделяемой людьми в выпечном цехе в холодный период года ( $t_{\text{в}}=16 \text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{я}} = 129 \cdot 1 = 129 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{п}} = 209 \cdot 1 = 209 \text{ Вт.}$$

									Лист
									21
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР				

### 2.4.3 Влаговыведения от людей

Влаговыведения от людей рассчитываем по формуле (2.3):

Количество влаги, выделяемой людьми в выпечном цехе в теплый период года ( $t_b=26\text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 194 \cdot 1 = 194 \text{ г/ч.}$$

Количество влаги, выделяемой людьми в выпечном цехе в холодный период года ( $t_b=18\text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$M_w = 116 \cdot 1 = 116 \text{ г/ч.}$$

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ВОЗДУХООБМЕНОВ

#### 3.1 Расчет воздухообмена конференц-зала.

В помещении конференц-зала примем следующую схему воздухораспределения из условия ассимиляции вредных веществ: с помощью системы вентиляции будем подавать санитарную норму, а оставшиеся теплоизбытки будут утилизироваться с помощью системы местной вентиляции на базе сплит систем. В зимний период с помощью систем вентиляции будем подавать санитарную норму воздуха, а оставшиеся теплоизбытки будут ассимилироваться с помощью работы систем отопления посредством изменения количества теплоносителя терморегуляторами на отопительных приборах.

Теплый период

Определяем количество тепло- и влагоизбытков в конференц зале :

$$Q_{п.изб} = Q_{п} + Q_{и.о} + Q_{об} = 10742 + 1730 + 300 = 12722 \text{ Вт.}$$

$$Q_{я.изб} = Q_{я} + Q_{и.о} + Q_{об} = 4966 + 1730 + 300 = 6996 \text{ Вт.}$$

$$M_w = 3656 \text{ г/ч.}$$

Параметры внутреннего воздуха в помещении:

$$t_b = 24^\circ\text{C}, \varphi = 50\%.$$

Температуру удаляемого воздуха определяем по формуле:

$$t_y = t_b + \text{grad}t \cdot (H - h_{р.з.}), \quad (3.1)$$

где  $\text{grad}t$  – градиент температуры воздуха по высоте помещения,  $^\circ\text{C}/\text{м}$ , определяем по таблице 21[3];

$H$  – высота помещения, м;

$h_{р.з.}$  – высота рабочей зоны. Для людей, находящихся в помещении преимущественно в сидячем положении, принимаем 1,5 м.

Величину тепловой напряженности помещения определяем по формуле:

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

$$q = \frac{Q_{\text{я}}}{V_{\text{пом}}}, \quad (3.2)$$

где  $Q_{\text{я}}$  – величина явных теплоизбытков в помещении, Вт;

$V_{\text{пом}}$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

По формуле (3.2):

$$q = \frac{4966}{103 \cdot 3,4} = 14,18 \text{ Вт/м}^3.$$

Величина градиента температуры воздуха, согласно таблице 20 [3], равна  $\text{grad}t = 0,6 \text{ }^\circ\text{C} / \text{м}$ .

Тогда температура удаляемого воздуха по формуле (3.1) равна:

$$t_{\text{у}} = 24 + 0,6 \cdot (3,4 - 1,5) = 25,1^\circ\text{C}.$$

Температуру приточного воздуха определяем по формуле:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{н}} + 1, \quad (3.3)$$

где  $t_{\text{н}}$  – температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$ .

$$t_{\text{пр}} = 21,7 + 1 = 22,7 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Количество приточного воздуха определяем из условий соблюдения санитарной нормы по формуле:

$$L_{\text{сн}} = N \cdot L_1, \quad (3.4)$$

где  $N$  – количество человек в помещении;

$L_1$  – санитарная норма воздуха, приходящаяся на одного человека, м<sup>3</sup>/(ч·чел). Принимаем по таблице 24 [4].

$$L_{\text{сн}} = 80 \cdot 20 = 1600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество теплоты, поступающей с приточным воздухом, определяем по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot \rho \cdot L \cdot (t_{\text{пр}} - t_{\text{в}}), \quad (3.5)$$

где  $c$  – удельная массовая теплоемкость воздуха,  $c = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ;

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

$t_b$  – температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{пр}$  – температура приточного воздуха, °С;

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 1,19 \cdot 1600 \cdot (25,9 - 23,7) = 1178 \text{ Вт.}$$

Остатки тепла будут удаляться системой кондиционирования:

$$Q_{\text{конд}} = Q_{\text{п.изб}} + Q_{\text{вент}} = 12782 + 1178 = 13960 \text{ Вт.}$$

Холодный период

Определяем количество тепло- и влагоизбытков :

$$Q_{\text{п.изб}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{и.о}} + Q_{\text{об}} = 11692 + 1730 + 300 = 13722 \text{ Вт.}$$

$$Q_{\text{я.изб}} = Q_{\text{я}} + Q_{\text{и.о}} + Q_{\text{об}} = 8584 + 1730 + 300 = 10614 \text{ Вт.}$$

$$M_w = 4366 \text{ г/ч.}$$

Параметры внутреннего воздуха в помещении:

$$t_b = 18^\circ\text{C}, \varphi = 40\%.$$

Определим температуру удаляемого воздуха по формуле (3.1):

$$t_y = 18 + 0,6 \cdot (3,4 - 1,5) = 19,15^\circ\text{C}.$$

Температура приточного воздуха :

$$t_{пр} = 18^\circ\text{C}.$$

Расчетный расход принимаем по санитарной норме –  $L_p = 1600 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Определим величину теплоты, ассимилируемой системой вентиляции по формуле (3.6):

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 1,22 \cdot 1600 \cdot (19,15 - 18) = 632 \text{ Вт.}$$

Остальные теплоизбытки будут ассимилироваться работой автоматизированной системы отопления с терморегуляторами путем уменьшения температуры теплоносителя.

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25



### 3.2 Расчет воздухообмена для горячего цеха

Определим расход воздуха, удаляемого из помещения горячего цеха. Количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения принимаем по модулированному оборудованию, согласно расходу, указанному в паспорте кухонного оборудования.

Таблица 3.1 – Оборудование горячего цеха

Наименование оборудования	Мощност, кВт	Кол-во, шт	Коэффициент загрузки	Приток, м <sup>3</sup> /ч	Вытяжка, м <sup>3</sup> /ч
Плита электрическая	13	2	0,65	1025	600
Сковорода электрическая	8,7	1	0,5	700	400
Фритюрница	22	1	0,65	700	400
Пароконвектомат	19,8	1	0,65	950	-

$$L_y = 1025 + 1025 + 700 + 700 + 950 = 3450 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определим расход воздуха по санитарной норме:

$$L_{\text{сн}} = L_1 \cdot N = 100 \cdot 5 = 500 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определим расход приточного воздуха по модулированному оборудованию. Расход приточного воздуха указан в паспорте оборудования.

$$L_{\text{пр}} = 600 + 400 + 400 + 400 = 2000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество приточного воздуха должно быть не менее 60% всего подаваемого воздуха в помещение. Определим минимальное количество приточного воздуха:

$$L_{\text{min}}^{\text{п}} = 0,6 \cdot L_y = 0,6 \cdot 3450 = 2070 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Примем расчетный расход приточного воздуха  $L_p^{\text{п}} = 2000 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Определим расход рециркуляционного воздуха, перетекающего через открытые проемы из обеденного зала:

$$L_{\text{рец}} = L_y - L_p^{\text{п}} = 1450 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчет параметров внутреннего воздуха для теплого периода в горячем цехе.

Параметры наружного воздуха:

$$t_n = 21,7^\circ\text{C}, I_n = 48,1 \text{ кДж/кг.}$$

Определим температуру приточного воздуха:

$$t_{пр} = t_n + 1 = 21,7 + 1 = 22,7^\circ\text{C.}$$

Энтальпия приточного воздуха  $I_{пр} = 49 \text{ кДж/кг.}$

Определим энтальпию точки смеси воздуха из обеденного зала и приточного:

$$I_c = \frac{L_{пр} \cdot \rho \cdot I_{пр} + L_{рец} \cdot \rho \cdot I_{о.з.}}{L_{пр} \cdot \rho + L_{рец} \cdot \rho} \quad (3.6)$$

Параметры внутреннего воздуха обеденного зала:

$$t_v = 24^\circ\text{C}, \phi_v = 50\%, I_n = 47,7 \text{ кДж/кг;}$$

$$I_c = \frac{2000 \cdot 1,2 \cdot 49 + 1450 \cdot 1,2 \cdot 47,5}{2000 \cdot 1,2 + 1450 \cdot 1,2} = 48,37 \text{ кДж/кг.}$$

Энтальпия удаляемого из верхней зоны воздуха:

$$I_y = \frac{3,6 \cdot Q_{изб.п} + (L_{пр} \cdot \rho + L_{рец} \cdot \rho) \cdot I_c}{L_{пр} \cdot \rho + L_{рец} \cdot \rho};$$

$$Q_{изб.п} = Q_{об} + Q_{л.п.} + Q_{с.р.} \text{ (из пунктов 2.2.1-2.2.4)}$$

$$Q_{изб.п} = 9684 + 1000 + 1151 = 11835 \text{ Вт.}$$

$$I_y = \frac{3,6 \cdot 11835 + (2000 \cdot 1,2 + 1450 \cdot 1,2) \cdot 48,37}{2000 \cdot 1,2 + 1450 \cdot 1,2} = 58,7 \text{ кДж/кг.}$$

С помощью I-d диаграммы определим температуру удаляемого воздуха  $t_y = 27,1^\circ\text{C.}$

Определим температуру внутреннего воздуха при данном воздухообмене по формуле (3.1):

$$t_v = t_y - \text{gradt} \cdot (H - h_{р.з.})$$

Для горячих цехов согласно [5]  $\text{gradt} = 2^\circ\text{C/м.}$

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Тогда температура внутреннего воздуха:

$$t_B = 27,1 - 2 \cdot (3,4 - 2) = 24,3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Указанный воздухообмен удовлетворяет требованиям по температуре внутреннего воздуха.

### 3.3 Расчет воздухообмена в обеденном зале

Теплый период

Определяем величину теплоизбытков:

$$Q_{\text{п.изб}} = Q_{\text{л.п.}} + Q_{\text{с.р.}} + Q_{\text{о.п.п.}}$$

$$Q_{\text{п.изб}} = 10118 + 2490 + 7120 = 19730 \text{ Вт.}$$

Определяем общую величину влаговыделений в обеденном зале:

$$M_w = M_{\text{о.п.}} + M_{\text{л}}, \quad (3.7)$$

где  $M_{\text{о.п.}}$  – влаговыделения от остывающей пищи, г/ч;

$M_{\text{л}}$  – влаговыделения от посетителей, г/ч.

$$M_w = 1675 + 7415 = 9090 \text{ г/ч.}$$

Определяем величину углового коэффициента луча процесса по формуле:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot Q_{\text{п.изб}}}{M_w} \quad (3.8)$$

Величина углового коэффициента луча процесса для обеденного зала равна:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 19730}{9090} = 7815 \text{ кДж/кг} < 40000 \text{ кДж/кг}$$

Следовательно, расчет ведем по полному теплу и влаге.

Параметры внутреннего воздуха:

$$t_B = 24^\circ\text{C}, \varphi_B = 50\%, I_B = 47,7 \text{ кДж/кг.}$$

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

Определим температуру удаляемого воздуха по формуле (3.1):

$$t_y = t_b + \text{gradt} \cdot (H - h_{p.z.})$$

Для обеденного зала согласно [5]  $\text{gradt} = 1,3 \text{ }^\circ\text{C/м}$ .

$$t_y = 24 + 1,3 \cdot (3,4 - 1,5) = 26,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Энтальпия удаляемого воздуха:

$$I_y = 54 \text{ кДж/кг}.$$

Температура приточного воздуха по формуле:

$$t_{пр} = t_b - \Delta t_{пр} \quad (3.9)$$

$$t_{пр} = 24 - 3,5 = 20,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Энтальпия приточного воздуха:

$$I_{пр} = 39,6 \text{ кДж/кг}.$$

Определим расход приточного и удаляемого воздуха для системы вентиляции, исходя из ассимиляции тепловыделений от посетителей.

Расход удаляемого воздуха из обеденного зала определяем по формуле:

$$L_{o.z.}^y = \frac{3,6 \cdot Q_{л.п.} - L_{рец} \cdot \rho \cdot (I_b - I_{пр})}{\rho \cdot (I_y - I_{пр})} \quad (3.10)$$

$$L_{o.z.}^y = \frac{3,6 \cdot 19730 - 1450 \cdot 1,2 \cdot (47,7 - 39,6)}{1,2 \cdot (54 - 39,6)} = 3300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход приточного воздуха:

$$L_{o.z.}^{пр} = L_{o.z.}^y + L_{рец} = 3300 + 1450 = 4750 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Оставшиеся теплоизбытки удаляем с помощью системы кондиционирования на базе сплит-системы.

Холодный период

Определяем величину теплоизбытков:

$$Q_{п.изб} = 10950 + 1090 + 7120 = 19160 \text{ Вт}.$$

Определяем величину влаговыделений:

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

$$M_w = 1675 + 4090 = 5765 \text{ г/ч.}$$

Определим величину углового коэффициента луча процесса по формуле (3.8):

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 19160}{5765} = 12000 \text{ кДж/кг} < 40000 \text{ кДж/кг}$$

Следовательно, расчет ведем по полному теплу.

Параметры внутреннего воздуха :

$$t_b = 18^\circ\text{C}, \varphi_b = 40\%, I_b = 31 \text{ кДж/кг.}$$

Определяем температуру удаляемого воздуха по формуле (3.1):

$$t_y = 18 + 1,3 \cdot (3,4 - 1,5) = 20,5 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Энтальпия удаляемого воздуха:

$$I_y = 35,7 \text{ кДж/кг.}$$

Температура притока определяем по формуле (3.9):

$$t_{пр} = 18 - 3,5 = 14,5 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Энтальпия приточного воздуха:

$$I_{пр} = 24,9 \text{ кДж/кг.}$$

Для холодного периода за расчетный расход воздуха принимаем:

$$L_p^{пр} = 4750 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_p^y = 3300 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Определим количество тепла, ассимилируемого системой вентиляции. Из формулы (3.6):

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot \rho \cdot (L_{\text{о.з.}}^y \cdot (I_y - I_{пр}) + L_{\text{рец}} \cdot (I_b - I_{пр}))$$

$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot (3300 \cdot (35,7 - 24,9) + 1450 \cdot (31 - 24,9)) = 15022 \text{ Вт.}$$

Остальные теплоизбытки будут ассимилироваться работой автоматизированной системы отопления с терморегулирующими устройствами.

									Лист
									30
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР				

### 3.4 Расчет воздухообмена в выпечном цехе

Определим расход воздуха, удаляемого местным локализирующим устройством над выпечным оборудованием. Расход удаляемого воздуха принимаем согласно паспорту оборудования.

$$L_{\text{лу}}^y = 620 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определим расход общеобменной вытяжки из верхней зоны, равной двукратному воздухообмену:

$$L_{\text{об}}^y = 2 \cdot V_{\text{пом}} = 2 \cdot 30 = 60 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход удаляемого воздуха:

$$L_y = L_{\text{лу}}^y + L_{\text{об}}^y = 620 + 60 = 680 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество притока должно составлять не менее 60% всего подаваемого воздуха в помещение. Определим минимальное количество приточного воздуха:

$$L_{\text{min}}^{\text{п}} = 0,6 \cdot L_y = 0,6 \cdot 680 = 410 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определим расход воздуха по санитарной норме:

$$L_{\text{сн}} = L_1 \cdot N = 100 \cdot 2 = 200 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Принимаем расчетный расход приточного воздуха  $L_p^{\text{п}} = 410 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

### 3.5 Расчет воздухообмена прочих помещений здания

В остальных помещениях административно - бытового корпуса воздухообмен будет осуществляться следующим образом: в помещения, предполагающие длительное пребывание людей, будет подаваться санитарная норма воздуха.

Согласно приложению «К» [4], санитарная норма на человека, пребывающего в помещении более 2 часов, составляет  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а на человека, пребывающего в помещении менее 2 часов –  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Остальные помещения являются вспомогательными, и воздухообмены для них рассчитывается по нормативным кратностям. Данные воздухообмена в помещениях представлены в приложении А.

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

#### 4 ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

При проектировании систем воздухораспределения применяются разработанные и утвержденные типовые конструкции воздухораспределителей.

Конструкция воздухораспределительного устройства определяет форму и направление приточной струи, характер ее развития в помещении.

В помещениях административно-бытового корпуса подача воздуха осуществляется настилающимися на потолок веерными струями с помощью потолочных квадратных диффузоров 4АПН с раздачей воздуха в 4 стороны, производимые фирмой «Арктос».

Также подача воздуха для помещений здания осуществляется с помощью универсальных диффузоров ДПУ-М, также производимые фирмой «Арктос». В диффузорах ДПУ-М при перемещении обтекателя с закручивателем вдоль оси корпуса изменяются вид формируемой приточной струи и ее дальность. Также ДПУ-М может также использоваться в качестве запорного клапана при отключении системы вентиляции или отдельных ее участков.

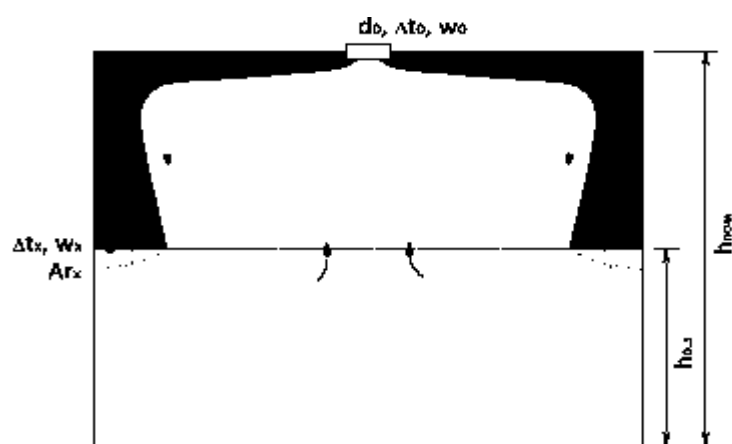


Рисунок 4.2 – Схема воздухораспределения в обеденном зале

#### 4.1 Расчет воздухоораспределителей в помещении обеденного зала

Определим суммарную площадь сечения по формуле:

$$F_{\Sigma} = \frac{L_{\text{расч}}}{3600 \cdot \omega} \quad (4.1)$$

Расход приточного воздуха в обеденном зале составляет  $L_{\text{расч}} = 4750 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а рекомендуемая скорость воздуха на диффузоре должна составлять не более 3 м/с, поэтому:

$$F_{\Sigma} = \frac{4750}{3600 \cdot 3} = 0,44 \text{ м}^2$$

Необходимое количество воздухоораспределителей определяем по формуле:

$$N = \frac{F}{36} \quad (4.2)$$

36 м<sup>2</sup> – минимальная площадь помещения, которая обслуживается одной решеткой.

F – площадь обеденного зала, м<sup>2</sup>.

$$N = \frac{156}{36} \approx 5 \text{ шт.}$$

Тогда площадь одного воздухоораспределителя определяем по формуле:

$$F = \frac{F_{\Sigma}}{N} \quad (4.3)$$

$$F = \frac{0,44}{5} = 0,088 \text{ м}^2.$$

По данным таблицы подбора диффузоров к установке принимаем 5 воздухоораспределителей 4АПН с характеристиками:

- размеры 600х600мм;
- уровень звукового давления 28 дБ(А);
- расход воздуха через диффузор:  $L_0 = 4750/5 = 950 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- площадь живого сечения:  $A_{\text{ж.с.}} = 0,086 \text{ м}^2$ .

						Лист
					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	33
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



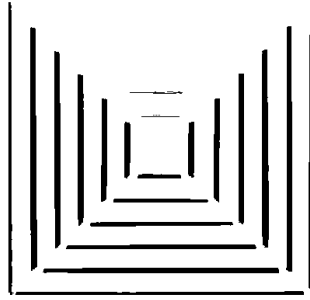


Рисунок 4.1 – Диффузор 4АПН

Найдем фактическую скорость воздуха, проходящего через воздухораспределитель по формуле (4.1):

$$\omega = \frac{4750}{3600 \cdot 0,086 \cdot 5} = 3 \text{ м/с.}$$

Скорость истечения воздуха соответствует требованиям.

## 5 ОПИСАНИЕ ПРИНЯТЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ

Для достижения допустимых параметров микроклимата в многоэтажном офисном здании запроектирована вентиляция с механическим побуждением движения воздуха.

Для подачи воздуха используются сборные установки фирмы «NED»

В данном проекте запроектировано двадцать две системы с механическим побуждением воздуха: четыре приточных и восемнадцать вытяжных систем. А также система естественной вентиляции: ВЕ1.

Приточные установки, обслуживающие помещения всех этажей, расположены в помещении венткамеры на 2 этаже здания. Забор воздуха осуществляется на высоте 5,1 м выше уровня земли через приточную камеру.

Удаление воздуха из горячего и выпечного цехов частично производится из верхней зоны диффузорами 4 АПН фирмы «Арктос». Остальная часть удаляется вытяжным зонтом из пищевой нержавеющей стали.

Удаление воздуха из остальных помещений производится из верхней зоны посредством диффузоров 4АПН и ДПУ-М.

Присоединение диффузоров 4АПН к воздуховодам осуществляется через камеру статического давления, которые обеспечивают выравнивание и стабилизацию воздушного потока, поступающего в воздухораспределитель.

Над дверными проемами главного входа устанавливаются воздушно-тепловые завесы, предназначенные для защиты отапливаемых помещений, от холодного воздуха, попадающего внутрь через открытые двери. К установке принимаем тепловую завесу Тепломаш, серии 300W модель КЭВ12П3041Е. Завеса организует поток теплого воздуха сверху вниз. Тип воздухонагревателя – электрический. Положение завесы – горизонтальное.

В помещениях административно-бытового корпуса воздухообмен организован по схеме «сверху - вверх»

										Лист
										35
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР					

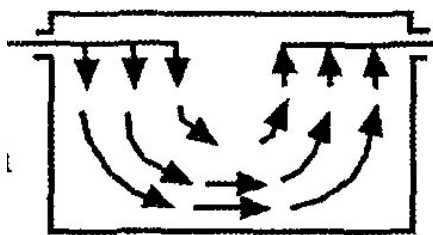


Рисунок 5.1 – Организация воздухообмена «сверху вверх» в помещениях

Воздуховоды выполнены из листовой оцинкованной стали толщиной 0,5 – 0,7 мм в зависимости от размеров воздуховода. Их прокладка осуществляется за подшивным потолком помещений.

Крепление воздуховодов осуществляется с помощью монтажной траверсы, закрепленной на шпильки к потолку. Воздуховоды круглого сечения крепятся с помощью соединительных хомутов, которые монтируются шпильками к стенам или потолку.

Прямоугольные воздуховоды имеют фланцевое соединение на болтах, между воздуховодами помещают прокладку из резины для улучшения герметичности соединения. Круглые воздуховоды соединяются саморезами. Места соединения обрабатываются герметиком или оборачиваются монтажным скотчем.

Магистральные воздуховоды присоединяются к камере статического давления с помощью гофрированных воздуховодов.

## 6 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Распределение воздуха в системах вентиляции осуществляется сетью воздуховодов, которые должны отвечать определенным требованиям:

- обеспечивать пропускную способность для прохождения необходимого объема воздуха;
- иметь минимальное сопротивление;
- обеспечивать по скоростному режиму нормативные шумовые характеристики;
- занимать минимальное пространство.

Аэродинамический расчет воздуховодов сводится к определению размеров их поперечного сечения, а также потерь давления в системе и на отдельных участках.

Подбор размеров поперечного сечения воздуховодов производится по предельно допустимым скоростям воздуха в воздуховодах, решетках. При механическом побуждении допустимые скорости воздуха в воздуховодах составляют согласно таблице 22.13 [6]:

- до 8 м/с в магистральных воздуховодах;
- до 5 м/с на ответвлениях;
- до 3 м/с на воздухораспределителях.

Потери давления на участках вентиляционной сети определяются по формуле:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + Z, \quad (6.1)$$

где  $\Delta P_{\text{тр}}$  – потери давления на трение, Па;

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

Потери давления на трение  $\Delta P_{\text{тр}}$  в воздуховоде длиной  $l$ , м, определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}}, \quad (6.2)$$

где  $\beta_{\text{ш}}$  – коэффициент, учитывающий фактическую шероховатость стенок воздуховода, принимается в зависимости от скорости движения воздуха в сечении

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

воздуховода и абсолютной шероховатости поверхности стенок воздуховодов, определяем по таблицу 8.6 [5];

$R$  – удельные потери давления, Па/м, определяются по номограммам для воздуховодов круглого сечения. Для определения удельных потерь давления воздуховодов прямоугольного сечения рассчитываем эквивалентный диаметр прямоугольного воздуховода и используем номограммы для круглых воздуховодов:

$$d_э = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a + b)}, \quad (6.3)$$

где,  $b$  – размеры поперечного сечения воздуховодов.

потери давления в местных сопротивлениях участка  $Z$ , Па, рассчитываем по формуле:

$$Z = \sum \zeta \cdot P_d, \quad (6.4)$$

где  $\sum \zeta$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, определяем по таблице местных сопротивлений [3];

$P_d$  - динамическое давление на участках воздуховодов, Па, определяем по формуле:

$$P_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (6.5)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – скорость движения воздуха в сечении м/с.

Потери давления в ответвлении и суммарные потери давления в магистрали от ее конца до точки подключения ответвления увязываются между собой. Размеры сечений ответвлений подобраны тогда, когда невязка не превышает 10%.

## 6.1 Аэродинамический расчет приточной системы П1

Рассчитаем участок 1.1.

Расход на этом участке составляет 410 м<sup>3</sup>/ч.

Диаметр гофрированного воздуховода принимаем 200мм.

Тогда площадь сечения воздуховода определяем по формуле:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (6.6)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,04}{4} = 0,031 \text{ м}^2.$$

Тогда скорость воздуха в сечении воздуховода рассчитываем по формуле:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F} \quad (6.7)$$

$$v = \frac{410}{3600 \cdot 0,031} = 3,6 \text{ м/с};$$

Определяем удельное сопротивление по номограмме фирмы «Арктос» для гофрированных воздуховодов.

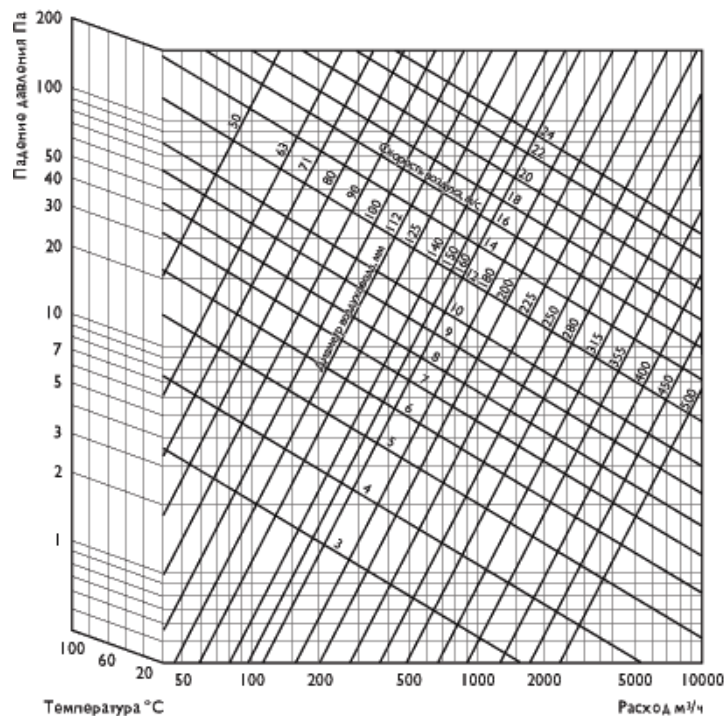


Рисунок 6.1- Номограмма для гофрированных воздуховодов

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР

Лист

39

Для воздуховода диаметром 200мм и расходом на участке 410 м<sup>3</sup>/ч получаем  $R = 1,7$  Па/м.

Длина участка составляет 0,6 м.

Коэффициент шероховатости для гибких воздуховодов:  $\beta_{ш} = 1,13$ .

Потери давления на трение рассчитываем по формуле (6.2):

$$\Delta P_{тр} = 1,7 \cdot 0,6 \cdot 1,13 = 1 \text{ Па.}$$

Динамическое давление рассчитываем по формуле (6.5):

$$P_d = \frac{1,2 \cdot 3,6^2}{2} = 8 \text{ Па;}$$

Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываем по формуле (6.4):

$$Z = 2,2 \cdot 8 = 18 \text{ Па;}$$

Таблица 6.1 – Коэффициенты местного сопротивления участка 1.1

Наименование	Кол-во, шт.	КМС $\xi$
Воздухораспределитель	1	2,2

Тогда потери давления на участке 1.1 рассчитываем по формуле (6.1):

$$\Delta P = 1 + 18 = 19 \text{ Па.}$$

Аэродинамический расчет участков системы рассчитывается аналогичным образом. Расчет приведен в приложении В.

Произведем аэродинамический расчет ответвления и произведем его увязку с основной магистралью. Данные приведены в приложении В.

Таблица 6.2 – КМС системы П1

№ участка	Характеристика местных сопротивлений	Сумм. $\xi$
1.1	Воздухораспределитель	2,2
1	Отвод прямоугольного сечения под 90 $z=0,25$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,15$ .	0,4
2	Узлы ответвления на нагнетании $z=0,90$ ;Внезапное изменение сечения $z=0,25$ ; Огнезащитный клапан $z=0,72$ .	1,87
3	Внезапное изменение сечения $z=0,15$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,30$ ;	0,45
4	Внезапное изменение сечения $z=0,10$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,15$ ; Огнезащитный клапан $z=0,37$ .	0,62
5	Отвод прямоугольного сечения под 90 $z=0,48$ ; Внезапное изменение сечения $z=0,10$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,15$ ;	0,73
6	Внезапное изменение сечения $z=0,05$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=0,15$ ;	0,5
7	Заслонка $z=0,3$ ; Внезапное изменение сечения $z=0,20$ ; Узлы ответвления на нагнетании $z=1,30$ ;	1,8
8	Отвод прямоугольного сечения под 90 (3 шт.) $z=0,65$ ; Огнезащитный клапан (2 шт.) $z=0,23$ .	2,41



## 6.2 Аэродинамический расчет вытяжной системы В5

Расчет вытяжной системы аналогичен расчету приточной. Схема вытяжной системы приведена в приложении Г, данные по аэродинамическому расчету приведены в приложении Д.

Увязка ответвлений с основной магистралью производится с помощью заслонки АЗД 133.000.250 фирмы «Ровен».

Аэродинамический расчет ответвления приведен в приложении Д.

Таблица 6.3 – КМС системы В5

№ участка	Характеристика местных сопротивлений	Сумм $\xi$
1	Воздухораспределитель $z=1,5$ ; Отвод круглого сечения под 90 $z=0,33$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,75$ ;	2,58
2	Внезапное изменение сечения $z=0,09$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,55$ ;	0,64
3	Узлы ответвления на всасывании $z=0,5$ ;	0,5
4	Узлы ответвления на всасывании $z=0,45$ ;	0,45
5	Внезапное изменение сечения $z=0,16$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=1,41$ ;	1,57
6	Отвод круглого сечения под 90 (1 шт) $z=0,33$ ; Внезапное изменение сечения $z=0,16$ ; Заслонка $z=0,3$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,80$ ; Огнезащитный клапан $z=1,16$ .	2,75
7	Внезапное изменение сечения $z=0,16$ ; Узлы ответвления на всасывании $z=0,45$ ;	0,61
8	Шахта с зонтом $z=1,30$ ;	1,3

Увязка ответвлений осуществляется при пуско-наладке системы.

## 7 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ

### 7.1 Подбор приточной установки системы П1

Подбор осуществляется на основании данных аэродинамического расчета системы и необходимого расхода воздуха в сети.

В программе подбора оборудования фирмы «NED» была рассчитана приточная установка, обеспечивающая необходимые напор, параметры приточного воздуха и его расход. Была подобрана приточная установка VR VRN 100-50/45.4D, состоящая из следующих элементов:

- приемный блок с утепленным воздушным клапаном;
- фильтр грубой очистки кассетный FRC класса EU3;
- фильтр тонкой очистки карманный FR класса EU5;
- водяной калорифер WH мощностью 158,8 кВт, 3-х рядный, расход воды - 2,36 м<sup>3</sup>/ч;
- вентилятор VRN 100-50/45.4D, 2239 об/мин. U=380 В.
- шумоглушитель NK 100-50.

### 7.2 Подбор вытяжного вентилятора системы В5

По результатам расчета, сделанного в пункте 6.2, произведем подбор вентилятора для вытяжной системы В5.

Для подбора принимаем следующие параметры:

$$L=1125 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$P = 90 \text{ Па.}$$

К установке принимаем вентилятор К 315М ЕС Circular duct fan с однофазным электродвигателем с частотой оборотов 2800 мин<sup>-1</sup>.

									Лист
									43
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР				

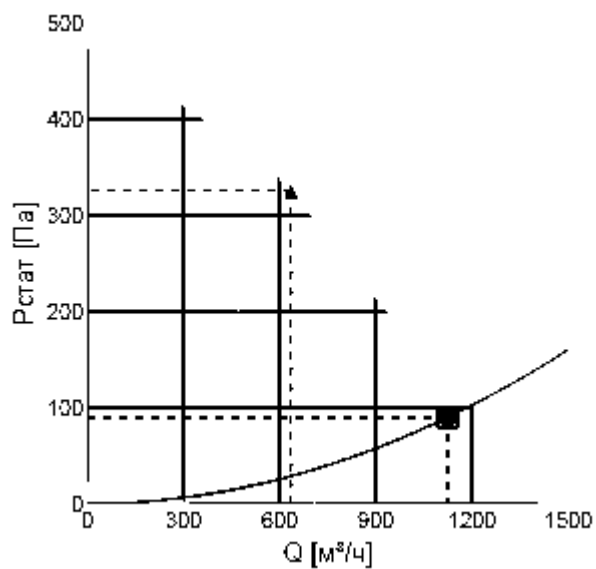


Рисунок 7.1 – Характеристика вытяжного вентилятора

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР

Лист

44

## 8 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ

Автоматизация приточно-вытяжной системы вентиляции выполняется с целью обеспечения комфортных условий пребывания людей в помещениях и снижения энергопотребления вентиляторов.

В офисных помещениях системы автоматизации обеспечивают поддержание температуры внутреннего воздуха на заданном уровне в зависимости от потребностей помещения.

В разделе представлен проект автоматизации приточной установки и вытяжного вентилятора.

Проектируемая система автоматического управления должна выполнять следующие функции:

- регулирование расхода приточного воздуха;
- регулирование температуры приточного воздуха;
- блокировка и защита;
- сигнализация.

### 8.1 Средства регулирования и автоматизации приточной системы

Управление системой вентиляции осуществляется контроллером ТРМ133М.

Контроллер систем приточной вентиляции ТРМ133М в комплексе с первичными преобразователями, модулем расширения МР1 и исполнительными механизмами предназначены для контроля и регулирования температуры воздуха в помещениях, оборудованных системой приточной/приточно-вытяжной вентиляции, отображения измеренной температуры и режимов работы на встроенном индикаторе и формирования сигналов управления встроенными выходными элементами и выходными элементами модуля МР1.

#### Инфракрасный датчик присутствия

Инфракрасный датчик присутствия VENTS TP-1,5H непрерывно контролирует нахождение людей в помещении. Принцип его действия основан на регистрации уровня инфракрасного излучения, вызванного перемещением или деятельностью человека. Сигнал на выходе датчика монотонно зависит от уровня

									Лист
									45
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР				

инфракрасного излучения, усредненного по полю зрения датчика. При появлении человека на выходе из датчика повышается напряжение. Для того, чтобы определить, движется ли объект в датчике используется оптическая система.

#### Датчики температуры

В качестве температурных датчиков в системе используются датчики STK-3. Принцип действия основан на зависимости электрического сопротивления чувствительного элемента, находящегося в защитной трубке, от температуры. Сигнал подается на контроллер для дальнейшей обработки.

#### Датчики перепада давления

Для контроля перепада давления на фильтре и контроля работы вентилятора в системе используются датчики перепада давления DPD-5, встроенные в сборную приточную установку VR VRN 100-50/45.4D

### 8.1.1 Регулирование параметров приточного воздуха

Через утепленный воздушный клапан наружный воздух поступает в приточную установку. Открытие и закрытие воздушного клапана осуществляется ручным управлением или двигателем, управляемым контроллером приточной установки.

Реле перепада давления на вентиляторе контролирует его работу. Датчик подает сигнал на контроллер о том, что работает вентилятор или он отключен. Включение и отключение вентилятора осуществляется двигателем, управляемым контроллером приточной установки и частотным преобразователем.

На фильтрах грубой и тонкой очистки установлены реле перепада давления, которые контролируют степень загрязнения фильтра. Как только перепад давления достигнет заданной величины, датчик подает сигнал на контроллер и на щит управления, на котором предусмотрена оперативно техническая сигнализация.

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

### 8.1.2 Блокировка и защита

Защита калорифера от замораживания осуществляется следующим образом: датчик температуры на обратной линии измеряет температуру теплоносителя, датчик температуры в воздуховоде после установки измеряет температуру приточного воздуха на выходе из приточной установки. При падении температуры приточного воздуха до  $+5^{\circ}\text{C}$  и температуры теплоносителя в обратной линии до  $+25^{\circ}\text{C}$  на контроллер приточной установки поступает сигнал об опасности замерзания калорифера и на щит управления, на котором предусмотрена оперативно-технологическая сигнализация. При этом привод вентилятора выключает вентилятор, а электропривод на воздушном клапане перекрывает подачу воздуха в приточную установку, привод клапана на обвязке калорифера закрывает сечение по обратному теплоносителю и полностью открывает сечение по подающему теплоносителю. Насос включается на полную мощность, обеспечивая циркуляцию теплоносителя из тепловых сетей.

Как только температура обратной воды при прогреве калорифера достигнет заданной величины, восстанавливается обычный режим работы приточной установки.

### 8.1.3 Сигнализация

В помещении, где установлена приточная установка, размещается щит управления, на котором предусматривается оперативно-технологическая и аварийная сигнализация.

Оперативно-технологическая сигнализация предназначена для отображения состояния объекта и позволяет вести наблюдение за параметрами регулирования. Аварийная сигнализация необходима в случаях, которые могут привести к аварии – засорение фильтра, опасность разморозки системы, и снабжена световым источником.

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускном квалификационном проекте была запроектирована система вентиляции воздуха. Для достижения необходимых параметров воздушной среды был проведен ряд расчетов.

Был проведен расчет выделяющихся в помещении вредностей: от людей, от оборудования, от солнечной радиации, от искусственного освещения в помещении конференц-зала, горячем цеху и выпечном цеху. В помещении обеденного зала – от людей, от искусственного освещения, от солнечной радиации и от остывающей пищи.

По итогам расчета выделяющихся вредностей был произведен расчет воздухообменов для помещений первого, второго и третьего этажей, приняты необходимые воздухообмены. Во вспомогательных помещениях воздухообмен определяется по кратностям, в помещениях постоянного пребывания людей – по санитарной норме. Баланс притока и вытяжки достигается путем притока в коридоры и вестибюли здания.

Были подобраны воздухораспределители. Приведен расчет воздухораспределителей обеденного зала.

Был выполнен аэродинамический расчет приточной и вытяжной систем вентиляции, определены размеры сечений воздуховодов и потери давления в них, по его результатам было подобрано оборудование приточно вытяжных систем.

Была запроектирована система автоматизации, контролирующая состояние и работу приточной установки.

					13.03.01.2018.257.20 ПЗ ВКР	Лист 48
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99;
2. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении»;
3. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. Краснов Ю.С. 2006;
4. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003;
5. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие. / под ред. Г.И. Стомахиной.
6. Справочник проектировщика «Вентиляция и кондиционирование воздуха» под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера;
7. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003;
8. Отопление и вентиляция. Часть 2. В.Н. Богословский.
9. Ведомственные нормы технологического проектирования заготовочных предприятий общественного питания по производству полуфабрикатов, кулинарных изделий, ВНТП 04-86;
10. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87;
11. Р НП "АВОК" 7.3-2007 Вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания;
12. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003;
13. Ананьева В.А. и др. «Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика»;
14. Каталог для подбора воздухораспределителей <http://www.arktika.ru/html/pmu.htm>;
15. Титова В.П. «Курсовое и дипломное проектирование»
16. ГОСТ 21.404-85 СПДС «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» – Стандартинформ, 2007;

					130301.2018.11.248 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



17. А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов «Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования»;
18. ГОСТ 21.602-2003 «Правила оформления рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования»;
19. СТО ЮУрГУ 04-2008 «Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению»;
20. СТО НП АВОК 1.05-2006 «Условные графические обозначения в проектах отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и теплоснабжения».

					130301.2018.11.248 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		