

Министерство науки и высшего образования 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»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент

_____ Д.В. Ульрих
_____ 2021 г.

Отопление и вентиляция торгового центра «Родной» в г.Озерск

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2021.305-04.102.ПЗ ВКР

Консультант:

Раздел «Автоматизация»

доцент, к.т.н.

_____ С.В. Панферов
_____ 2021 г.

Руководитель проекта:

старший преподаватель

_____ С. Л. Дегтярь
_____ 2021 г.

Автор проекта:

студент группы АС-425

_____ Д.Ю. Бобылева
_____ 2021 г.

Нормоконтролер:

старший преподаватель

_____ С. Л. Дегтярь
_____ 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Бобылева Д. Ю. Отопление и вентиляция торгового центра «Родной» в г. Озерск: ЮУрГУ, АС; 2021, 94 с., 15 ил., 10 табл., библиогр. список – 29 наим., 9 прил., 4 листов чертеж ф. А2х3 и 3 листа формата А1.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка систем отопления и вентиляции для торгового центра, расположенного в городе Озерск.

В ВКР рассчитаны: теплопотери здания и воздухообмен здания. Выполнен гидравлический расчет системы отопления, аэродинамический расчет приточных и вытяжных систем, расчет индивидуального теплового пункта. Также был выполнен подбор оборудования на систему отопления и подбор установок на систему вентиляции.

Для улучшения энергосберегающих показателей здания была разработана автоматизация системы отопления.

Расчет выполнен в соответствии с действующей нормативной документацией.

					08.03.01.2021.305-05.102 ПЗ ВКР							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция торгового центра в г. Озерск			Лит.		Лист	Листов	
Зав. каф.	Ульрих Д.В.			В				К	Р	3	94	
Н.контр.	Дегтярь С.Л.											
Руководит.	Дегтярь С.Л.											
Консульт.	Панферов С.В.											
Дипломник	Бобылева Д.Ю.											

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	7
1.1 Характеристика объекта строительства	7
1.2 Климатические параметры	7
1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха	8
1.4 Характеристика наружных ограждающих конструкций	8
2 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ЗДАНИЯ.....	11
3 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА ЗДАНИЯ.....	13
3.1 Определение воздухообмена в торговом зале магазина «Магнит»	13
3.2 Расчет теплоступлений от искусственного освещения.....	16
3.3 Расчет теплоступлений от солнечной радиации.....	16
3.4 Расчет теплоступлений от электрических приборов.....	17
3.5 Составление таблицы вредных веществ	18
3.6 Расчет воздухообмена для торгового зала супермаркета «Магнит»	18
3.7 Расчет воздухообмена для торгового зала супермаркета «Магнит» по кратностям	19
3.8 Расчет воздухообмена по санитарным нормам.....	20
3.9 Расчет воздухообмена в остальных помещениях торгового комплекса	21
4 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ.....	22
4.1 Решения по системам отопления.....	23
4.2 Решения по системам вентиляции.....	24
5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	27
6 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ	28
6.1 Подбор воздухораспределителей	28
6.2 Аэродинамический расчет системы П1	32
7 РАСЧЕТ ИТП.....	34
7.1 Подбор циркуляционного насоса на отопление.....	34
7.2 Подбор циркуляционного насоса на горячее водоснабжение	36
7.3 Подбор расширительного бака для системы отопления	36
7.4 Подбор пластинчатого теплообменника на систему отопления ..	37
7.5 Подбор пластинчатого теплообменника на систему вентиляции	38
8 РАСЧЕТ И ПОДБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ...39	

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

8.1	Подбор воздухозаборной решетки	39
8.2	Подбор приточно-вытяжной установки ПВ1	39
8.3	Подбор вентилятора вытяжной системы ВЗ	40
9	АВТОМАТИЗАЦИЯ ИТП	41
9.1	Автоматизация системы отопления	42
9.2	Технологическая схема управления ИТП.....	43
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	45
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	46
	ПРИЛОЖЕНИЯ	
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	66
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	67
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	68
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г	77
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д	78
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е	84
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	85
	ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	87
	ПРИЛОЖЕНИЕ К.....	92

ВВЕДЕНИЕ

Предметом проектирования является – система отопления и система вентиляции торгового центра «Родной» в городе Озерск. Целью данного дипломного проекта является создание оптимального микроклимата, который обеспечивается системой отопления и вентиляцией, для чего поставлены следующие задачи:

- расчёт тепловых потерь здания;
- расчёт воздухообмена здания;
- выполнение гидравлического расчёта системы отопления;
- выполнение аэродинамического расчёта системы вентиляции;
- подбор необходимой арматуры и т.д.;
- подбор оборудования для системы вентиляции.

Системы поддержания микроклимата являются энергозатратными, поэтому для снижения эксплуатационных затрат, улучшения энергосберегающих показателей предусматривается автоматизация системы отопления.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Характеристика объекта строительства

Объектом проектирования является 3-х этажный торговый комплекс в городе Озерск. На цокольном этаже комплекса расположены торговые площади, а также вспомогательные помещения (ИТП, вент. камера, узел ввода и насосная АТП, гардеробная и сан. узлы).

Первый этаж занимают торговый зал магазина «Магнит» и его служебные помещения, помещения под бутики и вспомогательные помещения (КУИ, пост охраны, зона разгрузки и входной тамбур).

На втором этаже торгового комплекса находятся торговые площади, магазин спортивных товаров и кабинет администрации торгового комплекса.

Источником теплоснабжения являются тепловые сети с параметрами 110-55°C. Система теплоснабжения двухтрубная открытая.

Высота здания составляет 12,3 м.

1.2 Климатические параметры

Климатические параметры для города Озерск, Челябинской области принимаются в соответствии с СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» [1]:

- Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92: -32 °С
- Температура воздуха в летний период с обеспеченностью 0,92: 24°C
- Температура воздуха в летний период с обеспеченностью 0,98: 27°C
- Средняя продолжительность отопительного периода $z_{от}=212$ сут/год
- Удельная энтальпия по параметрам А в холодный период года $I = -18,8$ кДж/кг
- Удельная энтальпия по параметрам А в теплый период года $I = 48,1$ кДж/кг
- Удельная энтальпия по параметрам Б в холодный период года $I = -33,5$ кДж/кг
- Удельная энтальпия по параметрам Б в теплый период года $I = 52,3$ кДж/кг
- Максимальная скорость ветра по румбам за январь: $V_n=3,7$ м/с
- Максимальная скорость ветра по румбам за июль: $V_n=0$ м/с
- Барометрическое давление (В): 988 гПа

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха принимаются в зависимости от категории помещения по ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» [2]. Температуру принимаем как минимальную из оптимальных.

Таблица 1.1. – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Период года	Температура, $t_{в}$, °С	Влажность, $\varphi_{в}$, %	Скорость, $v_{в}$, м/с
Холодный	18	45	0,2
Теплый	23	60	0,15

1.4 Характеристика наружных ограждающих конструкций

Толщина слоев взята в соответствие с проектом раздела АС (Архитектурно-Строительные решения) шифр: 05-124/П15-2016-АС

Таблица 1.2 – Характеристика наружных ограждающих конструкций

Наименование НОК	Коэффициент термического сопротивления R_0^{TP} , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$	Коэффициент теплопередачи k , $Wt / m^2 \cdot ^\circ C$
Наружная стена (НС)	4,03	0,248
Наружная стена (Сэндвич панель)	4,35	0,23
Оконные проемы (ОК)	0,54	1,85
Наружные двери (НД)	2,03	0,49
Чердачное покрытие (ЧП)	5,66	0,18
Витраж	0,8	0,62

Значение требуемых термических сопротивлений определяются в соответствие с таблицей 3 [3], в зависимости от градусо-сутки отопительного периода, которые рассчитываются по формуле (1.1):

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от}) \cdot z_{от.п.}, \quad (1.1)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

t_e – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по табл. 1 [2] по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата» (в интервале 20...22 °С).

t_{om}, z_{om} – средняя температура наружного воздуха, °С и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по [1] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С – в остальных случаях.

Для города Озерск градусо-сутки отопительного периода будут равны:

$$ГСОП = (18 + 6,6) \cdot 212 = 5215,2 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, R_0^{mp} , ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт:

$$R_0^{mp} = a \cdot ГСОП + b, \quad (1.2)$$

где: a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий и соответствующих видов конструкций.

Коэффициент теплопередачи k определяется по формуле (1.5):

$$k = \frac{1}{R_0}, \quad (1.3)$$

Таким образом, термическое сопротивление по формуле (1.2) и коэффициент теплопередачи по формуле (1.3) будут равны:

- для наружных стен при $a = 0,0003$ и $b = 1,2$:

$$R_{н.с}^{mp} = 0,0003 \cdot 5215,2 + 1,2 = 2,77 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{2,74} = 0,36 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

- для чердачного перекрытия при $a = 0,00035$ и $b = 1,3$:

$$R_{nm}^{mp} = 0,00035 \cdot 5215,2 + 1,3 = 3,13 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$k = \frac{1}{3,13} = 0,32 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

2 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ЗДАНИЯ

Составление теплоэнергетического баланса здания заключается в определении суммарного расхода тепловой энергии во всех помещениях.

Определение теплотерь через наружные ограждающие конструкции производится в расчетной программе Valtec.

Программа предназначена для определения потерь тепла зданиями и сооружениями различного назначения по типовому и индивидуальному проектам с учетом потерь тепла на инфильтрацию. В данном проекте инфильтрация не учитывается, так как для всех помещений торгового комплекса предусмотрена система сбалансированной приточно-вытяжной механической вентиляции.

В качестве исходных данных задаются общие данные по объекту и данные по каждой ограждающей конструкции.

Теплопотери через каждую ограждающую конструкцию или ее часть определяются по формуле (2.1):

$$Q_i = A_i \cdot K_i \cdot (t_v - t_n) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta_i), \quad (2.1)$$

где A_i – расчетная площадь ограждающей конструкции, м²;

K_i – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, Вт/(м² · °С);

t_v – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимается по [2];

t_n – расчетная температура наружного воздуха, °С, принимается согласно [1];

n_i – коэффициент, учитывающий фактическое понижение разности температуры для ограждения, которое отделяет отапливаемое помещение от неотапливаемого;

β_i – коэффициент, учитывающий добавочные теплопотери.

В качестве примера рассмотрим теплотехнический расчет помещения 201 на втором этаже здания. Согласно техническому заданию, температура внутреннего воздуха принимается равной 18 °С.

В рассматриваемом помещении имеются две ограждающих конструкции: наружная стена (ориентация ограждения на запад) и бесчердачное покрытие. Также в помещении имеются 2 окна шириной 1 м и высотой 2 м.

Площадь наружной стены:

$$A_{НС} = 6,28 \cdot 3,6 = 20,72 \text{ м}^2$$

Ориентация ограждения – З, следовательно, $\beta_i = 0,05$.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Тогда, по формуле (2.1):

$$Q_{\text{НС}} = 20,72 \cdot 0,23 \cdot (18 - (-32)) \cdot 1 \cdot (1 + 0,05) = 260 \text{ Вт}$$

– Потолок (ПТ):

По плану площадь потолка $A_{\text{ПТ}} = 21,4$;

$$Q_{\text{ПТ}} = 21,4 \cdot 0,177 \cdot (18 - (-32)) \cdot 0,6 \cdot (1 + 0,05) = 196 \text{ Вт}$$

– Оконные проемы (ОК):

$$Q_{\text{ОК}} = 2 \cdot 2 \cdot 1,82 \cdot (18 - (-32)) \cdot 1 \cdot (1 + 0,05) = 397 \text{ Вт}$$

Суммарные теплопотери для помещения 201 составят: $Q = 826 \text{ Вт}$.

Остальные помещения торгового центра рассчитываются аналогичным образом, результаты расчета сведены в таблицу 2.1.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА ЗДАНИЯ

3.1 Определение воздухообмена в торговом зале магазина «Магнит»

Магазин предназначен для продажи товаров различных видов и групп:

- свежие овощи и фрукты;
- молочные и кисломолочные продукты;
- рыбная и мясная гастрономия;
- замороженные овощи и фрукты, мясо, птица и морепродукты;
- хлебобулочные и кондитерские изделия;
- консервированные продукты;
- алкогольные и безалкогольные напитки;
- бакалея;
- продовольственные товары.

От людей выделяется углекислый газ, влага и тепло. Количество вредностей зависит от температуры воздуха и тяжести выполняемой работы.

Теплопоступления от людей рассчитываются по следующим формулам

$$Q_{\text{я}} = q_{\text{я}} \cdot N; \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{п}} = q_{\text{п}} \cdot N, \quad (3.2)$$

$$M_w = m_w \cdot N, \quad (3.3)$$

$$M_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2} \cdot N, \quad (3.4)$$

где N-количество человек в помещении. По техническому заданию торговый зал рассчитан на 250 человек с учетом свободной площади зала. Согласно статистическим данным посетителями в торговом зале магазина «Магнит» принимается 50% мужчин, 40% женщин и 10% детей, значит 125 мужчин, 100 женщин и 25 детей.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

В магазинах самообслуживания, в соответствии с СП 1.13130.2020 [4] количество рабочих мест рассчитывается в зависимости от площади торгового зала: 100 м² включительно на одного сотрудника:

$$N = \frac{F}{100}, \quad (3.5)$$

где F – площадь помещения торгового зала, F = 1290,1 м²;

$$N = \frac{1290,1}{100} = 12,9 \approx 13$$

Таким образом, в торговом зале работают 7 мужчин и 6 женщин.

$q_{\text{п}}$ и $q_{\text{я}}$ – удельное выделение полного и явного тепла взрослым мужчиной, Вт/чел, по таблице 20 справочника «Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий» Краснов Ю.С. [5].

M_w – удельное выделение влаги взрослым мужчиной, г/ч, [5, табл.20];

M_{CO_2} – удельное выделение углекислого газа взрослым мужчиной, л/ч, [5, табл.23].

Проведем расчет теплоступлений для зимнего периода:

При температуре воздуха в помещении 18 °С при легкой нагрузке посетителей $q_{\text{п}} = 154$ Вт; $q_{\text{я}} = 108$ Вт; $M_w = 67$ г/ч; $M_{\text{CO}_2} = 25$ л/ч.

$$Q_{\text{я}} = 125 \cdot 108 + 0,85 \cdot 100 \cdot 108 + 0,75 \cdot 25 \cdot 108 = 24705 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{п}} = 125 \cdot 154 + 0,85 \cdot 100 \cdot 154 + 0,75 \cdot 25 \cdot 154 = 35228 \text{ Вт};$$

$$M_w = 125 \cdot 67 + 0,85 \cdot 100 \cdot 67 + 0,75 \cdot 25 \cdot 67 = 15326 \text{ г/ч};$$

$$M_{\text{CO}_2} = 125 \cdot 25 + 0,85 \cdot 100 \cdot 25 + 0,75 \cdot 25 \cdot 25 = 5719 \text{ л/ч};$$

В зимний период посетители торгового зала супермаркета «Магнит» находятся в верхней одежде, поэтому вводим дополнительный коэффициент:

$$Q_{\text{я}} = 24705 \cdot 0,65 = 16058 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{п}} = 35228 \cdot 0,65 = 22898 \text{ Вт}$$

$$M_w = 15326 \cdot 0,65 = 9962 \text{ г/ч};$$

$$M_{\text{CO}_2} = 5719 \cdot 0,65 = 3717 \text{ л/ч};$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Теплопоступления при средней работе персонала $q_{\text{п}} = 207$ Вт; $q_{\text{я}} = 117$ Вт;
 $M_{\text{w}} = 128$ г/ч; $M_{\text{CO}_2} = 35$ л/ч.

$$\begin{aligned}Q_{\text{я}} &= 7 \cdot 117 + 0,85 \cdot 6 \cdot 117 = 1416 \text{ Вт}; \\Q_{\text{п}} &= 7 \cdot 207 + 0,85 \cdot 6 \cdot 207 = 2505 \text{ Вт}; \\M_{\text{w}} &= 7 \cdot 128 + 0,85 \cdot 6 \cdot 128 = 1549 \text{ г/ч}; \\M_{\text{CO}_2} &= 7 \cdot 35 + 0,85 \cdot 6 \cdot 35 = 424 \text{ л/ч};\end{aligned}$$

Суммарные теплопоступления от людей, находящихся в торговом зале при температуре воздуха в помещении 18 °С:

$$\begin{aligned}Q_{\text{я}} &= 16058 + 1416 = 17474 \text{ Вт}; \\Q_{\text{п}} &= 22898 + 2505 = 25403 \text{ Вт}; \\M_{\text{w}} &= 9962 + 1549 = 11511 \text{ г/ч}; \\M_{\text{CO}_2} &= 3717 + 424 = 4141 \text{ л/ч};\end{aligned}$$

Проведем расчет теплопоступлений для летнего периода:

При температуре воздуха в помещении 23 °С при легкой нагрузке посетителей $q_{\text{п}} = 154$ Вт; $q_{\text{я}} = 147$ Вт; $M_{\text{w}} = 99$ г/ч; $M_{\text{CO}_2} = 25$ л/ч.

$$\begin{aligned}Q_{\text{я}} &= 125 \cdot 147 + 0,85 \cdot 100 \cdot 147 + 0,75 \cdot 25 \cdot 147 = 33627 \text{ Вт}; \\Q_{\text{п}} &= 125 \cdot 154 + 0,85 \cdot 100 \cdot 154 + 0,75 \cdot 25 \cdot 154 = 35228 \text{ Вт}; \\M_{\text{w}} &= 125 \cdot 99 + 0,85 \cdot 100 \cdot 99 + 0,75 \cdot 25 \cdot 99 = 22647 \text{ г/ч}; \\M_{\text{CO}_2} &= 125 \cdot 25 + 0,85 \cdot 100 \cdot 25 + 0,75 \cdot 25 \cdot 25 = 5719 \text{ л/ч};\end{aligned}$$

Теплопоступления при средней работе персонала $q_{\text{п}} = 202$ Вт; $q_{\text{я}} = 84$ Вт;
 $M_{\text{w}} = 167$ г/ч; $M_{\text{CO}_2} = 35$ л/ч.

$$\begin{aligned}Q_{\text{я}} &= 7 \cdot 84 + 0,85 \cdot 6 \cdot 84 = 1016 \text{ Вт}; \\Q_{\text{п}} &= 7 \cdot 202 + 0,85 \cdot 6 \cdot 202 = 2444 \text{ Вт}; \\M_{\text{w}} &= 7 \cdot 167 + 0,85 \cdot 6 \cdot 167 = 2021 \text{ г/ч}; \\M_{\text{CO}_2} &= 7 \cdot 35 + 0,85 \cdot 6 \cdot 35 = 424 \text{ л/ч};\end{aligned}$$

Суммарные теплопоступления от людей, находящихся в торговом зале при температуре воздуха в помещении 23 °С:

$$Q_{\text{я}} = 33627 + 1016 = 34643 \text{ Вт};$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$Q_{\Pi} = 35228 + 2444 = 37672 \text{ Вт};$$

$$M_w = 22646 + 2021 = 24667 \text{ г/ч};$$

$$M_{CO_2} = 5719 + 424 = 6142 \text{ л/ч};$$

3.2 Расчет теплоступлений от искусственного освещения

Теплоступления от источников искусственного освещения определяется по формуле:

$$Q_{\text{ио}} = q_{\text{осв}} \cdot E \cdot F \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (3.6)$$

где $q_{\text{осв}}$ – удельное тепловыделение от светильника, Вт/лк·м²; для люминесцентных ламп и светильников прямого света, согласно таблице 18 [5], $q_{\text{осв}}=0,067$ Вт/лк·м²;

E – нормативная освещенной; согласно таблице 17 [5], для торгового зала $E=400$ лк;

F – площадь освещенных помещений (определяется по плану);

$\eta_{\text{осв}}$ – доля тепловой энергии, попадающей в помещение; $\eta_{\text{осв}} = 0,45$;

Для торгового зала магазина «Магнит» теплоступления от источников искусственного освещения составят:

$$Q_{\text{ио}} = 0,067 \cdot 400 \cdot 1906 \cdot 0,45 = 22986 \text{ Вт}$$

3.3 Расчет теплоступлений от солнечной радиации

Расчет теплоступлений от солнечной радиации $Q_{\text{ср}}$ проводится только для теплого периода. В торговом зале присутствуют окна, соответственно, будут теплоступления от солнечной радиации через окна. Теплоступления от солнечной радиации считаем только по окнам, теплоступлениями от стен пренебрегаем.

Количество тепла от солнечной радиации, проходящей через окна, будет рассчитано с помощью программы «Sunny radiation».

За расчетные принимаются максимальные теплоступления, приходящиеся на 15-16 часы суток $Q_{\text{ср}} = 1280 \text{ Вт}$.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 Расчет тепlopоступлений от электрических приборов

В торговом центре присутствуют следующие приборы:

- в торговом помещении установлены кассовые аппараты, включающие в себя монитор и системный блок. На трех этажах торгового комплекса установлены 21 касса, 5 из которых в торговом зале магазина «Магнит»;
- согласно техническому заданию, в торговом зале супермаркета «Магнит» находятся;

Расчет тепlopоступлений от кассового оборудования производится по формуле:

$$Q_{\text{касс}} = N_{\text{касс}} \cdot k_{\text{од}} \cdot n, \quad (3.7)$$

где $N_{\text{касс}}$ – электрическая мощность одной кассы, Вт; по техническому заданию $N_{\text{касс}} = 185$ Вт;

$k_{\text{од}}$ – коэффициент одновременности; для данного проекта $k_{\text{од}} = 0,63$;

n – количество касс, шт.;

$$Q_{\text{касс}} = 185 \cdot 0,63 \cdot 5 = 490 \text{ Вт}$$

Расчет тепlopоступлений от холодильного оборудования производится по формуле:

$$Q_{\text{хол}} = 1000 \cdot N_{\text{хол.об}} \cdot k_{\text{од}} \cdot n, \quad (3.8)$$

где $N_{\text{хол.об}}$ – электрическая мощность одного холодильника, Вт; принимаем по таблице 3.1;

$k_{\text{од}}$ – коэффициент одновременности; для данного проекта $k_{\text{од}} = 0,63$;

n – количество холодильников, шт.; принимаем по таблице 3.1.

Расчет тепlopоступлений от холодильной среднетемпературной витрины:

$$Q_{\text{хол.1}} = 1000 \cdot 0,63 \cdot 0,63 \cdot 15 = 5953 \text{ Вт}$$

Расчет тепlopоступлений от морозильного лара:

$$Q_{\text{хол.2}} = 1000 \cdot 0,48 \cdot 0,63 \cdot 20 = 6048 \text{ Вт}$$

Расчет тепlopоступлений от холодильной горки:

$$Q_{\text{хол.3}} = 1000 \cdot 0,75 \cdot 0,63 \cdot 7 = 3308 \text{ Вт}$$

Расчет тепlopоступлений от рыбной витрины:

$$Q_{\text{хол.4}} = 1000 \cdot 0,375 \cdot 0,63 \cdot 2 = 473 \text{ Вт}$$

Расчет тепlopоступлений от холодильного шкафа:

$$Q_{\text{хол.5}} = 1000 \cdot 0,45 \cdot 0,63 \cdot 8 = 2268 \text{ Вт}$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Суммарные теплопоступления от электроприборов:

$$Q_{э.п.} = 18050 + 490 = 18540 \text{ Вт}$$

3.5 Составление таблицы вредных веществ

Тепло- и влагопоступления торгового центра сводятся в таблицу 3.2. В итоговую сумму будут включены теплопоступления от искусственного освещения вместо теплопоступлений от солнечной радиации, так как их значение намного превышает значение от солнечной радиации.

Таблица 3.2 – Суммарные вредности, выделяемые в торговом центре

Период года	Теплопоступления, Вт						Прочие вредности, г/ч		
	От солнечной радиации, Вт	От электроприборов, Вт	От освещения, Вт	От людей		Всего		МвЛ, г/ч	МСО ₂ , л/ч
				Явное, Вт	Полное, Вт	Явное, Вт	Полное, Вт		
Холодный	0	18540	22986	17474	25403	59000	66929	11511	4141
Теплый	1280	18540	22986	34643	37672	76169	79198	24667	6142

3.6 Расчет воздухообмена для торгового зала супермаркета «Магнит»

Баланс по воздуху определяется по формуле:

$$\Sigma G = 0 \quad (3.9)$$

или

$$G_{п} - G_{у} = 0, \quad (3.10)$$

где $G_{п}$ – поступаемый в помещение воздух, кг/ч;

$G_{у}$ – удаляемый из помещения воздух, кг/ч.

Также, баланс находится по формулам:

$$\Sigma Q_{изб.я} = 0, \quad (3.11)$$

$$\Sigma Q_{изб.п} = 0, \quad (3.12)$$

где $Q_{изб.я}$ – избыточные явный тепловыделения, Вт

$Q_{изб.п}$ – избыточные полные тепловыделения, Вт

Формулы по определению расходов воздуха для воздухообмена, взятые из [6, Глава 9]:

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	08.03.01.2021.305-04.102ПЗ				

По явному теплу:

$$G_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot \Sigma Q_{\text{я}}}{c \cdot (t_{\text{y}} - t_{\text{п}})}, \quad (3.13)$$

По полному теплу:

$$G_{\text{п}} = \frac{3,6 \cdot \Sigma Q_{\text{п}}}{I_{\text{y}} - I_{\text{п}}}, \quad (3.14)$$

По влаге:

$$G_{\text{w}} = \frac{1000 \cdot M_{\text{w}}}{d_{\text{y}} - d_{\text{п}}}, \quad (3.15)$$

По концентрации вредностей (CO₂):

$$G_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{\frac{c_{\text{y}}}{\rho_{\text{y}}} - \frac{c_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}}}}, \quad (3.16)$$

где $d_{\text{y}}, d_{\text{п}}$ – влагосодержание удаляемого и приточного воздуха соответственно, $\frac{\text{г}}{\text{кг}}$, определяется по I-d диаграмме;

$I_{\text{y}}, I_{\text{п}}$ – энтальпия удаляемого и приточного воздуха соответственно, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, определяется по I-d диаграмме;

$t_{\text{y}}, t_{\text{п}}$ – температура удаляемого и приточного воздуха соответственно, °С, определяется по I-d диаграмме;

$\rho_{\text{y}}, \rho_{\text{п}}$ – плотность удаляемого и приточного воздуха соответственно, кг/м³.
Определяется исходя из температуры;

$c_{\text{y}}, c_{\text{п}}$ – концентрация CO₂ удаляемого и приточного воздуха, %;

c – теплоёмкость воздуха, кДж/кг·°С.

Расчет по концентрации вредностей (CO₂):

$$G_{\text{CO}_2} = \frac{4141}{\frac{60}{1,205} - \frac{40}{1,2344}} = 4190 \text{ кг/ч}$$

3.7 Расчет воздухообмена для торгового зала супермаркета «Магнит» по кратностям

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Значение кратности обмена воздуха для супермаркета принимаем в соответствии со СНиП II-Л.7-62 «Магазины. Нормы проектирования» [7], принимаем $K_{пр} = 1$:

$$L_{пр} = 1 \cdot 6,1 \cdot 2021,2 = 12329 \text{ м}^3/\text{ч}$$

3.8 Расчет воздухообмена по санитарным нормам

Расчетный воздухообмен по санитарной норме определяется исходя из количества людей в помещении.

Проверим, удовлетворяет ли расчетный расход воздуха санитарным нормам:

$$L_{сан.норма} = L_{уд} \cdot \rho_n \cdot N \quad (3.17)$$

где, ρ - плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$.

$L_{уд}$ – минимальный расход воздуха, необходимый для одного человека в торговом зале, принимается равным $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ для работников торговли и $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ для посетителей;

N – количество человек в торговом зале супермаркета «Магнит», по техническому заданию принимается, как 250 посетителей и 13 сотрудников.

$$G_{раб} = 60 \cdot 1,2 \cdot 13 = 936 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$G_{посет} = 20 \cdot 1,2 \cdot 250 = 6000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчетный расход воздуха должен быть не менее расхода определенного по санитарным нормам: $L_p \geq L_{с.н.}$

Условие выполняется: $12329 \text{ м}^3/\text{ч} > 6936 \text{ м}^3/\text{ч}$

Таким образом, за расчетный расход воздухообмена в торговом зале супермаркета «Магнит» принимаем расход по кратностям, который равен $L_p = 12329 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Результаты построения процесса для зимнего периода приводятся в приложении А.

Вывод: По результатам расчета теплопоступления в зимний период намного выше, чем теплотери в помещении $\Sigma Q_{II} = 59000 \text{ Вт} > \Sigma Q_{Помещ} = 9500 \text{ Вт}$. Таким образом в помещении супермаркета «Магнит» будет запроектировано дежурное отопление, а в летний период года все теплоизбытки будут сниматься холодильным агрегатом.

Количество холода, требуемого на охлаждение супермаркета в летний период определяется по формуле:

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$Q^{\text{хол}} = Q_{\text{ср}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{н.в.}}^{\text{А}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{эл.пр.}}, \text{ Вт} \quad (3.18)$$

$$Q_{\text{н.в.}}^{\text{А}} = 0,278 \cdot c \cdot L_{\text{р}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в}}), \text{ Вт} \quad (3.19)$$

$$Q_{\text{н.в.}}^{\text{А}} = 0,278 \cdot 12329 \cdot 1,005 \cdot (24 - 23) = 5130 \text{ Вт}$$

$$Q^{\text{хол}} = 1280 + 37672 + 5130 + 22986 + 18540 = 85608 \text{ Вт}$$

Подбор воздухоохлаждителя предусматривается в разделе кондиционирования, который в данном проекте не разрабатывается.

3.9 Расчет воздухообмена в остальных помещениях торгового комплекса

Для остальных помещений торгового комплекса, в которых воздушный и тепловой режим являются типовыми, расчет воздухообмена по вредностям не производится. Для этих помещений воздухообмен определяется по нормативной кратности.

Кратность воздухообмена – это отношение объемного расхода воздуха к объему помещения. Кратности воздухообмена устанавливаются отдельно по притоку и по вытяжке.

Следует учитывать, что на каждом этаже здания должен соблюдаться воздушный баланс, то есть $L_{\text{пр}} = L_{\text{выт}}$. Недостающий приток можно добавлять в коридоры здания.

Для расчетов будут использованы следующие формулы:

$$L_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} \cdot V_{\text{пом}} \quad (3.20)$$

$$L_{\text{выт}} = K_{\text{выт}} \cdot V_{\text{пом}} \quad (3.21)$$

где $K_{\text{пр}}$ и $K_{\text{выт}}$ – кратности воздухообмена помещения по притоку и вытяжке, принимаются согласно таблице 3.12 из Справочника проектировщика «Вентиляция и кондиционирование воздуха» под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера [6].

После расчета воздухообмена для всех помещений на этаже, значение воздухообменов по притоку и по вытяжке для каждого этажа суммируются и проверяется соблюдение условия $L_{\text{пр}} = L_{\text{выт}}$.

Если требуемое соотношение не соблюдено, то недостающее значение притока компенсируется за счет коридоров.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Результаты расчетов воздухообмена по нормативной кратности для остальных помещений сводятся в таблицу 3.3.

По результатам расчета общий воздухообмен здания составил 32000 м³/ч.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1 Решения по системам отопления

Источником теплоснабжения являются тепловые сети с параметрами 110-55°C. Система теплоснабжения двухтрубная открытая. Расчетная температура теплоносителя для системы отопления 85-50°C.

В здании запроектировано 5 системы отопления:

- Система отопления №1 – система отопления торгового зала цокольного этажа (помещение 018);

- Система отопления №2 – система отопления торговых залов цокольного, первого и второго этажей (юго-восточный фасад здания);

- Система отопления №3 – система отоплений торговых помещений первого и второго этажей (северо-западный фасад здания);

- Система отопления №4 – система отопления служебного помещения супермаркета «Родник» и зоны разгрузки (первый этаж);

- Система отопления №5 – дежурное отопление торгового помещения супермаркета «Магнит» (первый этажа).

Системы отопления 1, 2, 3, 4, 5 – двухтрубные, горизонтальные с нижней разводкой подающей и обратной магистралей по полу каждого этажа здания.

В качестве отопительных приборов для водяной системы отопления приняты биметаллические радиаторы фирмы RIFAR, тип Monolit (высотой 500 мм и 350 мм (у остекления)).

На подводках к отопительным приборам установлены радиаторные терморегуляторы RA-N, позволяющие регулировать теплоотдачу отопительных приборов по заданной температуре, и запорные клапаны RLV, необходимый для отключения отопительных приборов.

Трубопроводы запроектированы из полипропиленовых труб, армированных стекловолокном фирмы «FD plast», а также из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75 [9], ГОСТ 107-04-91 [10]. Трубы укладываются с уклоном не менее 0,003.

На полипропиленовых трубопроводах системы отопления предусмотрена изоляция типа «K-FLEX ST» толщиной 13 мм, для стальных трубопроводов воздушного отопления – изоляция типа «K-FLEX SOLAR ST» толщиной 13 мм.

Выпуск воздуха из системы осуществляется через автоматические воздухоотводчики фирмы Danfoss в верхних точках систем.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Спуск воды предусмотрен через спускные краны, установленные в низких точках системы.

Для компенсации температурных удлинений на полипропиленовых трубопроводах устанавливаются сильфонные компенсаторы «Santermo».

Регулирование температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха осуществляется в ИТП.

4.2 Решения по системам вентиляции

В проекте предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением в здании комплекса.

Всего предусмотрено пять приточно-вытяжных систем с рекуперацией воздуха – ПВ1-ПВ5, две приточных системы П6 и П7, 6 вытяжных – В6-В12.

- ПВ1 – обслуживает помещения аренды, расположенных на цокольном этаже (018, 019, 020, 022), гардеробную (005), коридоры (009 и 013);

- ПВ2 – обслуживает помещения аренды (114, 116, 115, 117, 118, 119), расположенных на 1 этаже;

- ПВ3 - обслуживает помещения аренды (210, 211, 215), расположенных на 2 этаже;

- ПВ4 - обслуживает помещения аренды (208, 213, 201, 102), расположенных на 2 этаже;

- ПВ5 - обслуживает помещения аренды (212, 216, 217, 203), расположенных на 2 этаже;

- П6 - подача воздуха в служебные помещения супермаркета «Магнит» (101, 103, 112);

- П7 – подача воздуха в торговое помещение супермаркета «Магнит»;

- В6 – забор воздуха из помещений сан.узлов (105, 106, 107, 006, 007, 008, 021), расположенных на цокольном и 1 этажах;

- В7 – забор воздуха из помещений сан.узлов (204, 205, 206, 207), расположенных на 2 этаже;

- В8 – забор воздуха из машинного помещения (302), расположенного на 3 этаже;

- В9 – забор воздуха из машинного помещения (309), расположенного на 3 этаже;

- В10 – забор воздуха из помещения ИТП (004), расположенного на цокольном этаже;

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- В11 – забор воздуха из помещения узла ввода и насосной АПТ (002), расположенного на цокольном этаже;

- В12 – забор воздуха из помещения электрощитовой (001), расположенного на цокольном этаже;

Оборудование систем ПВ1-ПВ2 — это приточно-вытяжные установки с роторным рекуператором, секциями фильтрации, нагрева, охлаждения, производства Swegon. Установки поставляются с комплектной автоматикой и узлами обвязки.

Подача и удаление воздуха осуществляется с помощью воздухораспределителей - жалюзийные решетки типа АМР и диффузоры типа ДПУ-М, производства "Арктос". Для помещения аренды подвала предусмотрены точки подключения бустиков через дроссель-клапаны.

Для проведения пуско-наладочных работ по балансировке систем предусмотрена установка дроссель-клапанов производства "Росвент".

Проектом предусмотрены воздуховоды из оцинкованной стали толщиной 0,5-0,9 мм в зависимости от сечения воздуховодов по СП 60.1330.2012 [11].

В проекте использовано два типа теплоизоляции:

Тип 1 - K-Flex Alu Air (приточные воздуховоды П1-П5);

Тип 2 - 1-й слой K-Flex Air (б=19 мм), 2-й слой K-Flex Alu Air (воздухозаборы, выхлопы от вытяжных систем, воздуховоды, проложенные на улице).

Для предотвращения распространения продуктов горения при пожаре предусматриваются следующие мероприятия:

- устанавливаются противопожарные нормально открытые клапаны при пересечении воздуховодами противопожарных стен, перекрытий;

- при установке противопожарных клапанов за пределами противопожарных преград с нормируемым пределом огнестойкости участок воздуховода необходимо покрыть огнезащитой с пределом огнестойкости противопожарной преграды;

- зазор между преградой и воздуховодом уплотняется негорючим материалом с пределом огнестойкости пересекаемой преграды;

- в случае возникновения пожара все общеобменные системы вентиляции отключаются.

Проектом предусмотрены огнезадерживающие клапана типа КПС-1м-(60)-НО-МВ (220) (нормально открытый с электромеханическим приводом "Belimo"), производства "ВКТ" (Россия).

Монтаж и испытания систем вентиляции следует производить в соответствии со СП 73.13330.2012 "Внутренние санитарно-технические системы" [8], стандартов, технических условий и инструкций заводов-изготовителей оборудования.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Выполнить заземляющие перемычки в местах соединения воздуховодов через гибкие вставки.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Экономичность теплового комфорта в здании обеспечивают расчет гидравлики, её качественный монтаж и правильная эксплуатация. Главные компоненты отопительной системы — источник тепла, тепловая магистраль и приборы теплоотдачи. Для эффективного теплоснабжения необходимо сохранить первоначальные параметры системы при любых нагрузках независимо от времени года.

Гидравлический расчет позволит определить следующие параметры:

- диаметр и пропускную способность труб;
- местные потери давления на участках;
- требования гидравлической увязки;
- общесистемные потери давления;
- оптимальный расход воды.

Основная цель гидравлического расчёта — обеспечить совпадение расчётных расходов по элементам цепи с фактическими (эксплуатационными) расходами. Количество теплоносителя, поступающего в радиаторы, должно создать тепловой баланс внутри здания с учётом наружных температур и тех, что заданы техническим заданием для каждого помещения, согласно его функциональному назначению.

Гидравлический расчет систем отопления был выполнен в программе «Данфос С.О.» версия 3.8.

Перед началом расчета вычерчивается схема системы отопления в масштабе, обозначают отопительные приборы, указывают марку и места их подключения, регулируемую и отключающую арматуру. Также на схеме обозначаются все углы поворота и прочие местные сопротивления.

В качестве отопительных приборов принимаются радиаторы фирмы «Rifar» Monolit, высотой 350 мм и 500 мм (теплопроводность одной секции составляет 136 Вт и 196 Вт).

В качестве трубопроводов используются трубы из полипропилена, армированные стекловолокном. Температура подающего теплоносителя составляет 85 °С, обратного 50 °С.

За расчетную температуру принимаем температуру наиболее холодной пятидневке с обеспеченностью 0,92.

Расчетная схема системы отопления №1 представлена в приложении Б. Расчеты систем отопления №1 представлены в приложениях В.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

6 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Целью аэродинамического расчета систем вентиляции является определение поперечных сечений воздуховодов и потерь давления в сети.

В качестве примера будет выполнен аэродинамический расчет приточной системы П1, которая обслуживает торговые помещения цокольного этажа. Также будет выполнен расчет вытяжной системы В3, которая обслуживает бутики, расположенные на втором этаже.

6.1 Подбор воздухораспределителей

При подборе воздухораспределителей должны соблюдаться следующие требования:

1. Скорость на выходе из воздухораспределителя не должна превышать 3 м/с;
2. Один воздухораспределитель должен обслуживать не более 36 м² площади помещения.

Подбор воздухораспределителей осуществляется следующим образом.

Определяется требуемая площадь воздухораспределителей:

$$F_{\Sigma} = \frac{L_p}{3600 \cdot V} \quad (6.1)$$

где L_p – расчетный воздухообмен в помещении, м³/ч;

V – рекомендуемая скорость, принимается равной в диапазоне 1-3 м/с.

Следующим действием является определение минимального количества воздухораспределителей по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{пом}}}{36} \quad (6.2)$$

где $F_{\text{пом}}$ – площадь помещения, м².

Находим площадь одного воздухораспределителя:

$$f_p = \frac{F_{\Sigma}}{n}, \quad (6.3)$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Исходя из полученного значения площади одного воздухораспределителя подбираем наиболее подходящий по площади живого сечения F_0 воздухораспределитель из каталога «Арктика».

После подбора определяем фактическую скорость в воздухораспределителе, которая не должна превышать 3 м/с:

$$V_{\text{факт}} = \frac{L_p}{3600 \cdot n \cdot f_{\text{факт}}}, \quad (6.4)$$

Произведем подбор воздухораспределителей для помещений, которые обслуживаются приточной системой П5:

- 1) Помещение 203 (бутик): расчетный воздухообмен примем согласно пункту 3 $L_p = 439 \text{ м}^3/\text{ч}$

Площадь помещения $F_{\text{пом}} = 133,1 \text{ м}^2$.

Требуемая площадь воздухораспределителей:

$$F_{\Sigma} = \frac{133,1}{3600 \cdot 3} = 0,04 \text{ м}^2$$

Фактическое значение воздухораспределителей принимаем $n = 2$ шт.

Площадь одного воздухораспределителя:

$$f_p = \frac{0,04}{2} = 0,019 \text{ м}^2$$

Из каталога воздухораспределительных решеток «Арктика» выбираем решетку АМР 300х200: $F_{\text{ж.с.}} = 0,055 \text{ м}^2$

Фактическая скорость потока воздуха из воздухораспределителя ППУ:

$$V_{\text{факт}} = \frac{439}{3600 \cdot 1 \cdot 2} = 1,11 \text{ м/с}$$

Скорость воздуха на выходе получилась 3 м/с, что соответствует требованию, предъявляемому к воздухораспределителям.

- 2) Помещение 212 (бутик): расчетный воздухообмен примем согласно пункту 3 $L_p = 419 \text{ м}^3/\text{ч}$

Площадь помещения $F_{\text{пом}} = 127,1 \text{ м}^2$.

Требуемая площадь воздухораспределителей:

$$F_{\Sigma} = \frac{127,1}{3600 \cdot 3} = 0,04 \text{ м}^2$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Фактическое значение воздухораспределителей принимаем $n = 2$ шт.

Площадь одного воздухораспределителя:

$$f_p = \frac{0,04}{2} = 0,019 \text{ м}^2$$

Из каталога воздухораспределительных решеток «Арктика» выбираем решетку АМР 300х200: $F_{\text{ж.с.}} = 0,055 \text{ м}^2$

Фактическая скорость потока воздуха из воздухораспределителя ППУ:

$$V_{\text{факт}} = \frac{419}{3600 \cdot 1 \cdot 2} = 1,06 \text{ м/с}$$

Скорость воздуха на выходе получилась 3 м/с, что соответствует требованию, предъявляемому к воздухораспределителям.

3) Помещение 216 (бутик): расчетный воздухообмен примем согласно пункту 3 $L_p = 435 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Площадь помещения $F_{\text{пом}} = 131,8 \text{ м}^2$.

Требуемая площадь воздухораспределителей:

$$F_{\Sigma} = \frac{131,8}{3600 \cdot 3} = 0,04 \text{ м}^2$$

Фактическое значение воздухораспределителей принимаем $n = 2$ шт.

Площадь одного воздухораспределителя:

$$f_p = \frac{0,04}{2} = 0,019 \text{ м}^2$$

Из каталога воздухораспределительных решеток «Арктика» выбираем решетку АМР 300х200: $F_{\text{ж.с.}} = 0,055 \text{ м}^2$

Фактическая скорость потока воздуха из воздухораспределителя ППУ:

$$V_{\text{факт}} = \frac{435}{3600 \cdot 1 \cdot 2} = 1,1 \text{ м/с}$$

Скорость воздуха на выходе получилась 3 м/с, что соответствует требованию, предъявляемому к воздухораспределителям.

4) Помещение 217 (бутик): расчетный воздухообмен примем согласно пункту 3 $L_p = 435 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Площадь помещения $F_{\text{пом}} = 131,7 \text{ м}^2$.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Требуемая площадь воздухораспределителей:

$$F_{\Sigma} = \frac{131,7}{3600 \cdot 3} = 0,04 \text{ м}^2$$

Фактическое значение воздухораспределителей принимаем $n = 2$ шт.

Площадь одного воздухораспределителя:

$$f_p = \frac{0,04}{2} = 0,019 \text{ м}^2$$

Из каталога воздухораспределительных решеток «Арктика» выбираем решетку АМР 300х200: $F_{\text{ж.с.}} = 0,055 \text{ м}^2$

Фактическая скорость потока воздуха из воздухораспределителя:

$$V_{\text{факт}} = \frac{435}{3600 \cdot 1 \cdot 2} = 1,1 \text{ м/с}$$

Скорость воздуха на выходе получилась 3 м/с, что соответствует требованию, предъявляемому к воздухораспределителям.

Подбор воздухораспределителей для остальных помещений для вытяжной и приточной систем осуществляется подобным образом.

Результаты расчета сведены в таблицы 6.1 и 6.2.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

6.2 Аэродинамический расчет системы П1

Порядок расчета:

1. Определяем требуемую площадь поперечного сечения воздуховодов:

$$F = \frac{L_{\text{уч}}}{3600 \cdot v_p}, \quad (6.4)$$

По требуемой площади необходимо определить габаритные размеры воздуховодов.

После выбора стандартных размеров определяется фактическая скорость воздуха в воздуховоде по формуле:

$$v = \frac{L_{\text{уч}}}{3600 \cdot a \cdot b} \quad (6.5)$$

2. По размерам a и b рассчитывается эквивалентный диаметр:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} \quad (6.6)$$

По номограммам и справочным таблицам определяем удельные линейные потери давления R , Па/м, которые для прямоугольных воздуховодов зависят от v и $d_{\text{экв}}$.

Потери давления по длине равны:

$$\Delta P_L = R \cdot l \cdot n, \quad (6.7)$$

где n – коэффициент шероховатости, для стальных воздуховодов принимаем равным 1.

3. Потери давления на местные сопротивления определяются по формуле

$$z = \sum \xi \cdot P_d, \quad (6.8)$$

$$P_d = \rho \cdot v^2 / 2, \quad (6.9)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке.

4. Суммарные потери давления по участкам магистрального направления определяются по формуле:

$$\Delta P = \Delta P_L + z. \quad (6.10)$$

5. В конце определяется невязка ответвлений:

$$H = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100 \% \leq 15\% \quad (6.11)$$

где $\Delta P_{\text{маг}}$ – сумма потерь давления на участках магистрали от точки присоединения ответвления до последнего участка.

Пример расчета участка № 1 приточной системы П1:

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Составляем расчетную схему приточной системы вентиляции (Приложение Д).

Расход воздуха на первом участке $L_1 = 348 \text{ м}^3/\text{ч}$, длина участка 7,8 м.

1. Задаем размеры поперечного сечения воздуховодов равными 250x150 мм, тогда площадь сечения $F_1 = 0,038 \text{ м}^2$.

2. Скорость воздуха в воздуховоде

$$v = \frac{348}{3600 \cdot 0,25 \cdot 0,15} = 2,578 \text{ м/с.}$$

3. По размерам а и b рассчитывается эквивалентный диаметр

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot 250 \cdot 150}{250 + 150} = 188 \text{ мм.}$$

По номограмме определяем удельные линейные потери давления, равные $R = 0,54 \text{ Па/м}$. Потери давления по длине равны:

$$\Delta P_L = 0,54 \cdot 7,8 \cdot 1 = 4,2 \text{ Па,}$$

4. Коэффициенты местных сопротивлений на данном участке:

- Первое боковое отверстие: $\xi = 2,2$;
- внезапное сужение сечения: $\xi = 0,1$;
- отвод прямоугольного сечения под 90: $\xi = 0,33$;

Сумма КМС равна: $\sum \xi = 2,63$

Потери давления на местные сопротивления равны:

$$P_d = 1,2 \cdot 2,578^2 / 2 = 4 \text{ Па,}$$

$$z = 4 \cdot 2,63 = 10,5 \text{ Па.}$$

5. Суммарные потери давления по участкам магистрального направления:

$$\Delta P = 10,5 + 4,2 = 14,7 \text{ Па.}$$

Расчет остальных участков основного направления и ответвлений приточной системы представлен в приложении Г.

Расчетная схема вытяжной системы вентиляции В3 представлена в приложении Д, аэродинамический расчет в приложении Е.

После расчета основного направления и ответвления выполняем увязку магистрали с ответвлениями.

$$\Delta P_{\text{маг}} = 112 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{отв}} = 81 \text{ Па}$$

$$H = \frac{112 - 81}{112} \cdot 100 \% = 8,9 \%$$

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

7 РАСЧЕТ ИТП

Источник теплоснабжения – тепловые сети с параметрами теплоносителя 110-55 °С. Давление в точке подключения в подающем трубопроводе – 63 м.вод.ст., в обратном – 51 м.вод.ст.

Расчетная температура в системе отопления 85-50 °С, расчетная температура в системах теплоснабжения вентиляции и ВТЗ 95-50 °С.

Присоединение индивидуального теплового пункта торгового центра к тепловым сетям предусмотрено по независимой схеме.

В ИТП предусмотрена установка теплообменного оборудования производства «Ридан»:

- для контура системы теплоснабжения приточных установок – один теплообменник 100% мощности;
- для контура системы теплоснабжения и ВТЗ – один теплообменник 100% мощности;
- для контура отопления - один теплообменник 100% мощности;
- для ГВС – один теплообменник 100% мощности.

Для компенсации теплового расширения в независимых системах теплоснабжения предусмотрена установка мембранных расширительных баков. Насосное оборудование предусмотрено производства «Wilо». В каждом контуре выполнено резервирование циркуляционных насосов.

Вся запорная и регулирующая арматура предусмотрена производства «Danfoss».

Трубопроводы теплового узла выполнены:

- из электросварных труб по [10] для труб диаметром более 50 мм;
- из водогазопроводных труб по [9] для труб диаметром менее 50 мм.

Подающие и обратные трубопроводы проложены в изоляции типа «R-flex-ST» толщиной 13 мм.

7.1 Подбор циркуляционного насоса на отопление

Подбор насоса осуществляется по графической характеристике, которая отображает зависимость напора, развиваемого насосом, от расхода теплоносителя, проходящего через него.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Расход теплоносителя на систему отопления, м³/ч, определяется по формуле:

$$G_{от} = \frac{1000 \cdot Q_{от}}{c(t_{п} - t_{о}) \cdot \rho}, \quad (7.1)$$

где $Q_{от}$ – тепловая нагрузка на отопление, Гкал/ч;

ρ – плотность воды, принимаем $\rho = 1000$ кг/ м³;

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная $c = 0,001$ Гкал/кг°С;

$t_{п}$ и $t_{о}$ – расчетная температура горячей и обратной воды, для двухтрубной системы параметры теплоносителя – 85/50 °С

$$G_{от} = \frac{1000 \cdot 0,086209}{0,001(85 - 50) \cdot 1000} = 2,46 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Установка насоса выполняется на обратном трубопроводе системы, поэтому требуемая подача насоса принимается с учетом запаса 10%. Подача насоса $G_{насоса}$, м³/ч определяется по формуле:

$$G_{насоса} = 1,1 \cdot G_{от}, \quad (7.2)$$

$$G_{насоса} = 1,1 \cdot 2,46 = 2,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Напор насоса $H_{насоса}$, м. в. ст. определяется по формуле:

$$H_{насоса} = \Delta H_{с.о.} + \Delta H_{вн.к.}, \quad (7.3)$$

где $\Delta H_{с.о.}$ – потери напора в системе отопления (с учетом приборов автоматизации),

$\Delta H_{с.о.} = 3,6$ м.в.ст.;

$\Delta H_{вн.к.}$ – потери напора во внутреннем контуре ИТП, $\Delta H_{вн.к.} = 5,8$ м.в.ст.

$$H_{насоса} = 3,6 + 5,8 = 9,4 \text{ м. в. ст.}$$

В результате подбора был выбран циркуляционный насос TOP-S/25/10 фирмы «Wilо».

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

7.2 Подбор циркуляционного насоса на горячее водоснабжение

Расход теплоносителя на ГВС, м³/ч, определяется по формуле:

$$G_{\text{ГВС}} = \frac{1000 \cdot Q_{\text{ГВС}}}{c(t_{\text{ГВС}} - t_{\text{ХВС}}) \cdot \rho}, \quad (7.4)$$

где $Q_{\text{ГВС}}$ – тепловая нагрузка на ГВС, Гкал/ч;

ρ – плотность воды, принимаем $\rho = 1000$ кг/ м³;

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная $c = 0,001$ Гкал/кг°С;

$t_{\text{ГВС}}$ и $t_{\text{ХВС}}$ – расчетная температура горячей и холодной воды – 60/5 °С.

$$G_{\text{ГВС}} = \frac{1000 \cdot 0,194}{0,001(60 - 5) \cdot 1000} = 3,52 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход воды в системе циркуляции ГВС, м³/ч:

$$G_{\text{ц}} = 0,3 \cdot G_{\text{ГВС}}, \quad (7.5)$$

$$G_{\text{ц}} = 0,3 \cdot 3,52 = 1,06 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Потери напора в системе циркуляции ГВС принимаются в соответствии с техническим заданием: $\Delta H_{\text{ГВС}} = 5,8$ м.в.ст.

В результате подбора был выбран циркуляционный насос TOP-Z 25/10 DM PN6/10 фирмы «WILO».

7.3 Подбор расширительного бака для системы отопления

Установка мембранного расширительного бака для системы отопления позволяет компенсировать температурное расширение теплоносителя в отопительных системах замкнутого типа. Для разделения воздушной и водяной камеры устройства использована мембрана из термостойкой резины.

Согласно справочному пособию «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [9], объем расширительного бака закрытого типа определяется по формуле:

$$V_0 = \frac{e \cdot c}{1 - \frac{P_i}{P_f}}, \quad (7.6)$$

где e – коэффициент объемного расширения воды, определяем по таблице 4.2 [12], для теплоносителя с температурой 110°С коэффициент объемного расширения равен 0,0434;

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

c – вместимость, л, системы отопления, включая вместимость труб, радиаторов, бойлеров, котла и т.д.

P_i - гидростатическое давление, атм, на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали с запасом ($P_i = H + 5$ м. в. ст., где H – высота верхней точки системы отопления, м). При выборе бака его рабочее давление не должно быть ниже гидростатического давления с запасом;

P_f - рабочее давление предохранительного клапана (максимальное рабочее давление, на которое рассчитаны элементы системы), оно должно быть обязательно выше P_i .

Ориентировочно вместимость системы отопления можно посчитать из условия 10 л на 1 кВт мощности. Тогда вместимость системы отопления составляет:

$$c = 10 \cdot Q_{co}, \quad (7.7)$$

где Q_{co} - тепловая мощность системы отопления торгового комплекса, равная 100,3 кВт.

$$c = 10 \cdot 100,3 = 1003 \text{ л}$$

Гидростатическое давление на расширительный сосуд в точке подключения к обратной магистрали равно сумме высоты верхней точки системы отопления и запаса 5 м, отметка точки подключения к обратной магистрали 2,85 м. Высота системы отопления здания относительно отметки 0,000 равна 7,3 м.

$$P_i = 7,3 + 2,85 + 5 = 15,15 \text{ м. в. ст.} = 1,49 \text{ бар}$$

Рабочее давление предохранительного клапана $P_f = 10$ бар.

Объем расширительного бака закрытого типа:

$$V_0 = \frac{0,0434 \cdot 1003}{1 - \frac{1,49}{10}} = 49,2 \text{ л}$$

Из типоразмерного ряда мембранных баков марки MRV фирмы «Wester Line» принимаем мембранный расширительный бак объемом 50 л.

7.4 Подбор пластинчатого теплообменника на систему отопления

Теплообменник является устройством, передающим тепло от одного источника теплоты другому, исключая при этом непосредственный контакт теплоносителей.

Подбор теплообменника осуществляется по максимальной нагрузке и расчетном температурном графике в контуре сетевой воды и в контуре местной воды.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Подбор был произведен в расчетной программе фирмы «Danfoss».

По результатам подбора был принят пластинчатый теплообменник НН-14-10/1-6-ТК, тепловая мощность теплообменника $Q=86258$ ккал/ч, максимальное количество пластин – 17.

7.5 Подбор пластинчатого теплообменника на систему вентиляции

Максимальная нагрузка на теплоснабжение приточно-вытяжных и приточных установок составила $Q=291,1$ кВт. Температура поступающего теплоносителя - 95 /50 °С.

Расход теплоносителя в системе вентиляции, м³/ч, определяется по формуле:

$$G_{с.в.} = \frac{1000 \cdot Q_{в.р.}}{c(t_1 - t_2)}, \quad (7.4)$$

где $Q_{в.р.}$ – тепловая нагрузка на вентиляцию, Гкал/ч;

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная $c = 0,001$ Гкал/кг°С;

t_1 и t_2 – расчетная температура сетевой воды после калорифера системы вентиляции, 95/50 °С.

$$G_{с.в.} = \frac{1000 \cdot 0,25}{0,001 \cdot (95 - 50) \cdot 1000} = 5,56 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По результатам подбора был принят пластинчатый теплообменник НН-07-16/1-23-ТК, тепловая мощность теплообменника $Q=250260$ ккал/ч, максимальное количество пластин – 39.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

8 РАСЧЕТ И ПОДБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

8.1 Подбор воздухозаборной решетки

Определяем требуемую площадь воздухозаборной решетки:

$$F = \frac{L}{3600 \cdot V}, \quad (8.1)$$

где L – расход воздуха приточной установки П1, $L = 8078 \text{ м}^3/\text{ч}$;

V – скорость движения воздуха, принимается равной 4 м/с .

$$F = \frac{8078}{3600 \cdot 4} = 0,56 \text{ м}^2$$

С сайта производителя «Арктика» выбираем наружную решетку «АРН» $800 \times 800 \text{ мм}$ с площадью живого сечения $F_{\text{ж.с}} = 0,624 \text{ м}^2$.

Пересчитываем скорость:

$$v_{\text{факт}} = \frac{8078}{3600 \cdot 0,624} = 3,59 \text{ м/с.}$$

8.2 Подбор приточно-вытяжной установки ПВ1

Приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла предназначены для утилизации тепла внутреннего вытяжного воздуха, выбрасываемого в холодный период с высокой температурой на улицу, для нагрева приточного наружного воздуха.

Суммарный расход воздуха через приточную установку ПВ1 составляет $8078 \text{ м}^3/\text{ч}$. Потери давления на основном направлении были рассчитаны в результате аэродинамического расчета в пункте 6.2 и составили 112 Па .

В приточно-вытяжную установку подбираются следующие элементы: воздушная заслонка, фильтр класса М5, роторный утилизатор, секция вентилятора, калорифер, шумоглушитель.

Подбор оборудования производится в программе «Swegon».

В результате подбора к установке была принята приточно-вытяжная установка GOLDRX 50.31 фирмы «Swegon».

Комплектация приточно-вытяжной установки представлена на рисунке 8.2.

Отчет подбора, сформированный приложением «Swegon», представлен в приложении И.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

8.3 Подбор вентилятора вытяжной системы ВЗ

Расчетный расход воздуха для подбора вентилятора определяется по формуле:

$$L = 1,2 \cdot L_p, \quad (8.2)$$
$$L = 1,2 \cdot 4330 = 5196 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Давление вентилятора:

$$\Delta P = 1,1 \cdot \Sigma \Delta P \quad (8.3)$$

где $\Sigma \Delta P$ – сопротивление системы ВЗ;

$$\Delta P = 1,1 \cdot 48 = 53 \text{ Па}$$

Подбор вытяжного оборудования производится в программе «VentMaster».

В результате подбора к установке была принята вытяжная установка AmberAir 3-KR MD50+NS фирмы «SALDA».

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

9 АВТОМАТИЗАЦИЯ ИТП

В данном разделе выполняется автоматизация индивидуального теплового пункта в соответствии с рекомендациями СП 42-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».

Автоматизация должна обеспечивать:

- 1) поддержание заданной температуры воды, поступающей в систему горячего водоснабжения;
- 2) регулирование подачи теплоты (теплового потока) в системы отопления в зависимости от изменения параметров наружного воздуха с целью поддержания заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях;
- 3) поддержание требуемого перепада давлений воды в подающем и обратном трубопроводах тепловых сетей на вводе в ИТП при превышении фактического перепада давлений над требуемым более чем на 200 кПа;
- 4) включение и выключение подпиточных устройств для поддержания статического давления в системах теплоснабжения при их независимом присоединении;
- 5) защиту систем потребления теплоты от повышения давления или температуры воды в трубопроводах этих систем при возможности превышения допустимых параметров;
- 6) поддержание заданного давления воды в системе горячего водоснабжения;
- 7) включение и выключение корректирующих насосов;
- 8) блокировку включения резервного насоса при отключении рабочего;
- 9) защиту системы отопления от опорожнения;
- 10) прекращение подачи воды в бак-аккумулятор или в расширительный бак при независимом присоединении систем отопления по достижении верхнего уровня в баке и включение подпиточных устройств при достижении нижнего уровня;

Автоматизация теплового пункта осуществляется следующим перечнем приборов:

- Температура измеряется платиновым термометром в комплекте прижимной пружины и платиновым элементом EN 60751. Измерение температуры происходит на входе и выходе теплосети, на входе и выходе водопроводной и сетевой воды водонагревателя ГВС, на входе и выходе системы отопления. Также происходит измерение наружного воздуха.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

- Давление измеряется манометрами общего назначения ТМ-510-Р. Измерение давления происходит в подающем и обратном трубопроводе теплосети, холодном водопроводе, подающем и циркуляционном трубопроводе ГВС, подающем и обратном трубопроводе системы отопления, на нагнетании смесительных насосов отопления, до и после регуляторов давления.

- Расход холодной воды измеряется счетчиком ВСХд, расход горячей – счетчиком ПРЭМ-32L0 ГФ.

- Расход теплоты производится теплосчетчиком, в состав которого входят: устройство сбора и обработки данных (преобразователь), датчики температуры воды и датчик общего расхода сетевой воды.

9.1 Автоматизация системы отопления

Автоматизация индивидуального теплового пункта выполнена на базе универсального регулятора температуры Danfoss ECL Comfort 310/210. Электронный ключ программирования приложения А361/А231 содержит программу по управлению оборудованием систем отопления. Схема подключения систем отопления независимая.

Энергонезависимая память ключа А361/А231 содержит:

- алгоритм управления системами в соответствии с приложением;
- вид графической информации, выводимой на дисплей регулятора ECL Comfort в соответствии с приложением, и доступные для этого языки;
- системные и пользовательские заводские настройки, которые могут быть изменены или восстановлены.

ECL Comfort 310/210 с ключом приложения А361/А231 позволяет:

- регулировать температуру теплоносителя, поступающего в систему отопления в зависимости от температуры наружного воздуха в соответствии с индивидуальным температурным графиком для обеспечения заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях здания;
- ограничивать температуру теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть после систем теплопотребления, в соответствии с температурным графиком или постоянным заданным значением;
- отключать систему отопления (закрывать регулирующие клапаны и останавливать насосы) при достижении заданной температуры наружного воздуха;
- производить по произвольному расписанию переключение работы систем с режима по поддержанию в помещениях комфортной температуры воздуха на экономический режим (пониженную температуру);

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

- осуществить после понижения температуры форсированный натоп здания за период, зависящий от температуры наружного воздуха и теплоаккумулирующих характеристик строительных конструкций;

- выполнять плавный пуск системы отопления (медленное открытие регулирующих клапанов);

- периодически запускать электроприводы регулирующих клапанов и насосов для исключения их заклинивания в период бездействия систем;

- сохранять активность защиты система отопления от замерзания при ее отключении.

Особые функции:

- задание криволинейного (ломаного) температурного отопительного графика путем ввода 6 реперных точек;

- управление спаренными циркуляционными насосами;

- управление системой подпитки;

- архивирование данных;

- сигнализация при сбоях в системе регулирования и управления.

9.2 Технологическая схема управления ИТП

1) Датчик перепада давления PDS предназначен для определения степени загрязненности фильтра, используется реле перепада давления. При загрязнении фильтра его пропускная способность уменьшается, потери давления увеличиваются и за счет этого растет перепад давления. Как загрязненность фильтра достигнет предельного значения, сигнал поступает на контроллер от PDS.

Реле перепада давления предназначен для коммутации электрических цепей в зависимости от изменения разности двух давлений. Принцип действия реле разности давлений состоит в сравнении двух давлений, подаваемых с двух сторон на сильфон, который деформируясь, переключает контакт.

2) Для организации надежной работы системы отопления необходим контроль следующих параметров:

– температуры обратного теплоносителя;

– температура теплоносителя до теплообменника.

3) Датчик температуры, расположенный на подающем трубопроводе. Если температура в тепловой сети будет отличаться от расчетной температуры, это приведет к изменению объема теплоносителя через теплообменник. Датчик температуры на обратном трубопроводе установлен для показания качества теплоотдачи теплоносителя в системе отопления. Так же установлен датчик измерения температуры по

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

воздуху, для количественного регулирования теплоносителя в зависимости от параметров наружного воздуха.

4) Датчик перепада давления в подающем и обратном трубопроводе предназначен для надежной работы системы отопления и защиты оборудования. Такие регуляторы гасят избыточное давление, чтобы сравнять с давлением в системе отопления.

5) Автоматический регулятор температуры предназначен для изменения количества теплоносителя в зависимости от температуры в обратном трубопроводе тепловой сети.

6) Регулятор давления без постороннего источника давления расположен на подпиточной линии, для автоматического заполнения системы отопления теплоносителем из обратного трубопровода тепловой сети.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработаны системы отопления и вентиляции для торгового центра «Родной» в городе Озерск. Основная цель работы выполнена, в разработанных системах используются современные экономически выгодные решения в области отопления, вентиляции и автоматического управления.

Для решения поставленных задач в ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- 1) Произведен теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций (данные, полученные в ходе расчета, используются в расчете теплопотерь здания);
- 2) Рассчитаны теплопотери здания, на основании которых проектируются системы отопления и производится гидравлический расчет систем;
- 3) Рассчитан воздухообмен помещения, на основании которого проектируется системы приточной и вытяжной вентиляции с механическим побуждением;
- 3) Разработан индивидуальный тепловой пункт, запроектирована автоматизация систем отопления и индивидуального теплового пункта.

Оформление выпускной квалификационной работы выполнено согласно нормативной литературе.

Благодаря применению современных материалов, приточно-вытяжных установок, автоматизации систем отопления и вентиляции при помощи балансировочных клапанов, терморегуляторов здание эффективно с точки зрения энергосбережения и уменьшения расходов на обслуживание и ремонт систем.

Графическая часть представлена на чертежах формата А1, выполненных в программе AutoCad 2021.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2). - М.: Изд-во стандартов, 2019.
- 2 ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 8 с.
- 3 СП 50.13330.2012. Тепловая защита здания. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003, - М.: Изд-во стандартов, 2012.
- 4 СП 1.13130.2020 Системы пожарной защиты.: Изд-во стандартов, 2020.
- 5 Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий: Справочное пособие / Ю.С. Краснов. –М.: Термокул, 2006. -288с.
- 6 Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водопровод, канализация - М.: Стройиздат, 1975. - 429 с.
- 7 СНиП II-Л.7-62 Магазины. Нормы проектирования.: Изд-во стандартов, 1963.
- 8 СП 73.13330.2016 Внутренние санитарно-технические системы зданий (с Изменением N 1):. Изд-во стандартов, 2019.
- 9 ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6) - М.: Изд-во стандартов, 1977. -6с.
- 10 ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент (с Изменением N 1) - М.: Изд-во стандартов.:1991. -7с.
- 11 СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляции и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. / Госстрой России. – М.: 2012.
- 12 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: справочное пособие. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.:ил.
- 13 СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. – М.:2003.
- 14 ГОСТ 12.1.005–88 Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1). / Госстрой России. – М.: 1988.
- 15 ГОСТ 7.1-2003 Межгосударственный стандарт система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу библиографическая запись. библиографическое описание общие требования и правила составления. - М.: Изд-во стандартов, 2003.
- 16 СТО НП АВОК 1.05-2006 Условные графические обозначения в проектах ОВ, КВ и ТХС / НП «АВОК». – М.:2006.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

17 ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные надписи (с Поправками)/ ВНИИНМАШ – М.: 2006.

18 ГОСТ 21.602-2016 Правила выполнения рабочей документации для систем отопления, вентиляции и кондиционирования / Стандартиформ – М.:2016.

20 Проектирование систем автоматического регулирования: учебное пособие / А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов; ТПУ – Томск: Издательство ТПУ, 2011. – 108 с.

21 ГОСТ 21.404-85 Автоматизация технологических процессов. / Госстрой СССР. – М.: 1985.

22 ГОСТ 7.1-2003 Межгосударственный стандарт система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу библиографическая запись. библиографическое описание общие требования и правила составления. - М.: Изд-во стандартов, 2003.

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

24 Ананьев, В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. / В.А. Анаев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин, и др – М.:Евроклимат, 2000. – 416 с.

25 Титов, В.П. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учебное пособие для вузов / В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов. – М.:Стройиздат, 1985. – 208 с.

26 Каталог «Воздухораспределители Арктос», 2018. – 543 с.

27 СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов/Госстрой России. – Москва, 1997

28 Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /Под ред. проф. Б. М. Хрусталева – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 784 с.

29 «Балансировочные клапаны» Каталог – Москва, ООО «Данфосс», 2017. – 134 с.

					08.03.01.2021.305-04.102ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47