

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр инженерного оборудования

(наименование)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Современные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Обеспечение микроклимата в здании торгового центра
г.Железногорска Курской области

Студент

А.М. Андреева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководитель

канд. техн. наук, доцент, Е.В. Чиркова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Исходные данные для проектирования	4
1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха	4
1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха.....	5
2 Аналитический обзор.....	7
2.1 Анализ нормативной и справочной литературы.....	7
2.2 Обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата в зданиях торговых центров.....	9
2.2 Патентный поиск.....	12
3 Тепловая защита зданий	17
3.1 Теплотехнический расчет ограждающей конструкции	17
3.2 Расчет теплопотерь	25
3.3 Расчет теплопоступлений.....	37
3.4 Тепловой баланс	38
4 Системы обеспечения микроклимата	40
4.1 Вентиляция	40
4.1.1 Проектирование системы вентиляции	40
4.1.2 Аэродинамический расчет систем вентиляции	42
4.1.3 Подбор оборудования.....	55
4.2 Отопление	57
4.2.1 Проектирование системы отопления	57
4.2.2 Гидравлический расчет системы отопления	57
4.2.3 Подбор оборудования.....	59
4.3 Кондиционирование.....	59
5 Автоматизация.....	62
6 Технико-экономический расчет.....	65
Заключение	69
Список используемых источников.....	70
Приложение А Схемы приточной вентиляции	73
Приложение Б Схема системы отопления.....	75

Введение

Актуальность работы. Обеспечение условий безопасной работы, быта и отдыха является приоритетной задачей при эксплуатации здания. Так же необходимо соблюдать санитарные нормы и руководствоваться иными нормативно правовыми актами Российской Федерации.

Без обеспечения санитарно-гигиенических требований, комфортное пребывание в здании станет невозможным, параметры микроклимата оказывают большое влияние на работоспособность и самочувствие человека.

Создания комфортных условий для человека обеспечивается наличием грамотно запроектированных систем микроклимата помещений.

Целью данной магистерской диссертации является обеспечение требуемых параметров микроклимата в здании торгового центра, с помещениями различного назначения с индивидуальными значениями внутренних параметров воздуха.

Чтобы достигнуть поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- 1) изучить нормативную и научно-техническую литературу;
- 2) определить расчётные параметры внутреннего и наружного воздуха в соответствии с действующими нормативными документами;
- 3) запроектировать системы отопления, вентиляции, кондиционирования;
- 4) разработать технико-экономическое обоснование принятого инженерного решения.

Объектом исследования является торговый центр в г. Железногорск

- размеры в осях 116,0× 60,0 м;
- этажность здания – 3 этажа.
- общая площадь здания составляет 27840 кв.м.
- строительный объем здания 313200 куб.м.

Предметом исследования являются системы обеспечения требуемых параметров микроклимата в здании торгового центра.

1 Исходные данные для проектирования

Назначение и характеристика здания

Назначение здание: торговый центр.

Район строительства: Курская область, г.Железногорск, микрорайон 22, ул.Мира.

«Стены подвала выполнены из монолитного железобетона, наружные стены здания из кирпича толщиной 380 мм» [19].

На цокольном этаже располагаются технические помещения.

На первом, втором и третьем этажах располагаются административно-бытовые помещения, торговые залы, производственные помещения.

Ориентация главного фасада на север.

1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха

«Расчетные параметры наружного воздуха при проектировании приняты согласно СП» [19].

Для холодного периода года:

- расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью « $k_{об} = 0,92$, $t_n = - 24^{\circ}\text{C}$
- средняя температура воздуха за отопительный период $t_{от} = - 2,3^{\circ}\text{C}$.
- продолжительность отопительного периода $z_{от} = 194$ дней.
- расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь – $v_{румб} = 3,9$ м/с,
- средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^{\circ}\text{C}$ составляет $v = 3,6$ м/с,
- относительная влажность (средняя месячная влажность для наиболее холодного месяца) наружного воздуха $\varphi_n = 83\%$,» [19].

Для теплого периода года:

– « расчетная температура наружного воздуха с обеспеченностью $k_{об} = 0,95$, $t_n = 23,0^\circ\text{C}$

– расчетная температура наружного воздуха с обеспеченностью $k_{об} = 0,98$, $t_n = 27,0^\circ\text{C}$

– относительная влажность (средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца) наружного воздуха $\varphi_n = 71\%$,

– расчетная скорость ветра для теплого периода года есть минимальная из средних скоростей ветра за июль $v = 0$ м/с; принимаем $v = 3,5$ м/с» [19].

Расчетные параметры наружного воздуха теплого и холодного периода для параметров А и Б приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Расчётный период года	Параметры Б		
	t, °C	$\varphi_n, \%$	v, м/с
Тёплый	23	71	3,5
Холодный	-27	83	3,6

Район строительства согласно СП [19] относится к нормальной климатической зоне.

Условия эксплуатации Б.

1.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры воздуха для различных помещений согласно [9,19,23] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Наименование помещений	t° С	Относительная влажность воздуха, ф%	Подвижность воздуха, v м/с
1	2	3	4
Холодный период года			
«Торговый зал магазина продовольственных товаров	12	Не нормируется	Не нормируется
Торговый зал магазина мясных и рыбных товаров	10	Не нормируется	Не нормируется
Туалет	19	Не нормируется	0,15
Вестибюль, холл	16	Не нормируется	Не нормируется
Административные, офисные помещения	19	45	0,2
Производственные помещения, Административно-бытовые помещения	16	Не нормируется	Не нормируется
ТП	18	65	Не нормируется
Моечная товаров	18	65	Не нормируется
Душевые	25	65	Не нормируется
Насосная	10	65	Не нормируется
Помещения для персонала	18	65	Не нормируется
Комната приема пищи	16	60	Не нормируется
Теплый период года			
Торговый зал магазина продовольственных товаров	12	Не нормируется	Не нормируется
Торговый зал магазина мясных и рыбных товаров	10	Не нормируется	Не нормируется
Туалет	23	Не нормируется	Не нормируется
Вестибюль, холл	23	Не нормируется	Не нормируется
Административные, офисные помещения	23	Не нормируется	Не нормируется
Производственные помещения, Административно-бытовые помещения	25	Не нормируется	Не нормируется
ТП	23	Не нормируется	Не нормируется
Моечная товаров	23	Не нормируется	Не нормируется
Душевые	25	Не нормируется	Не нормируется
Насосная	23	Не нормируется	Не нормируется
Помещения для персонала	23	Не нормируется	Не нормируется
Комната приема пищи	23	Не нормируется	Не нормируется» [9]

Вывод по разделу 1:

В данном разделе представлены исходные данные для проектирования, а так же определены параметры внутреннего и наружного воздуха.

2 Аналитический обзор

2.1 Анализ нормативной и справочной литературы

Нормативные требования, предъявляемые к системам обеспечения микроклимата зданий торговых центров согласно [9].

Основные моменты влияющие на параметры микроклимата при проектировании вентиляции:

1. площадь торгового центра;
2. месторасположение (размещено ли здание отдельно или пристроено к жилым постройкам, так же наличие рядом дорог и автомагистралей);
3. ориентацию здания, его оконных и дверных проемов по отношению к сторонам света;
4. постоянное и временное пребывание людей в конкретных помещениях;
5. назначение помещения.

Подача воздуха нормируется для любого типа торговых центров одинаково:

- «20 м³/ч – на одного покупателя;
- 60 м³/ч – на одного работника торгового помещения» [25].

Для современного торгового центра проектируют вентиляцию с механическим побуждением. Преимущество естественной вентиляции в экономичности системы, но ее невозможно применять для помещений площадь которых превышает 250 м². Для крупных торговых центров подходит только принудительная вентиляция согласно [25].

Проведем классификацию помещений торговых центров по площади:

1. Помещение менее 400 м² – проектируется, как правило, приточно-вытяжная вентиляция, электрический или водяной подогрев, встроенная или установленная отдельно система кондиционирования.

2. Помещение магазина примерно 400 м² – выгодно применять приточно-вытяжную вентиляцию с рекуперацией, что позволяет значительно экономить на затратах.

3. Помещение магазина более 400 м² (торговые центры) – производят установку нескольких приточно-вытяжных систем. Объем вытяжки должен быть компенсирован полностью.

Вентиляция имеет важную роль для продовольственного магазина, т.к. нужно учитывать условия хранения товаров. Для помещений с горячим цехом предусматривается отдельная система вентиляции, где необходимо учесть большое выделение тепла, соблюдать пожарные требования. Над оборудованием горячего цеха устанавливают вытяжное устройство. Так же необходимо учесть и предотвратить возможное выпадение конденсата от посудомоечных машин путем установки вытяжных рукавов с защитой от влаги и коррозии.

Варианты систем отопления торговых залов согласно [25]:

1. Водяная с радиаторами, панелями, конвекторами и гладкими трубами при температуре теплоносителя не более 150°C.

2. Водяная с нагревательными элементами и стояками, встроенными в наружные стены, перекрытия и полы.

3. Воздушная.

4. Электрическая и газовая с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150°C

Система отопления для производственных помещений и складов согласно [25]:

1. Воздушная;

2. Водяная и паровая при температуре теплоносителя: воды - не более 150°C, пара - не более 130°C;

3. Электрическая и газовая для помещений категорий В1-В4 (кроме складов категорий В1-В4) при температуре на теплоотдающей поверхности не более 130°C;

4. Электрическая и газовая с высокотемпературными излучателями для помещений категорий В2, В3, В4, а также складов категорий В2, В3, В4;

5. Электрическая для помещений категорий А и Б (кроме складов категорий А и Б) во взрывозащищенном исполнении при температуре на теплоотдающей поверхности не более 130°С.

2.2 Обзор существующих инженерных решений по проектированию систем обеспечения микроклимата в зданиях торговых центров

В современных торговых центрах на этапе строительства часто используют систему shell&core, суть которой заключается в прокладке магистральных трубопроводов вентиляции и кондиционирования. Разводку и установку оборудования осуществляют сами арендаторы, в зависимости от назначения помещений рисунок 1 - Система вентилиации ТЦ.



Рисунок 1 – Система вентиляции ТЦ

На рисунке 2 представлен торговый центр, представляющий собой магазин-склад. Данный вид торгового центра характерен общей кассовой зоной, высокими потолками.

Как отдельный вид существуют многофункциональные торговые центры, представляющие собой помещения различного назначения.



Рисунок 2 – Вентиляция в торговом центре

В торговых центрах типа «магазин-склад» целесообразно проектирование приточно-вытяжной системы вентиляции воздуха, совмещенная с системой кондиционирования и воздушной отопительной системой. Раздача воздуха происходит с помощью сети воздуховодов рисунок 3 – Вентиляция магазина-склада. Из-за особых условий хранения товаров устанавливают отдельные системы вентиляции.



Рисунок 3 – Вентиляция магазина-склада

Решения для многофункциональных магазинов могут представлять собой:

1. Центральную систему вентиляции с применением рециркуляции.
2. Вентилирование помещений с использованием отдельных приточных вентиляционных установок, как правило, совмещенных с системой кондиционирования.

Виды отопления в торговом центре:

Существует несколько видов отопительных систем: водяное, воздушное отопление, электрические отопительные приборы.

Одним из самых популярных видов отопления помещений является водяное отопление с теплоносителем – горячая вода и установкой радиаторов или конвекторов. Так же предусматривают устройство теплого пола. Необходимо учесть возможность подключения к магистральным трубопроводам.

Воздушное отопление применяют для крупных торговых центров. Допустимо применение воздушного отопления совместно с водяным или отдельной системой. Подготовка воздуха происходит в центральной системе кондиционирования и подается в нужное помещение, что позволяет регулировать температуру. При входах в торговые центры часто используют тепловые завесы. Существуют вертикальные и горизонтальные воздушно-тепловые завесы. Для помещений небольшой площади применяют

электрические отопительные приборы такие как масляные радиаторы, тепловентиляторы. Недостатком является высокая стоимость эксплуатации. Для обогрева больших площадей применяют инфракрасные обогреватели. Преимуществом является возможность регулирования температур в отдельных зонах помещения и относительно не высокие затраты электроэнергии, по сравнению с аналогами.

Распределение нагретого воздуха по воздуховодам актуально для помещений большого объема, для достижения одинаковой температуры в разных точках. Как правило, систему воздушного отопления проектируют совместно с системой кондиционирования.

2.2 Патентный поиск

При строительстве зданий актуальным является экономический вопрос. Для решения данного вопроса возможна установка систем вентиляции, в основном крышных вентиляторов на плоских кровлях.

В научных статьях, в базе патентных устройств имеют различные конструкции крышных вентиляторов. Устройство крышного вентилятора представлено на рисунке 4. Для рассмотрения достигнутого уровня развития, целесообразно произвести патентный поиск устройств.

Объектом патентных исследований является крышной вентилятор.

Описание предмета поиска:

Существует большое количество разновидностей модели крышных вентиляторов. Подбор модели заключается в удовлетворении всех требований норм, так же в простоте эксплуатации и обслуживания, выбора конкретного производителя, подборе комплектующих, шумности, массы модели, внешнего вида устройства, температур рабочего режима и расходов на обслуживание и эксплуатацию. На рисунке 4 представлено устройство крышного вентилятора.

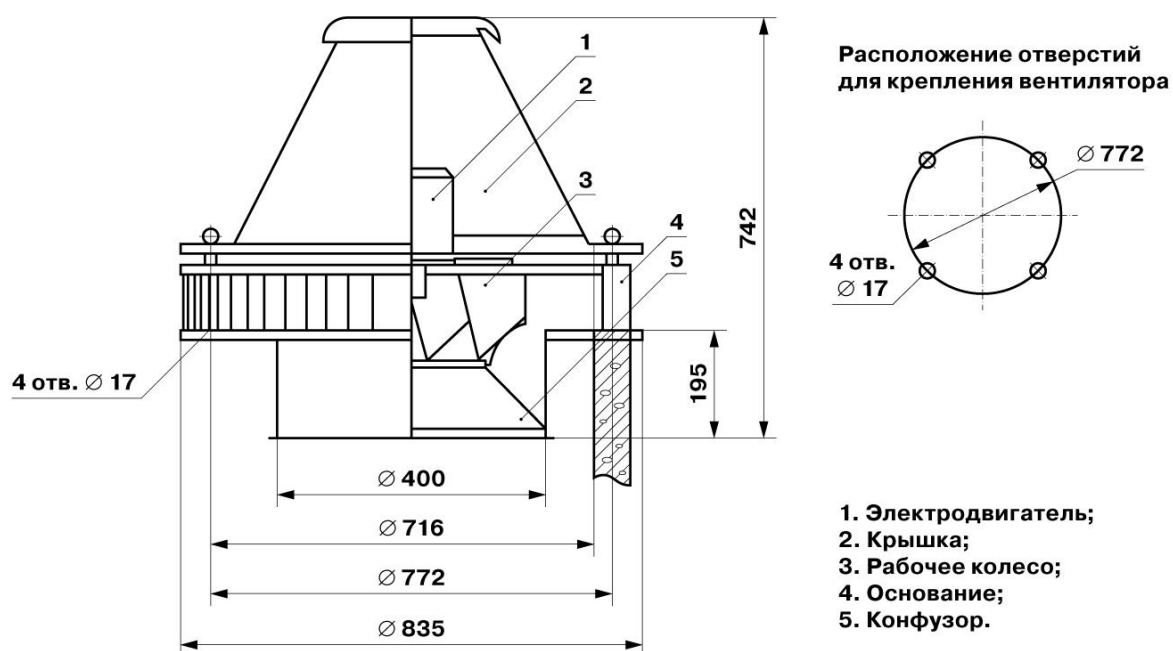


Рисунок 4– Устройство крышного вентилятора

Определение стран проверки. «Наиболее развит данный вид техники в странах: Россия (СССР), Япония, США, Китай, Франция» [10].

Выявление технических особенностей объекта. Основными характеристиками крышного вентилятора являются:

1. производительность;
2. взрывозащищённость (зависит от реакции на загрязнение лопастей);
3. шумность;
4. аэродинамика (возникают ли зоны турбулентности).

«Определение классификационных рубрик МПК. Для того чтобы верно определить рубрики МПК устройства «вентилятор» вначале определим ключевые слова. Принимаем за ключевое слово «двигатель»» [10].

«По классификатору МПК определяем:

1. Раздел F – Машиностроение; освещение; отопление; двигатели и насосы; оружие и боеприпасы; взрывные работы;

2. Класс F 04 – Гидравлические машины объемного вытеснения; насосы для жидкостей или для сжимаемых текучих сред

3. Подкласс F04D – Насосы и компрессоры не объемного вытеснения

4. МПК F04D 17/00 – Нагнетатели с радиальным потоком, например центробежные вентиляторы; спирально-центробежные нагнетатели» [10].

5. F04D17/16– центробежные вентиляторы для подачи газов или паров без существенного сжатия.

Выбор источников информации. В роли информационных ресурсов будем использовать источники, центра инженерного оборудования, информационные ресурсы сайта: <http://patents.su/>, библиотеку университета и другую научно-техническую литературу.

Установление глубины поиска. Проводя анализ технических решений крышных вентиляторов заметен прогресс в течении последних 20 лет. Исходя из этого определим глубину поиска в 20 лет.

Анализ патентной документации представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Анализ патентной документации

Предмет поиска	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, страна, дата приоритета, дата публикации, название.	Сущность изобретения, цель его создания или технический результат	Подлежит (не подлежит) исследованию
Крышный вентилятор	Российская Федерация а.с. № 2006428 МПК F24F 7/06	Соломахова Т.С. Ваксман В.З. Балкинд О.Я. Левшин Ю.И. Третьюхина Т.А.	«Данный вентилятор содержит рабочее колесо, вокруг которого установлена целендрическая обечайка с вертикальными прорезями напротив выходного сечения рабочего колеса, выходной патрубков и колпак конической или цилиндрической формы. Цель-улучшение ряда недостатков : металлоемкость и сложность изготовления, уменьшение шума»[10].	подлежит
Крышный вентилятор	США № 4890547. Кл. F 24 F 7/06, 1990	Ronald Daigle	«Устройство представляет собой крышной радиальный вентилятор состоящий из рабочего колеса, входного патрубка, обечайки из вертикальных элементов, образованных вертикальными пластинами, соединенными по	подлежит

			углом и имеющими отверстия между элементами. Цель- решение недостатка образования застойных зон в местах стыка пластин, уменьшение энергетических затрат и уровня шума» [10].	
3.Крышны вентилятор	Российская Федерация а.с. № 37398 МПК F04D 25/08	Дискин М.Е. Левшин Ю.И. Швецов С.Е. Сафин Р.С. Эсманский Р.К.	Устройство представляет собой крышной вентилятор с корпусом с боковыми стеклами, образующими входной и выходной торцы, лопаточное рабочее колесо. Принципиальное отличие в том , что поверхность зонта со стороны выходного торца облицована шумопоглощающим материалом. Цель- снижение шумоизоляции, при сохранении невысокого сопротивления потоку воздуха.	

Оцениваем обеспечение показателей положительного эффекта каждым аналогом в баллах от –4 до + 4. Данные заносим в таблицу 4.

Таблица 4 – Оценка преимуществ и недостатков аналогов

Показатели	База	Аналоги		
		Российская Федерация а.с. № 2006428 МПК F24F 7/06	США № 4890547. Кл. F 24 F 7/06, 1990	Российская Федерация а.с. № 37398 МПК F04D 25/08
Аэродинамические показатели	0	0	0	0
Увеличение КПД	0	0	0	+3
Простота конструкции	0	+1	+1	+4
Надежность и договечность конструкции	0	+4	+4	+4
Простота в эксплуатации	0	+1	+2	+3
Шумовые показатели	0	-1	+2	+4
Суммарный бал	0	+5	+9	+18

Вывод по разделу 2:

Произведен аналитический обзор существующих решений проектирования систем микроклимата торговых центров. Так же произведен патентный поиск, объектом которого является крышной вентилятор. Из рассмотренных вариантов видно, что изобретение а.с. № 37398 МПК F04D 25/08 является наиболее прогрессивным. Поставленные задачи достигаются, а именно происходит уменьшение шумоизлучения, сохраняется невысокое сопротивление потоку воздуха.

3 Тепловая защита зданий

3.1 Теплотехнический расчет ограждающей конструкции

Состав и теплотехнические показатели наружных и внутренних ограждающих конструкций представлены в таблице 3.

Таблица 3– Состав и теплотехнические показатели наружных и внутренних ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Номер слоя	Материал слоя	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Расчетные коэффициенты		
					Теплопроводности λ , Вт/(м ² ·°С)	Теплоусвоения s , Вт/(м ² ·°С)	Паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
Наружная стена	1	Известково-песчаная штукатурка	1600	0,012	0,81	9,76	0,12
	2	Силикатный четырнадцати пустотный кирпич на цементно-песчаном растворе	1400	0,51	0,76	9,01	0,14
	3	Минерально-ватная плита (утеплитель)	50	0,06	0,033	0,48	0,53
	4	Цементно-песчаная штукатурка по арматурной сетке	1800	0,015	0,93	11,09	0,09
Бесчердачное покрытие	1	Железобетонная пустотная плита	2500	0,24	2,04	16,95	0,03
	2	Рубероид	600	0,004	0,17	3,53	-
	3	Пенополистирол	400	0,49	0,16	2,12	0,24
	4	4 слоя рубероида	600	0,016	0,17	3,53	-

«Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций будет не меньше нормируемого значения, то есть

$$R_0^{\text{пр}} > R_0^{\text{тр}}; (1)$$

где $R_0^{\text{пр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$R_0^{\text{тр}}$ – нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, определяется в зависимости от градусо-суток района строительства D_d , $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$.

Градусо-сутки отопительного периода ГОСП, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$, определяют по следующей формуле

$$\text{ГОСП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot Z_{\text{от}}; (2)$$

где ГОСП – градусо-сутки отопительного периода, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$;

Подставив в (2) значения соответствующих величин из п. 1.1.1, получим

$$\text{ГОСП} = (20 - (-2,3)) \cdot 194 = 5115,6 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут} \text{ } [23]$$

«Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $R_0^{\text{тр}}$, $(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, определяется интерполяцией по СП» [23, табл. 4].

«Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций находится по следующей формуле

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{учл}} r; (3)$$

Сопrotивление теплопередаче ограждающей конструкции R_K , $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$, определяют по формуле

$$R_K = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (4)$$

где R_1, R_2, R_n – сопротивление теплопередаче отдельных слоев ограждающей конструкции, $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$.

Сопrotивление теплопередаче i -го однородного слоя ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (5)$$

где δ_i – толщина i -го слоя ограждающей конструкции, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$.

Расчетный коэффициент теплопроводности материала i -го слоя ограждающей конструкции, λ_i , $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$, определяется по СП [23, прил. 3] согласно условиям эксплуатации.

После определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций R_0 , $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$, определяют коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций k , $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ по формуле

$$k = \frac{1}{R_0}, \quad (6)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$;

R_0 – сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ » [23].

Для наружных стен:

«Толщину утеплителя определяем из неравенства (1), приняв

$$R_0 = R_0^{\text{TP}}.$$

Преобразовав формулы (3), (4) и (5) получим

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} = R_{\text{req}}, \quad (7)$$

где R_0 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$$\alpha_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}), [2, \text{ табл. 7}] \text{ и } \alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}), [23, \text{ табл. 6}];$$

R_0^{TP} – нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,

$$R_0^{\text{TP}} = 2,61 \text{ (м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}, [23, \text{ табл. 4}];$$

Из (7) выразим толщину утеплителя

$$\delta_3 = (R_0 - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}}) \lambda_3. \text{ » [23]}$$

Подставив соответствующие значения, получим

$$\delta_3 = (2,61 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,012}{0,81} - \frac{0,51}{0,76} - \frac{0,015}{0,93} - \frac{1}{23}) \cdot 0,034 = 0,06 \text{ м}.$$

Принимаем $\delta_3 = 0,05\text{ м}$.

По формуле (16) найдем R_o

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{0,05}{0,034} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,61 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Полученное значение удовлетворяет неравенству (1)

$$R_o \geq R_o^{\text{TP}},$$

так как $2,61 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт} \geq 2,61 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$

По формуле (6) найдем k

$$k = \frac{1}{2,61} = 0,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

Для бесчердачного покрытия

Преобразовав формулы (3), (4) и (5) получим

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} = R_{\text{req}}, \quad (8)$$

где α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,

$$\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C}), [23, \text{табл. 6}];$$

$$R_o^{\text{TP}} = 0,00045 * 3522,66 + 1,9 = 3,49 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}, [23, \text{табл. 4}];$$

Из (8) выразим толщину утеплителя

$$\delta_3 = \left(R_{\text{req}} - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} \right) \lambda_3.$$

Подставив соответствующие значения, получим

$$\delta_3 = \left(3,49 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,24}{2,04} - \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} - \frac{0,045}{0,93} - \frac{0,016}{0,27} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,16 = 0,49 \text{ м.}$$

Принимаем $\delta_3 = 0,5 \text{ м}$.

По формуле (18) найдем R_o

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,24}{2,04} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,17} + \frac{0,5}{0,16} + \frac{0,045}{0,93} + \frac{0,016}{0,27} + \frac{1}{23} = 3,49 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

«Полученное значение удовлетворяет неравенству (1)

$$R_o \geq R_o^{\text{тп}},$$

так как $3,49 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт} \geq 3,49 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$

По формуле (6) найдем $kR_{0,\text{нд}}^{\text{пп}} = 0,6 R_{0,\text{нс}}^{\text{тп}}$ » [23].

$$k = \frac{1}{3,49} = 0,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

«Теплотехнический расчет наружных дверей

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей определяется по формуле представленной в СП[23].

$$R_{0,\text{нд}}^{\text{пп}} = 0,6 R_{0,\text{нс}}^{\text{тп}}, \quad (9)$$

$$R_{0,\text{нс}}^{\text{тп}} = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\alpha_{\text{в}} \cdot \Delta t_{\text{н}}}, \quad (10)$$

Подставив в формулу (20) соответствующие значения, получим

$$R_{0,nc}^{тр} = \frac{1 \cdot (19 - (-24))}{8,7 \cdot 4} = 1,2 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт}$$

Вычисляем приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей, подставив в (9) соответствующие значения исходных величин

$$R_{0,нд}^{пр} = 0,6 \cdot 1,2 = 0,724 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт.}$$

Характерная конструкция наружной двери для данного региона – двойные двери с тамбуром между ними.

По формуле (6) найдем k » [23].

$$k = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{0,724} = 1,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}$$

Теплотехнический расчет витражей

«Нормируемое значение сопротивления теплопередаче определяется по градусо-суткам отопительного периода:

$$R_0^{тр} = 0,63 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт, [23, табл. 4]}$$

По СП [23] выбираем конструкцию окна следующую: «Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из обычного стекла в деревянных переплетах».

Приведенное сопротивление теплопередаче таких окон составляет

$$R_0 = 0,56 \text{ (м}^2\text{°C)/Вт, [23, прил. 6],}$$

По формуле (6) найдем k

$$k = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{0,56} = 1,79 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}} \text{» [23]}$$

Результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{ут.сл.}$, м	Толщина ограждающей конструкции, δ , м	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R_o, \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	Коэффициент теплопередачи, $k, \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}$
Наружная стена	0,06	0,59	2,61	0,38
бесчердачное покрытие	0,49	0,79	3,49	0,29
Витраж	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из обычного стекла в деревянных переплетах		0,56	1,79
Наружная дверь	Двойные двери с тамбуром между ними		0,724	1,38

3.2 Расчет теплотерь

«Основные теплотери ограждающей конструкции определяются по формуле (11).

$$Q = k \cdot A \cdot (t_{int} - t_{ext}) \cdot n, \quad (11)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, $Вт / м^2 \cdot ^\circ C$;

A – площадь ограждающей конструкции, $м^2$ »[23];

t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ C$;

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, $^\circ C$;

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяется по СНиП [тепл].

«Полные теплотери через ограждающую конструкцию $Q_0, Вт$, будут определяться по формуле (12).

$$Q_0 = Q \cdot (1 + \sum \beta), \quad (12)$$

где Q – основные теплотери ограждения, Вт, вычисленные по (3);

$\sum \beta$ – сумма добавочных теплотерь ограждения ($\beta_{ор}$ – добавочные теплотери на ориентацию, $\beta_{пр}$ – прочие теплотери, выраженные в долях от основных теплотерь).

Теплотери через полы по грунту вычисляются по зонам (2м)» [23].

$$R_1 = 2,1 \frac{m^2 \cdot град}{Вт} \quad \text{– для 1 зоны;}$$

$$R_2 = 4,3 \frac{m^2 \cdot град}{Вт} \quad \text{– для 2 зоны;}$$

$$R_3 = 8,6 \frac{m^2 \cdot град}{Вт} \quad \text{– для 3 зоны;}$$

$$R_4 = 14,2 \frac{m^2 \cdot град}{Вт} \quad \text{– для 4 зоны.}$$

Таблица 5– Теплотери через ограждающие конструкции

№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					основные теплотери через ограждающие конструкции Q, Вт	Добавочные теплотери, β		коэффициент (1+β)	Теплотери, Вт через ограждения с учетом Q(1+β)
		наименование	ориентация	площадь A, м ²	коэффициент теплопередачи k, Вт/м ² ·°C	Δt=tв-tн, °C		на ориентацию	прочие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Тамбур t _в = 17°C	нс	С	22,8	0,38	40	328,32	0,1	0,05	1,15	377
		дв	С	18	1,52	40	1094,4	0,1	0,05	1,15	1258,56
		Пол 1з	-	12	0,47619	40	228,5712			1	228,571
		Пол 2з	-	12	0,23255	40	111,624			1	111,624
		Пол 3з	-	12	0,116279	40	55,81392			1	55,814
Σ2043,569											
2	Торговые сетки t _в = 17°C	Нс	С	30,4	0,38	40	437,76	0,1	0,05	1,15	503,424
		витр	С	6	1,79	40	429,6	0,1	0,05	1,15	494,04
		Пол 1з	-	16	0,47619	40	304,7616			1	304,762
		Пол 2з	-	16	0,23255	40	148,832			1	148,832
		Пол 3з	-	16	0,116279	40	74,41856			1	74,419
Σ1525,477											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Торговые сетки t _в = 17°C	Нс	С	250,8	0,38	40	3611,52	0,1	0,05	1,15	4153,248
		витр	С	6	1,79	40	429,6	0,1	0,05	1,15	494,04
		витр	С	6	1,79	40	429,6	0,1	0,05	1,15	494,04
		Пол 1з	-	132	0,47619	40	2514,2832			1	2514,28
		Пол 2з	-	132	0,23255	40	1227,864			1	1227,86
		Пол 3з	-	132	0,116279	40	613,95312			1	613,953
Σ9497,421											

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Торговые сетки $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	Нс	С	17,1	0,38	40	246,24	0,1	0,05	1,15	283,176
		витр	С	6	1,79	40	429,6	0,1	0,05	1,15	494,04
		Пол 1з	-	9	0,47619	40	171,4284			1	171,428
		Пол 2з	-	9	0,23255	40	83,718			1	83,718
		Пол 3з	-	9	0,116279	40	41,86044			1	41,86
$\Sigma 1074,222$											
5	Коридор $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	нс	С	22,8	0,38	40	328,32	0,1		1,1	361,152
		нс	В	22,8	0,38	40	328,32	0,1		1,1	361,152
		Пол 1з	-	24	0,47619	40	457,1424			1	457,142
		Пол 2з	-	24	0,23255	40	223,248			1	223,248
		Пол 3з	-	24	0,116279	40	111,62784			1	111,628
		Пол 4з	-	585,4	0,07	40	1639,12			1	1639,12
$\Sigma 3153,442$											
6	Кабинет ожидания мед.помощ и $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$	Пол 2з	-	6	0,23255	44	61,3932			1	61,393
		Пол 3з	-	4,1	0,116279	44	20,976732			1	20,977
$\Sigma 82,37$											
7	Комната дознания $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$	нс	В	11,4	0,38	44	180,576	0,1		1,1	198,634
		Пол 1з	-	6	0,47619	44	125,71416			1	125,714
		Пол 2з	-	2,2	0,23255	44	22,51084			1	22,511
$\Sigma 346,859$											
8	Санузел женский $t_{в} = 19^{\circ}\text{C}$	Нс	С	34,2	0,38	42	517,104	0,1		1,1	568,814
		Пол 1з	-	18	0,47619	42	359,99964			1	359,1
		Пол 2з	-	9,4	0,23255	42	91,81074			1	91,811
$\Sigma 1019,725$											

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	Санузел мужской $t_{в} = 19^{\circ}\text{C}$	Пол 2з	-	3	0,23255	42	29,3013			1	29,3
		Пол 3з	-	11	0,116279	42	53,720898			1	53,721
Σ83,021											
10	Технологический коридор $t_{в} = 19^{\circ}\text{C}$	Пол 2з	-	6,4	0,23255	42	62,50944			1	62,509
11	Санузел для ММГН $t_{в} = 19^{\circ}\text{C}$	Пол 3з	-	6,5	0,116279	42	31,744167			1	31,744
12	ИТП $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	Нс	С	22,8	0,38	40	328,32	0,1		1,1	361,152
		Нс	3	11,4	0,38	40	164,16	0,05		1,05	172,368
		Дв	3	18	1,52	40	1094,4	0,05		1,05	1149,12
		Пол 1з	-	12	0,47619	40	228,5712			1	228,571
		Пол 2з	-	4,1	0,23255	40	38,1382			1	38,138
Σ1949,349											
13	Насосная $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	Нс	3	22,8	0,38	40	328,32	0,05		1,05	344,736
		Дв	3	18	1,52	40	1094,4	0,05		1,05	1149,12
		Пол 1з	-	12	0,47619	40	228,5712			1	228,571
		Пол 2з	-	12	0,23255	40	111,624			1	111,624
		Пол 3з	-	0,2	0,116279	40	0,930232			1	0,93
Σ1834,981											
14	Комната хоз.инвентаря $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	Нс	3	5,7	0,38	40	82,08	0,05		1,05	86,184
		дв	3	18	0,07	40	50,4	0,05		1,05	52,92
		Пол 1з	-	3	0,47619	40	57,1428			1	57,143
		Пол 2з	-	3	0,23255	40	27,906			1	27,906
		Пол 3з	-	3	0,116279	40	13,95348			1	13,953
		Пол 4з	-	0,5	0,07	40	1,4			1	1,4

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Σ239,506											
15	Офис ОПВС $t_{в}= 21^{\circ}\text{C}$	нс	3	9,12	0,38	44	705497,76	0,05		1,05	740772,648
		витр	3	6	1,79	44	472,56	0,05		1,05	496,188
		Пол 1з	-	4,8	0,47619	44	100,57133			1	100,571
		Пол 2з	-	4,8	0,23255	44	49,11456			1	49,115
		Пол 3з	-	4,8	0,116279	44	24,558125			1	24,558
		Пол 4з	-	0,9	0,07	44	2,772			1	2,772
Σ741445,852											
16	Торговый зал 1 $t_{в}= 19^{\circ}\text{C}$	нс	Ю	182,4	0,38	42	2757,888			1	2757,888
		дв	Ю	18	1,52	42	1149,12			1	1149,12
		витр	Ю	6	1,79	42	451,08			1	451,08
		Пол 1з	-	96	0,47619	42	1919,9981			1	1919,99
		Пол 2з	-	96	0,23255	42	937,6416			1	937,642
		Пол 3з	-	96	0,116279	42	468,83693			1	468,837
		Пол 4з	-	4072,3	0,07	42	11972,562			1	11972,562
Σ19657,097											
17	Торговый зал 2 $t_{в}= 13^{\circ}\text{C}$	нс	Ю	121,6	0,38	36	1575,936			1	1575,936
		дв	Ю	18	1,52	36	984,96			1	984,96
		витр	-	6	1,79	36	386,64			1	386,64
		Пол 1з	-	64	0,47619	36	1097,1418			1	1097,142
		Пол 2з	-	64	0,23255	36	535,7952			1	535,795
		Пол 3з	-	64	0,116279	36	267,90682			1	267,907
		Пол 4з	-	433,5	0,07	36	1092,42			1	1092,42
Σ5940,8											
18	Тамбур $t_{в}= 19^{\circ}\text{C}$	нс	3	9,12	0,38	42	137,8944	0,05		1,05	144,789
		дв	3	18	1,52	42	1149,12	0,05		1,05	1206,576
		Пол 1з	-	4,8	0,47619	42	95,999904			1	95,1
		Пол 2з	-	0,2	0,23255	42	1,95342			1	1,953

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Σ1448,418											
19	Тамбур $t_B = 19^\circ\text{C}$	Пол 3з	-	5,7	0,116279	42	27,837193			1	27,837
20	Лестница $t_B = 19^\circ\text{C}$	пол 3з	-	6	0,116279	42	29,302308			1	29,3
		Пол 4з	-	12,5	0,07	42	36,75			1	36,75
Σ93,887											
21	Тамбур $t_B = 19^\circ\text{C}$	нс	3	6,84	0,38	42	103,4208	0,05		1,05	108,591
		дв	3	18	1,52	42	1149,12	0,05		1,05	1206,576
		Пол 1з	-	3,2	0,47619	42	63,999936			1	63,1
Σ1378,267											
22	Сейф $t_B = 17^\circ\text{C}$	нс	3	6,84	0,38	40	98,496	0,05		1,05	103,42
		Пол 1з	-	3,2	0,47619	40	60,95232			1	60,952
Σ164,372											
23	Главная касса $t_B = 19^\circ\text{C}$	Пол 2з	-	6	0,23255	42	58,6026			1	58,603
		Пол 3з	-	6	0,116279	42	29,302308			1	29,302
		Пол 4з	-	13,1	0,07	42	38,514			1	38,514
Σ126,419											
24	Тамбур $t_B = 19^\circ\text{C}$	Пол 4з	-	5,8	0,07	42	17,052			1	17,052
25	Помещение отходов $t_B = 17^\circ\text{C}$	нс	3	22,8	0,38	40	328,32	0,05		1,05	344,736
		дв	3	18	1,52	40	1094,4	0,05		1,05	1149,12
		вitr	3	6	1,79	40	429,6	0,05		1,05	451,08
		Пол 1з	-	12	0,47619	40	228,5712			1	228,571
		Пол 2з	-	12	0,23255	40	111,624			1	111,624
		Пол 3з	-	12	0,116279	40	55,81392			1	55,814
		Пол 4з	-	12,1	0,07	40	33,88			1	33,88
Σ2374,825											

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	Склад моющих средств $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	Пол 4з	-	11	0,07	40	30,8			1	30,8
27	Моечная товаров $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	Пол 4з	-	6,1	0,07	40	17,08			1	17,08
28	Помещение клинингово й компании $t_{в} = 21^{\circ}\text{C}$	Пол 3з	-	10,2	0,116279	44	52,186015			1	52,186
		Пол 4з	-	6,4	0,07	44	19,712			1	19,712
$\Sigma 71,898$											
29	Холодная камера	нс	3	11,4	0,38	30	123,12	0,05		1,05	129,276
		Пол 1з	-	6	0,47619	30	85,7142			1	85,714
		Пол 2з	-	6	0,23255	30	41,859			1	41,859
		Пол 3з	-	2,2	0,116279	30	7,674414			1	7,674
$\Sigma 264,523$											
30	Холодная камера $t_{в} = 7^{\circ}\text{C}$	Пол 3з	-	6	0,116279	30	20,93022			1	20,93
		Пол 4з	-	14	0,07	30	29,4			1	29,4
$\Sigma 50,33$											
31	Холодная камера $t_{в} = 7^{\circ}\text{C}$	Пол 2з	-	12	0,23255	30	83,718			1	83,718
		Пол 3з	-	12	0,116279	30	41,86044			1	41,86
		Пол 4з	-	2,3	0,07	30	4,83			1	4,83
$\Sigma 130,408$											
32	Электрощи товая $t_{в} = 17^{\circ}\text{C}$	нс	3	7,6	0,38	40	109,44	0,05		1,05	114,912
		Пол 1з	-	12	0,47619	40	228,5712			1	228,571
		Пол 2з	-	4,1	0,23255	40	38,1382			1	38,138
$\Sigma 381,621$											

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	Санузел $t_{в}= 19^{\circ}\text{C}$	нс	3	5	0,38	42	75,6	0,05		1,05	79,38
		Пол 1з	-	2,7	0,47619	42	53,999946			1	53,1
$\Sigma 132,48$											
34	Тамбур $t_{в}= 19^{\circ}\text{C}$	нс	3	9,12	0,38	42	137,8944	0,05		1,05	144,789
		дв	3	6	1,52	42	383,04	0,05		1,05	402,192
		Пол 1з	-	4,1	0,47619	42	81,999918			1	81,1
$\Sigma 628,081$											
35	Офис приемки $t_{в}= 21^{\circ}\text{C}$	Пол 2з	-	9,4	0,23255	44	96,18268			1	96,183
36	Транзитная зона $t_{в}= 17^{\circ}\text{C}$	нс	ю	45,6	0,38	40	656,64			1	656,64
		Нс	Ю-з	17,1	0,38	40	246,24			1	246,24
		Нс	С-з	30,78	0,38	40	443,232			1	443,232
		Нс	Ю-з	17,1	0,38	40	246,24			1	246,24
		нс	С-з	30,78	0,38	40	443,232			1	443,232
		вирт	С-з	6	1,79	40	429,6			1	429,6
		вирт	С-з	6	1,79	40	429,6			1	429,6
		Пол 1з	-	48	0,47619	40	914,2848			1	914,285
		Пол 2з	-	48	0,23255	40	446,496			1	446,496
		Пол 3з	-	48	0,116279	40	223,25568			1	223,256
Пол 4з	-	191,6	0,07	40	536,48			1	536,48		
$\Sigma 5015,301$											
37	Лестница $t_{в}= 19^{\circ}\text{C}$	нс	С	5	0,38	42	75,6	0,1		1,1	79,86
		нс	В	8,36	0,38	42	126,4032	0,1		1,1	139,044
		Пол 1з	-	9,4	0,47619	42	187,99981			1	187,1
$\Sigma 406,004$											

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Помещения на отметке +6,600,+4,800,+3,800											
1	Венткамера 1 $t_b = 14^\circ\text{C}$	Нс	С	45,6	0,38	37	641,136	0,1		1,1	705,25
		Пол 1з		16	0,47619	37	281,9			1	281,9
		Пол 2з		16	0,23255	37	137,64			1	137,64
		Пол 3з		16	0,116279	37	68,837			1	68,837
		Пол 4з		87,5	0,07	37	226,625			1	226,625
$\Sigma 1420,252$											
2	Венткамера 2 $t_b = 14^\circ\text{C}$	Нс	С	76,8	0,38	37	1079,808	0,1		1,1	1187,789
		Нс	3	57,6	0,38	37	809,856	0,05		1,05	850,349
		Пол 1з		16	0,47619	37	281,904			1	281,904
		Пол 2з		16	0,23255	37	137,67			1	137,67
		Пол 3з		16	0,116279	37	68,837			1	68,837
		Пол 4з		154,2	0,07	37	399,378			1	399,378
$\Sigma 2925,927$											
3	Лестница $t_b = 19^\circ\text{C}$	БС		108	0,29	43	1346,76			1	1346,76
		Пол 3з		3	0,116279	43	15			1	15
		Пол 4з		15	0,07	43	45,15			1	45,15
$\Sigma 1406,91$											
4	Аппаратная ОПВС $t_b = 14^\circ\text{C}$	нс	3	11,4	0,38	37	160,284	0,05		1,05	168,298
		Пол 1з		6	0,47619	37	105,714			1	105,714
		Пол 2з		6	0,23255	37	51,626			1	51,626
		Пол 3з		1,6	0,116279	37	6,884			1	6,884
$\Sigma 332,522$											
5	Коридор $t_b = 20^\circ\text{C}$	Пол 4з		63	0,07	43	189,63			1	189,63
6	Раздевалка мужская $t_b = 22^\circ\text{C}$	Нс	3	15,2	0,38	45	259,92	0,05		1,05	272,916
		Пол 1з		32,2	0,47619	45	690			1	690

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Σ962,916											
6а	Душевая мужская $t_{в} = 29^{\circ}\text{C}$	Пол 2з		1,7	0,23255	52	20,557			1	20,557
7	Раздевалка женская $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$	Нс	3	15,2	0,38	45	259,92	0,05		1,05	272,916
		Пол 1з		28,8	0,47619	45	617,142			1	617,142
Σ910,615											
7а	Душевая женская $t_{в} = 29^{\circ}\text{C}$	Пол 2з		1,7	0,23255	52	20,557			1	20,557
8	Склад чистой одежды $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$	Пол 3з		8	0,116279	45	41,86			1	41,86
		Пол 4з		4	0,07	45	12,6			1	12,6
Σ75,017											
9	Переговорная $t_{в} = 23^{\circ}\text{C}$	нс	3	15,2	0,38	46	265,696	0,05		1,05	278,98
		Витр		6	1,79	46	494,04			1	494,04
		Пол 1з		8	0,47619	46	169,979			1	169,979
		Пол 2з		8	0,23255	46	85,578			1	85,578
Σ1028,577											
10	Офис $t_{в} = 23^{\circ}\text{C}$	нс	3	22,8	0,38	46	398,544	0,05		1,05	418,47
		Витр		6	1,79	46	494,04			1	494,04
		Пол 1з		12	0,47619	46	262,857			1	262,857
		Пол 2з		12	0,23255	46	128,368			1	128,368
		Пол 3з		12	0,116279	46	64,186			1	64,186
		Пол 4з		5,7	0,07	46	18,354			1	18,354

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Σ1386,275											
11	Комната приема пищи $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$	нс	3	22,8	0,38	43	372,552	0,05		1,05	391,18
		витр		6	1,79	43	461,82			1	461,82
		Пол 1з		12	0,47619	43	245,714			1	245,714
		Пол 2з		12	0,23255	43	119,996			1	119,996
		Пол 3з		12	0,116279	43	60			1	60
		Пол 4з		37,8	0,07	43	113,778			1	113,778
Σ1392,488											
12	Склад $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$	Пол 4з		24,9	0,07	45	78,435			1	78,435
13	Санузел мужской $t_{в} = 23^{\circ}\text{C}$	Пол 4з		14,6	0,07	46	47,012			1	47,012
14	Санузел женский $t_{в} = 23^{\circ}\text{C}$	Пол 4з		13,8	0,07	46	44,436			1	44,436
15	Помещение для курения $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$	Пол 4з		6,1	0,07	45	19,215			1	19,215
16	Лестница $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$	Пол 3з		3	0,116279	43	15			1	15
		Пол 4з		15,4	0,07	43	46,354			1	46,354
Σ61,354											

3.3 Расчет теплоступлений

Расчет теплоступлений ведется на основании теплоступлений от холодильных шкафов и витрин, морозильных камер, теплоступлений от персонала и посетителей, освещения и солнечной радиации.

«Теплоступления от солнечной радиации рассчитываются по формуле (13):

$$Q_{\text{сол}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) \cdot F_o \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{\text{сз}} \quad (13)$$

где $q_{\text{вп}}$ – поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм;

$q_{\text{вр}}$ -поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм;

F_o -поверхность остекления,м;

k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы принимаем по [23. табл 2.22];

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла [23.табл.2.23];

$\beta_{\text{сз}}$ – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый равным 1 [23,табл.2.25].

Теплоступления от людей

Количество тепла, поступающее в помещение от людей, рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{л}} = q \cdot n,$$

где q – удельное выделение тепла одним человеком, Вт/чел,

n – количество человек, одновременно находящихся в помещении».[23]

Данные расчетов теплоступлений сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Теплопоступления в торговых залах

№п/п	Наименование помещения	Число людей постоянное	Число людей врем.	Fпом, м ²	Vпом, м ³	Теплопоступления, кВт			
						Оборудов.	Люди	Освещ.	Солнечная радиация
1	Торговая сетка помещение 2	1	17	53	201,4	0,8	2,5	0,75	6
2	Торговая сетка помещение 3	5	153	459,6	1746,48	56	19	2,3	52,4
3	Торговая сетка помещение 4	1	12	35,2	133,76	0,4	1,6	0,15	4
4	Торговый зал помещение 16	50	1453	4360,3	16569,14	56	960,9	8,25	662,8
5	Торговый зал помещение 17	30	209	625,5	2376,9	62	29	11,9	95
6	Комната приема пищи помещение 11		25	73,8	280,44	1,7	3	1,4	56

3.4 Тепловой баланс

Расчеты сведены в таблицу – 7.

Таблица 7 – Тепловой баланс

№ п/п	Помещение	Теплопоступления, кВт	Теплопотери, кВт	Итого теплоизбытки, кВт
1	2	3	4	5
ХП				
1	Торговая сетка помещение 2	10,05	1,5	8,55
2	Торговая сетка помещение 3	129,7	9,5	120,2
3	Торговая сетка помещение 4	6,15	1,1	5,05
4	Торговый зал помещение 16	1687,95	19,7	1687,95
5	Торговый зал помещение 17	197,9	5,9	192
6	Комната приема пищи помещение 11	62,1	1,4	60,7

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5
ТП				
1	Торговая сетка помещение 2	10,05	-	10,05
2	Торговая сетка помещение 3	129,7	-	129,7
3	Торговая сетка помещение 4	6,15	-	6,15
4	Торговый зал помещение 16	1687,95	-	1687,95
5	Торговый зал помещение 17	197,9	-	197,9
6	Комната приема пищи помещение 11	62,1	-	62,1

Вывод по разделу 3:

Произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Определены основные тепло потери и теплопоступления каждого помещения. Обоснован выбор и рассчитана толщина утеплителя для ограждающих конструкций.

4 Системы обеспечения микроклимата

4.1 Вентиляция

4.1.1 Проектирование системы вентиляции

Вентиляция здания запроектирована приточно-вытяжная механическая. Воздухообмен торговых залов определен из расчета обеспечения наружным воздухом в количестве $20\text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 покупателя и $60\text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 человека обслуживающего персонала. Вентиляция торговых залов - общеобменная с рециркуляцией (30% наружного воздуха) и с охлаждением приточного воздуха в теплый период года. Вентиляция транзитной зоны, производственных и административных помещений – приточно-вытяжная механическая. В качестве оборудования приточных систем вентиляции приняты центральные кондиционеры ф."KORF" для обеспечения комфортных условий в торговом зале. Подача приточного воздуха в торговые залы предусматривается в верхнюю зону помещений, удаление вытяжного воздуха – из верхней зоны крышными вентиляторами производства ф. "Systemair".

«Определение воздухообмена.

Расход вентилируемого воздуха определяется по кратности, по формуле (14):

$$L=k \cdot V, \text{ м}^3/\text{час} \quad (14)$$

где k – кратность воздухообмена, ч^{-1} , принимается по [9],[17],[18],[21];

V – внутренний объем помещения, м^3 » [24].

Данные расчет представлены в таблице 8.

Таблица 8 – расход вентилируемого воздуха

№	Наименование помещения	t _в , °С	Объем помещения, V, м ³	приток		вытяжка	
				к, ч-1	Расход L, м ³ /ч	к, ч-1	расход L, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тамбур	17	84,15	через смежные помещения			
2	Торговые сетки	17	174,9	1,5	262,35	1,5	262,35
3	Торговые сетки	17	1516,68	1,5	2275,02	1,5	2275,02
4	Торговые сетки	17	116,16	1,5	174,24	1,5	174,24
5	Коридор	17	2169,42	через смежные помещения			
6	Кабинет ожидания мед.помощи	21	33,33	2	66,66	3	99,99
7	Комната дознания	21	27,06	2	54,12	3	81,18
8	Санузел женский	19	90,42	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
9	Санузел мужской	19	46,2	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
10	Технологический коридор	19	21,12	через смежные помещения			
11	Санузел для ММГН	19	21,45	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
12	ИТП	17	53,13	через смежные помещения		3	159,9
13	Насосная	17	79,86	через смежные помещения		3	239,58
14	Комната хоз.инвентаря	17	31,35	0		1	31,35
15	Офис ОПВС	21	50,49	2	100,98	0	
16	Торговый зал 1	19	14388,99	по расчету 76010		по расчету 72200	
17	Торговый зал 2	13	2064,15	по расчету 4400		по расчету 4180	
18	Тамбур	19	16,5	через смежные помещения			
19	Тамбур	19	18,81	через смежные помещения			
20	Лестница	19	61,05	через смежные помещения			
21	Тамбур	19	10,56	через смежные помещения			
22	Сейф	17	10,56	0		1	10,56
23	Главная касса	19	82,83	1	82,83	1	82,83
24	Тамбур	19	19,14	через смежные помещения			
25	Помещение отходов	17	158,73	10	1587,3	13	2063,49
26	Склад моющих средств	17	36,3	0		1	36,3
27	Моечая товаров	17	20,13	4	80,52	6	120,78
28	Помещение клининговой компании	21	54,78	0		1	54,78
29	Холодная камера	7	46,86	4	187,44	5	234,3
30	Холодная камера	7	66	4	264	5	330
31	Холодная камера	7	86,79	4	347,16	5	433,95

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
32	Электрощитовая	17	53,13	через смежные помещения		3	159,39
33	Санузел	19	8,91	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
34	Тамбур	19	13,53	через смежные помещения			
35	Офис приемки	21	31,02	2	62,04	0	
36	Транзитная зона	17	1107,48	через смежные помещения			
37	Лестница	19	31,02	через смежные помещения			
Помещения на отметке +6,600, +4,800, +3,800							
1	Венткамера 1	14	474,25	через смежные помещения			
2	Венткамера 2	14	707,7	через смежные помещения			
3	Лестница	19	63	через смежные помещения			
4	Аппаратная ОПВС	14	47,6	через смежные помещения		1	47,6
5	Коридор	20	220,5	через смежные помещения			
6	Раздевалка мужская	22	112,7	через смежные помещения		3	338,1
6а	Душевая мужская	29	5,95	через смежные помещения		5	29,75
7	Раздевалка женская	22	100,8	через смежные помещения		3	302,4
7а	Душевая женская	29	5,95	через смежные помещения		5	29,75
8	Склад чистой одежды	22	42	через смежные помещения		1	42
9	Переговорная	23	56	2	56	0	
10	Офис		145,95	2	145,95	0	
11	Комната приема пищи	20	258,3	30 м ³ на 1 чел	300	30 м ³ на 1 чел	300
12	Склад	22	87,15	0		1	87,15
13	Санузел мужской	23	51,1	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
14	Санузел женский	23	48,3	через смежные помещения		50 м ³ на 1 унитаз	100
15	Помещение для курения	22	21,35	через смежные помещения		35 м ³ на человека	210
16	Лестница	20	64,4	через смежные помещения			
Всего по зданию:				86456,61		85116,65	

4.1.2 Аэродинамический расчет систем вентиляции

В здании торгового центра запроектированы воздухораспределители фирмы DVS-P-160 ,площадь живого сечения составляет 0,62 м², скоростной коэффициент $m = 2,3$ и температурный коэффициент $n = 1,8$ в торговом зале 1.

1. «Количество подаваемого воздуха через одно
воздухораспределительное устройство» [24]:

$$L_0 = 76010/23 = 3305 \text{ м/с}$$

2. Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя:

$$V_n = 30305 / (3600 * 0,62) = 1,48 \text{ м/с}$$

3. Дальность струи:

$$F_n = 3305 - 23 = 3296 \text{ м}$$

4. Дальность струи: $x = 3,5 - 2 = 1,5 \text{ м}$

$$F_n = \frac{500}{41} = 12 \text{ м}^2.$$

Коэффициент стеснения струи:

$$\bar{x} = \frac{2}{2,1 \cdot \sqrt{12}} = 0,27$$

$$F = \frac{0,62}{12} = 0,05 \text{ следовательно } k_c = 1$$

Коэффициент взаимодействия двух и более струй:

$$\frac{x}{l} = \frac{2}{3,5} = 0,6$$

$N = 23$, следовательно $k_b = 1$

«Разница температур между температурой на выходе из
воздухораспределителя и температурой внутреннего воздуха» [24]:

$$\Delta t_0 = 19 - 18 = 1^\circ\text{C}$$

Геометрической характеристики струи:

$$H = 5,45 \cdot \frac{0,9 \cdot 2,3 \cdot \sqrt[4]{0,62}}{\sqrt{1,8 \cdot 1}} = 7,69$$

Коэффициент неизотермичности струи:

$$k_H = \sqrt[3]{1 + \left(\frac{2}{7,69}\right)^2} = 1,04.$$

$$v_x = \frac{2,2 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,62}}{3,14} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = \frac{0,52 \text{ м}}{\text{с}}$$

5. «Максимальная разность температур между температурой воздуха на основном участке струи и температурой воздуха в рабочей зоне» [24]

$$t_x = \frac{1,8 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,062}}{2} \cdot \frac{1}{1 \cdot 2} = 0,1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_x = 0,1^\circ\text{C} \leq \Delta t_H = 2^\circ\text{C}.$$

Аэродинамический расчет систем вентиляции произведен по методике, представленной в СП[24] таблицах 8-14.

Таблица 8 –Аэродинамический расчет П7

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DVS-P 160	200	-	-	0,62	0,09	0,654	0	0,09	4,59	2,94	2,94	2,94
1	200	1	160	0,02	2,78	0,654	0,654	0,21	4,59	0,78	1,43	4,37
DVS-P 160	400	-	-	0,62	0,17	2,338	0	0,09	18,42	3,13	3,13	7,5
2	400	1	200	0,03	3,7	0,796	0,796	0,21	7,55	1,28	2,08	9,58
DVS-P 160	600	-	-	0,62	0,27	0,0007	0	0,09	0,03	0	0	9,58
3	600	7,5	200	0,28	0,6	0,0004	0,003	0,21	0,02	0	0,01	9,59
4	960	7,5	250	0,05	5,33	0,001	0,007	0,25	0,04	0,01	0,01	9,6
5	1320	7,5	315	0,078	4,7	0,0017	0,015	0,25	0,08	0,01	0,03	9,63
6	1690	7,5	315	0,078	6,02	0,0027	0,021	0,25	0,14	0,02	0,05	9,68
7	2050	7,5	400	0,13	4,38	0,0039	0,029	0,25	0,2	0,04	0,07	9,75
8	2410	7,5	400	0,13	5,15	0,0052	0,039	0,25	0,28	0,05	0,09	9,84
9	2770	7,5	450	0,16	4,8	0,0067	0,050	0,25	0,37	0,07	0,12	9,96
10	3130	7,5	450	0,16	5,43	0,0049	0,037	0,25	0,3	0,07	0,11	10,07
11	3490	7,5	500	0,2	4,84	0,0060	0,045	0,25	0,38	0,07	0,11	10,18
12	3850	7,5	500	0,2	5,35	0,0072	0,054	0,25	0,46	0,08	0,14	10,32
13	4590	9	500	0,2	6,38	0,0099	0,089	0,46	0,65	0,12	0,21	10,53.
Ответвления												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
14	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1,624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
15	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (9,59-10,18)/9,59·100% =6%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
16	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1,624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
17	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
невязка (9,6-10.18)/9,6·100% =6%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
18	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1.624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
19	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (9,63-10.18)/9,63·100% =5,7%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
20	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1.624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
21	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (9,68-10.18)/9,68·100% =5,1%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
22	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1.624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
23	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (9,75-10.18)/9,75·100% =4,4%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
24	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1.624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
25	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (9,84-10.18)/9,84·100% =3,5%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
26	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1.624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
27	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (9,96-10.18)/9,96·100% =2,2%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
28	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1.624	2,26	4,65

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
29	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (10,07-10.18)/10,07·100% =1%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
30	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1,624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
31	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (10,18-10.18)/10,18·100% =0%												
DVS-P 160	180	-	-	0,62	0,08			0,09	0,415	0	2,39	2,39
32	180	3	160	0,02	0,25			0,21	0,5415	1,624	2,26	4,65
DVS-P 160	360	-	-	0,62	0,16			0,09	1,9225	0	2,53	7,18
33	360	3	160	0,02	5			0,21	0,6535	1,961	3	10,18
невязка (10,32-10.18)/10,32·100% =1,3%												

Таблица 9 –Аэродинамический расчет П1

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Pд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,640	12,47	7,98	7,98	7,98
1	2060	8,65	400	0,126	4,55	0,5615	4,857	0,17	12,47	2,12	6,98	14,86
JSR-500	2060	-	-	0,196	2,91	0,1907	0	0,17	5,10	0,87	0,87	15,83
2	4120	7	500	0,196	5,83	0,6817	4,772	0,17	20,48	3,48	8,25	24,08
JSR-500	2060	-	-	0,312	1,84	0,0628	0	0,17	2,04	0,35	0,35	24,43
3	6180	7	630	0,312	5,51	0,4694	3,286	0,23	18,29	4,21	7,49	31,92
JSR-500	2060	-	-	0,396	1,45	0,0353	0	0,17	1,27	0,22	0,22	32,14
4	8240	7	710	0,396	5,78	0,4458	6,116	0,18	20,13	3,62	9,74	41,88
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,0198	0	0,18	0,78	0,14	0,14	42,02

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	10300	8	800	0,503	5,69	0,3768	3,015	0,18	19,51	3,51	6,53	48,55
6	12360	8	800	0,503	6,83	0,5267	4,213	0,18	28,11	5,06	9,27	57,82
7	24750	21	1000	0,785	8,75	0,6393	13,425	0,18	46,13	8,30	21,73	79,55
8	25610	3	1000	0,785	9,06	0,6814	2,044	0,23	49,46	11,37	13,42	92,97
9	25610	1,5	1000	0,785	9,06	0,6814	1,022	0,18	49,46	8,90	9,92	102,89
ответвления												
JSR-500	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,640	12,47	7,98	7,98	7,98
10	2060	8,65	400	0,126	4,55	0,5615	3,93	0,17	12,47	2,12	6,05	14,03
JSR-500	2060	-	-	0,196	2,91	0,1907	0	0,17	5,10	0,87	0,87	14,9
11	4120	7	500	0,196	5,83	0,6817	4,772	0,17	20,48	3,48	8,25	23,15
JSR-500	2060	-	-	0,312	1,84	0,0628	0	0,17	2,04	0,35	0,35	23,5
12	6180	7	630	0,312	5,51	0,4694	3,286	0,23	18,29	4,21	7,49	30,99
JSR-500	2060	-	-	0,396	1,45	0,0353	0	0,17	1,27	0,22	0,22	31,21
13	8240	7	710	0,396	5,78	0,4458	6,116	0,18	20,13	3,62	9,74	40,95
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,0198	0	0,18	0,78	0,14	0,14	41,09
14	10300	8	800	0,503	5,69	0,3768	3,015	0,18	19,51	3,51	6,53	47,62
Невязка1%												
JSR-500	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,640	12,47	7,98	7,98	7,98
15	2060	4	400	0,126	4,55	0,5615	2,246	0,17	12,47	2,12	4,37	12,35
невязка0%												
JSR-500	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,640	12,47	7,98	7,98	7,98
16	2060	4	400	0,126	4,55	0,5615	2,246	0,17	12,47	2,12	4,37	12,35
Невязка 1,5%												
PB800x600 (6шт)	17250	-	-	0,636	7,53	0,549	0	0,64	34,16	21,86	21,86	21,86
17	17250	6,1	900	0,636	7,53	0,549	3,349	0,17	34,16	5,81	9,16	31,02
Невязка 0%												
DVS-P-125 (2шт)	60	-	-	0,012	1,36	0,2383	0	0,64	1,11	0,71	0,1	
18	60	1	125	0,012	1,36	0,2383	0,238	0,17	1,11	0,19	0,43	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
АДН 300х200(2шт)	120	-	-	0,020	1,66	0,2575	0	0,17	1,66	0,28	0,28	
19	180	3	160	0,020	2,49	0,2575	1,624	0,17	3,74	0,64	2,26	

Таблица 10–Аэродинамический расчет П2

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
JSR-500	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,64	12,47	7,98	7,98	7,98
1	2060	8	400	0,126	4,55	0,5615	4,492	0,17	14,47	2,12	6,61	14,59
JSR-500	2060	-	-	0,196	2,91	0,1907	0	0,17	5,10	0,87	0,87	15,46
2	4120	8	500	0,196	5,83	0,6817	5,454	0,17	20,48	3,48	8,94	24,4
JSR-500	2060	-	-	0,312	1,84	0,0628	0	0,17	2,04	0,35	0,35	24,75
3	6180	8	630	0,312	5,51	0,4694	3,755	0,23	18,29	4,21	7,96	32,71
JSR-500	2060	-	-	0,396	1,45	0,0353	0	0,17	1,27	0,22	0,22	32,93
4	8240	8	710	0,396	5,78	0,4458	6,989	0,18	20,13	3,62	10,61	43,54
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,0198	0	0,18	0,78	0,14	0,14	43,63
5	10300	8	800	0,503	5,69	0,3768	3,015	0,18	19,51	5,09	6,53	50,21
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,0198	0	0,17	0,78	11,37	0,3	50,51
6	12390	1,5	800	0,503	6,85	0,5295	0,794	0,18	28,27	8,9	5,88	56,39
7	24750	8	1000	0,785	8,75	0,6393	5,114	0,23	46,13	10,61	15,72	72,11
8	24750	5	1000	0,785	8,75	0,6393	3,197	0,18	46,13	8,3	11,50	83,61
ответвления												
JSR-500	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,64	12,47	7,98	7,98	7,98
9	2060	7	400	0,126	4,55	0,5615	3,93	0,17	12,47	2,12	6,05	14,03
JSR-500	2060	-	-	0,196	2,91	0,1907	0	0,17	5,10	0,87	0,87	14,9
10	4120	7	500	0,196	5,83	0,6817	4,772	0,17	20,48	3,48	8,25	23,15
JSR-500	2060	-	-	0,312	1,84	0,0628	0	0,17	2,04	0,35	0,35	23,5

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	6180	7	630	0,312	5,51	0,4694	3,286	0,23	18,29	4,21	7,49	30,99
JSR-500	2060	-	-	0,396	1,45	0,0353	0	0,17	1,27	0,22	0,22	31,21
12	8240	7	710	0,396	5,78	0,4458	6,989	0,18	20,13	3,62	10,61	41,82
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,098	0	0,18	0,78	0,14	0,14	41,96
13	10300	7	800	0,503	5,69	0,3768	2,638	0,18	19,51	3,51	6,15	48,11
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,0198	0,78	0,18	0,78	0,14	0,14	48,25
14	12360	4	800	0,503	6,85	0,5295	28,27	0,18	28,27	5,09	7,21	55,46
невязка 1%												

Таблица 11 –Аэродинамический расчет ПЗ

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
JSR-500	2060	-	-	1,257	4,55	0,5615	0	0,64	12,47	7,98	7,98	7,98
1	2060	4,8	400	1,257	4,55	0,5615	2,695	0,17	12,47	2,12	4,82	12,8
2	4120	9,8	500	1,571	5,83	0,6817	6,681	0,17	20,48	3,48	10,16	22,96
JSR-500	2060	-	-	1,979	1,84	0,0628	0	0,17	2,04	0,35	0,35	23,31
3	6180	7	630	1,979	5,51	0,4694	3,286	0,17	18,29	3,11	6,4	29,71
JSR-500	2060	-	-	2,231	1,45	0,0353	0	0,23	1,27	0,29	0,29	30
4	8240	7	710	2,231	5,78	0,4458	3,12	0,17	20,13	3,42	6,54	36,54
JSR-500	2060	-	-	2,513	1,14	0,0198	0	0,18	0,78	0,14	0,14	36,68
5	10300	7	800	2,513	5,69	0,3768	2,638	0,18	19,51	3,51	6,15	42,83
JSR-500	2060	-	-	2,513	1,14	0,0198	0	0,18	0,78	0,14	0,14	42,97
6	12360	4	800	2,513	6,83	0,5267	2,107	0,18	28,11	5,06	7,17	50,14
7	12360	9	800	2,513	6,83	0,5267	4,74	0,18	28,11	5,06	9,8	59,94
8	24750	20	1000	3,142	8,75	0,6393	12,786	0,23	46,13	10,61	23,4	83,34
P 250x250	450	-	-	0,785	0,16	0,0004	0	0,18	0,02	0	0	83,34

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	25200	10	1000	0,785	8,91	0,6609	0,609	0,18	47,83	8,61	15,22	98,56
ответвления												
JSR-500	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,64	12,47	7,98	7,98	7,98
10	2060	7	400	0,126	4,55	0,5615	3,93	0,17	12,47	2,12	2,12	10,1
JSR-500	2060	-	-	0,196	2,91	0,1907	0	0,17	5,10	0,87	0,87	10,97
11	4120	7	500	0,196	5,83	0,6817	4,722	0,17	20,48	3,48	3,48	14,45
JSR-500	2060	-	-	0,312	1,84	0,0628	0	0,17	2,04	0,35	0,35	14,8
12	6180	7	630	0,312	5,51	0,4694	3,286	0,23	18,29	4,21	4,21	19,01
13	8240	7	710	0,396	5,78	0,4458	3,120	0,17	20,13	3,42	3,42	22,43
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,0198	0	0,18	0,78	0,14	0,14	22,57
14	10300	7	800	0,503	5,69	0,3768	2,638	0,18	19,51	3,51	3,51	26,08
JSR-500	2060	-	-	0,503	1,14	0,0198	0	0,18	0,78	0,14	0,14	26,22
15	12390	4	800	0,503	6,85	0,5295	2,118	0,18	28,27	5,09	5,09	31,31
невязка0%												
JSR-500	2060	-	-	0,126	4,55	0,5615	0	0,64	12,47	7,98	7,98	7,98
16	2060	11	400	0,126	4,55	0,5615	6,176	0,17	12,47	2,12	8,3	16,28

Таблица 12 –Аэродинамический расчет П4

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
АМН 400х300	500	-	-	0,126	1,11	0,0423	0	0,64	0,74	0,48	0,48	0,48
1	500	2	400	0,126	1,11	0,0423	0,085	0,17	0,74	0,13	0,21	0,69
АМН 400х300	500	-	-	0,126	1,11	0,0423	0	0,17	0,74	0,13	0,13	0,82
2	1000	2	400	0,126	2,21	0,1494	0,299	0,17	2,94	0,5	0,8	1,62
АМН 400х300 (2шт)	1000	-	-	0,126	2,21	0,1494	0	0,17	2,94	0,5	0,5	2,12
3	2000	4	400	0,126	4,42	0,5324	2,13	0,23	11,77	2,71	4,84	6,96
АМН 400х300 (2шт)	1000	-	-	0,196	1,41	0,0505	0	0,17	1,2	0,2	0,2	7,161

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	3000	4	500	0,196	4,24	0,3802	2,844	0,18	10,83	1,95	4,79	11,951
АМН 400х300 (2шт)	1000	-	-	0,196	1,41	0,0505	0	0,18	1,2	0,22	0,22	12,171
5	4000	4	500	0,196	5,66	0,6457	2,583	0,18	19,3	3,47	6,06	18,231
6	4090	18	500	0,196	5,79	0,6732	12,118	0,18	20,2	3,64	15,75	33,981
7	4410	8	630	0,312	3,93	0,2526	2,021	0,18	9,31	1,67	3,7	37,681
8	4530	3	630	0,312	4,04	0,2658	0,797	0,23	9,83	2,26	3,06	40,741
9	4980	6,5	630	0,312	4,44	0,316	2,054	0,18	11,08	2,14	4,19	44,931
ответвления												
DVS-P125	90	-	-	0,012	2,04	0,5011	0	0,64	2,51	1,6	1,6	1,6
10	90	10	125	0,12	2,04	0,5011	0,5011	0,17	2,51	0,43	5,44	7,04
невязка 0,5 %												
DVS-P160	120	-	-	0,02	1,66	0	0,64	1,66	0,2575	1,06	1,06	1,06
11	120	2	160	0,02	1,66	0,515	0,17	1,66	0,2575	0,28	0,8	1,86
DVS-P160	120	-	-	0,02	1,66	0	0,17	1,66	0,2575	0,28	0,28	2,14
12	240	2	160	0,02	3,32	1,835	0,17	6,64	0,9176	1,13	2,96	5,1
DVS-P125	80	-	-	0,031	0,71	0	0,17	0,3	0,0418	0,05	0,05	5,15
13	320	3	200	0,031	2,83	1,583	0,23	4,83	0,5278	1,11	2,69	7,84
невязка 1%												
DVS-P160	170	-	-	0,02	2,35	0,487	0	0,64	3,33	2,13	2,13	2,13
14	170	2	160	0,02	2,35	0,487	0,974	0,17	3,33	0,57	1,54	3,67
DVS-P160	170	-	-	0,31	1,5	0,1648	0	0,17	1,36	0,23	0,23	3,9
15	340	2	200	0,31	3,01	0,5909	1,182	0,17	5,46	0,93	2,11	6,01
DVS-P160	170	-	-	0,31	1,5	0,1648	0	0,17	1,36	0,23	0,23	6,24
16	500	4,3	200	0,31	4,42	1,1952	5,139	0,23	11,77	2,71	7,85	14,09
невязка 0%												
DVS-P160	120	-	-	0,02	1,66	0,2575	0	0,64	1,66	1,06	1,06	1,06
17	120	8,45	160	0,02	1,66	0,2575	2,176	0,17	1,66	0,28	2,46	3,52
невязка 1%												

Таблица 13 – Аэродинамический расчет П5

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DVS-P200	195	-	-	0,031	1,72	0,2118	0	0,64	1,78	1,14	1,14	1,14
1	195	1,5	200	0,031	1,72	0,2118	0,318	0,17	1,78	0,3	0,62	1,76
DVS-P200	195	-	-	0,03	1,72	0,2118	0	0,17	1,78	0,3	0,3	2,06
2	390	3,5	200	0,049	3,45	0,7589	2,656	0,17	7,17	1,22	3,88	5,94
3	780	7	250	0,078	4,41	0,9174	6,422	0,17	11,72	1,99	8,41	14,35
4	1120	1,5	315	0,078	3,99	0,5832	0,875	0,17	9,59	2,21	3,08	17,43
АДН 200X200	195	-	-	0,126	0,7	0,24	0	0,23	0,3	0,05	0,05	14,48
5	1315	6	315	0,126	2,91	0,2474	2,598	0,17	5,1	0,92	3,52	21
6	1420	2	400	0,126	3,14	0,2844	0,569	0,18	5,94	1,07	1,64	22,64
АДН 200X200	195	-	-	0,126	0,43	0,0074	0	0,18	0,11	0,02	0,02	22,66
7	1615	6	400	0,126	3,57	0,3599	2,159	0,18	7,68	1,38	3,54	25,9
8	2000	20	500	0,196	2,83	0,1812	3,624	0,18	4,83	0,87	4,49	30,39
Ответвления												
DVS-P200	195	-	-	0,031	1,72	0,2118	0	0,64	1,78	1,14	1,14	1,14
9	195	1,5	200	0,031	1,72	0,2118	0,318	0,17	1,78	0,3	0,62	1,76
DVS-P200	195	-	-	0,031	1,72	0,2118	0	0,17	1,78	0,3	0,3	2,06
10	390	1,5	200	0,031	3,45	0,7589	1,138	0,17	7,17	1,22	2,36	4,42
невязка 0%												
DVS-P160	120	-	-	0,02	1,66	0,2575	0	0,64	1,66	1,06	1,06	1,06
11	120	3	160	0,02	1,66	0,2575	0,772	0,17	1,66	0,28	1,05	2,11
DVS-P160	120	-	-	0,031	1,66	0,0872	0	0,17	0,68	0,12	0,12	2,23
12	230	2	200	0,031	2,03	0,287	0,374	0,17	2,48	0,42	1	3,23
DVS-P160	120	-	-	0,031	1,06	0,0872	0	0,64	0,68	0,43	0,43	3,66
13	340	1,5	200	0,031	3,01	0,5909	0,886	0,17	5,46	0,93	1,81	5,47
Невязка 0%												
АДН 200x100 (2шт)	105	-	-	0,02	1,45	0,2009	0	0,81	1,27	0,81	0,81	0,81

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	105	4	160	0,02	1,45	0,2009	0,804	0,22	1,27	0,22	1,02	1,83
невязка 1%												
DVS-P160	100	-	-	0,02	1,38	0,1835	0	0,64	1,15	0,73	0,073	0,073
15	100	2	160	0,02	1,38	0,1835	0,367	0,17	1,15	0,2	0,56	0,622
АДН 200х100 (2шт)	105	-	-	0,02	1,45	0,2009	0	0,17	1,27	0,22	0,22	0,853
16	205	3	160	0,02	2,83	0,6847	2,054	0,17	4,83	0,82	2,87	3,723
невязка 1,3%												

Таблица 14 – Аэродинамический расчет Пб

№ участка	L, м ³ /ч	Воздуховоды				R, Па/м	R*L, Па	Σε	Рд, Па	Z, Па	RL+Z	ΣRL+Z
		l, м	d, мм	F, м ²	V, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1АПР600Х600	730	-	-	0,15	1,35	0,0571	0	0,64	1,1	0,7	0,7	0,7
1	730	3	600Х250	0,15	1,35	0,0571	0,171	0,17	1,1	0,19	0,19	1,89
1АПР600Х600	730	-	-	0,18	1,13	0,0368	0	0,17	0,77	0,13	0,13	2,02
2	1460	3	600Х300	0,18	2,25	0,13	0,39	0,17	3,05	0,52	0,91	2,93
1АПР600Х600	730	-	-	0,24	0,84	0,0179	0	0,17	0,43	0,07	0,07	3
3	2190	3	600Х400	0,24	2,53	0,1351	0,405	0,23	3,86	0,89	1,29	4,29
1АПР600Х600	730	-	-	0,24	0,84	0,0179	0	0,17	0,43	0,07	0,07	4,36
4	2920	3	600Х400	0,24	3,38	0,2297	1,233	0,18	6,88	1,24	2,47	6,83
1АПР600Х600	730	-	-	0,32	0,63	0,009	0	0,18	0,24	0,04	0,04	6,87
5	3650	3	800Х400	0,32	3,17	0,1742	0,523	0,18	6,05	1,09	1,61	8,48
1АПР600Х600	730	-	-	0,32	0,63	0,009	0	0,64	1,1	0,7	0,7	9,18
6	4400	60,23	800Х400	0,32	3,82	0,2452	14,77	0,17	1,1	0,19	0,39	9,57

Расчет остальных вентсистем был произведен аналогично.

4.1.3 Подбор оборудования

Подбор оборудования сведен в таблицу 15. Системы приточной вентиляции П1,П2,П3 запроектированы с рециркуляцией.

Таблица 15 – Подбор оборудования системы вентиляции

Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки агрегата	Вентилятор						Электродвигатель		
				Тип исполнения по взрывозащите	Схема исполнения	Положение	L, м ³ /ч	ΔP, Па	п, об/мин	Тип исполнения по взрывозащите	N, кВт	п, об/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
П1	1	Торговый зал 1	ANR 20	P80-22X15.R	1	Пр	25610	960	1468	-	22	1468
П2	1	Торговый зал 1	ANR 20	P80-18,5X15.R	1	Пр	25200	950	1455	-	18,5	1455
П3	1	Торговый зал 1	ANR 20	P80-22X15.R	1	Пр	25200	950	1455	-	18,5	1455
П4	1	Производственные помещения	ANR 6	P35-2.1X30R	1	П	4980	500	2850	-	2,	2850
П5	1	Административно-бытовые помещения	UTR 50-30	A 3.28-1.1X30 R	1	П	2000	410	2800	-	1,1	2800
П6	1	Торговый зал2	ANR 6	P35-2.2X30.R	1	Пр	4400	500	2850	-	2,2	2850
П7	1	Торговые сетки	ANR 6	P35-2.2X30.R	1	П	4590	530	2850	-	2,2	2850
V1	1	Торговый зал 1	DVS Sileo 560 DV	крышный	-	-	7400	270	1347	мотор-колесо	2,246	1347
V2	1	Торговый зал 1	DVS Sileo 560 DV	крышный	-	-	7400	270	1347		2,246	1347
V3	1	Торговый зал 1	DVS Sileo 560 DV	крышный	-	-	7400	270	1347	мотор-колесо	2,246	1347
V4	1	Торговый зал 2	DVS Sileo 500 DV	крышный	-	-	4180	400	1347	мотор-колесо	1,241	1337
V5	1	Комната приема пицци	DVS Sileo 450 E6	крышный	-	-	1000	230	939	мотор-колесо	0,280	939
V6	1	Транзитная зона	DVS Sileo 450 DV	крышный	-	-	2000	350	1363	мотор-колесо	0,683	1363
V7	1	Главная касса	K125XL	канальный	-	-	120	220	2390	мотор-колесо	0,062	2390
V8	1	Техническое помещение	K200L	канальный	-	-	450	380	2615	мотор-колесо	0,155	2615
V9	1	Транзитная зона	K315L	канальный	-	-	900	320	2360	мотор-колесо	0,32	2360
V10	1	Моечная товаров	K200L	канальный	-	-	520	330	2615	мотор-колесо	0,155	2615

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B11	1	Переговорная	K125XL	канальный	-	-	120	150	2390	мотор-колесо	0,062	2390
B12	1	Санузлы 1 этажа	K315M	канальный	-	-	675	320	2535	мотор-колесо	0,215	2535
B13	1	Санузел	KV125M	канальный	-	-	80	100	2591	мотор-колесо	0,032	2591
B14	1	Электрощитовая	KV160M	канальный	-	-	150	150	2418	мотор-колесо	0,063	2418
B15	1	Насосная	KV125M	канальный	-	-	100	120	2591	мотор-колесо	0,032	2591
B16	1	ИТП	KV160M	канальный	-	-	190	150	2418	мотор-колесо	0,063	2418
B17	1	Санузлы 2 этажа	K160XL	канальный	-	-	390	280	2545	мотор-колесо	0,105	2545
B18	1	Душевые	K125XL	канальный	-	-	150	200	2390	мотор-колесо	0,062	2390
B19	1	Курительная	K160M	канальный	-	-	210	230	2418	мотор-колесо	0,063	2418
B20	1	Аппаратная ОПВС	K125M	канальный	-	-	80	150	2591	мотор-колесо	0,032	2591
B21	2	Аппаратная ОПВС	K160XL	канальный	-	-	400	230	2545	мотор-колесо	0,105	2454
B22	1	Арендные помещения(торговые сетки)	DHS Sileo 4000V	крышный	-	-	2340	320	1408	мотор-колесо	0,491	1408
B23	1	Арендные помещения(торговые сетки)	DHS Sileo 4000V	крышный	-	-	2100	250	1408	мотор-колесо	0,491	1408
ПД1	1	Лестничная клетка	ВКОП 0-071	крышный	-	-	33800	320	2868	мотор-колесо	11	2868
ПД2-ПД5	4	Торговый зал 1	ВКОП1-100	крышный	-	-	31700	360	1435	мотор-колесо	5,5	1435
ПД6	1	Торговый зал 2	ВКОП1-080	крышный	-	-	22500	300	1435	мотор-колесо	4	1425
ВД1	1	Коридор 2-го этажа	КРОО61-090-Ду	крышный	-	-	22120	400	950	мотор-колесо	4	1000
ВД2-ВД7	6	Торговый зал 1	КРОО61-090-Ду	крышный	-	-	30180	450	960	мотор-колесо	7,5	960
ВД8	1	Торговый зал 2	КРОО61-090-Ду	крышный	-	-	321030	520	960	мотор-колесо	7,5	960
ВД9	1	Транзитная зона	КРОО61-090-Ду	крышный	-	-	32130	480	960	мотор-колесо	7,5	960
У1,У2	4	Транзитная зона	КЭВ-98П419W	воздушно-тепловая завеса	-	-	5000	-	-	мотор-колесо	-	-
У3,У4	2	Вход в офис ОПВС, вход в техническое помещение	КЭВ-28П313W, КЭВ-42П311W	воздушно-тепловая завеса	-	-	1400 2100	-	-	мотор-колесо	-	-
У5,У6	2	Главный вход в торговые сетки	КЭВ-98П419W	воздушно-тепловая завеса	-	-	5000	-	-	мотор-колесо	-	-
У7,У8,У9	3	Торговый зал 2	КЭВ-П314А	воздушная завеса	-	-	3000	-	-	мотор-колесо	-	-

4.2 Отопление

4.2.1 Проектирование системы отопления

Источник теплоснабжения – наружные тепловые сети. Теплоноситель – вода с параметрами 115/70 С.

Присоединение систем теплопотребления здания к тепловым сетям предусматривается в помещении ИТП, расположенном на отм.0.000 в осях А-Б/1-2 и разработанном в чертежах марки ТМ.

Для отопления 2-х этажной части здания и арендных помещений запроектированы три системы отопления с параметрами теплоносителя 95/70 С.

Отопление торгового зала N1 и помещения транзитной зоны предусматривается рециркуляционными воздушно-отопительными агрегатами Volcano фирмы " EUROHEAT". Отопление 2-х этажной части здания и арендных помещений предусматривается двухтрубными горизонтальными системами отопления N1,2,3с попутным движением теплоносителя. Магистральные трубопроводы прокладываются над полом и под потолком.

4.2.2 Гидравлический расчет системы отопления

Был произведен гидравлический расчет системы отопления N3, результаты расчета сведены в таблицу 16.

Таблица 16 – Гидравлический расчет система отопления

№ участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	R _{ср} , Па/м	d, мм	R _ф , Па/м	v, м/с	R*1, Па	v ² *ρ/2	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	3154,118	154,94	7	225,688	32	50	0,422	350	89,042	1	89,042	439,042	тройник на проход
2-3	1525,958	74,96	5	225,688	32	120	0,563	600	158,485	1	158,485	758,485	тройник на проход

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3-4	2032,133	99,82	8	225,688	32	65	0,365	520	66,612		199,838	719,838	отвод 90-3шт, тройник на проход
4-5	860,9	42,29	4	225,688	25	60	0,352	240	61,952	3	61,952	301,952	тройник на проход
5-6	860,9	42,29	4	225,688	25	48	0,253	192	32	1	95,0135	288,014	тройник на проход, отвод 90-2 шт
6-7	860,9	42,29	4	225,688	25	90	0,312	360	48,672	3	243,36	603,36	тройник на проход, отвод 90-4 шт
7-8	860,9	42,29	4	225,688	25	30	0,177	120	15,6645	5	15,6645	135,665	тройник на проход
8-9	860,9	42,29	4	225,688	15	12	0,093	48	4,3245	1	4,3245	52,3245	тройник на проход
9-10	860,9	42,29	4	225,688	15	30	0,177	120	15,6645	1	15,6645	135,665	тройник на проход
10-11	860,9	42,29	4	225,688	15	90	0,312	360	48,672	1	243,36	603,36	тройник на проход,отвод 90-4 шт
11-12	860,9	42,29	4	225,688	15	48	0,253	192	32,0045	5	96,0135	288,014	тройник на проход, отвод 90-2 шт
12-13	860,9	42,29	4	225,688	32	60	0,352	240	61,952	3	61,952	301,952	тройник на проход
13-14	860,9	42,29	4	225,688	32	65	0,365	260	66,6125	1	133,225	393,225	отвод 90-2 шт
14-14''	860,9	42,29	4	225,688	32	120	0,563	480	158,485	2	158,485	638,485	тройник на проход
14''-13''	860,9	42,29	4	225,688	32	50	0,422	200	89,042	1	89,042	289,042	тройник на проход
13''-12''	860,9	42,29	4	8,125	32	120	0,563	480	158,485	1	158,485	638,485	тройник на проход
12''-11''	860,9	42,29	4	19,5	25	65	0,422	260	66,6125	1	66,6125	326,613	тройник на проход
11''-10''	860,9	42,29	4	10,56	25	60	0,565	240	61,952	2	123,904	363,904	отвод 90-2шт
10''-9''	860,9	42,29	4	9,75	25	48	0,565	192	32	1	32,0045	224,005	тройник на проход
9''-8''	860,9	42,29	4	7,8	15	90	0,352	360	48,672	3	146,016	506,016	тройник на проход, отод 90-2 шт
8''-7''	860,9	42,29	4	14,625	15	30	0,253	120	15,6645	5	78.3225	198,323	тройник на проход,отвод 90-4шт
7''-6''	860,9	42,29	4	4,875	15	12	0,312	48	4.3245	1	4,3245	52,3245	тройник на проход
6''-5''	860,9	42,29	4	1,95	15	30	0,177	120	15,6645	1	15,6645	135,665	тройник на проход
5''-4''	860,9	42,29	4	2,44	15	90	0,312	360	48,672	1	48,672	408,672	тройник на проход
4''-3''	2032,133	99,82	8	11,7	15	48	0,253	384	32	5	160,023	544,023	тройник на проход,отвод 90-4шт
3''-2''	1525,958	74,96	5	4,557	15	60	0,352	300	61,952	3	185,856	485,856	тройник на проход, отод 90-2 шт

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2''-1''	3154,118	154,94	7	4,457	15	65	0,365	455	66,6125	1	66,6125	521,613	тройник на проход
ОТВЕТВЛЕНИЯ													
15	3154,118	154,9	4,4	211,0798	50	50	0,422	220	89,042	2	178,084	398,084	отвод на проход 90-2 шт, тройник на проход
$\Delta P = (439,042 - 398,084) / 439,042 * 100 = 9,39\%$													
16	1525,958	74,96	4,4	211,0798	40	120	0,563	528	158,485	2	316,969	844,969	отвод на проход 90-2 шт, тройник на проход
$\Delta P = (844,969 - 758,485) / 844,969 * 100 = 10\%$													

4.2.3 Подбор оборудования

В качестве нагревательных приборов систем отопления приняты биметаллические радиаторы "Сантехпром БМ" РБС-500 производства ОАО "Сантехпром" таблица 17.

Таблица 17 – характеристика радиаторов

Модель радиатора	Теплоотдача одной секции, Вт
Сантехпром БМ" РБС-500	185

Регулирование теплоотдачи нагревательных приборов предусматривается: в административных и торговых помещениях - автоматическими терморегуляторами RA-N фирмы "Danfoss"; в остальных помещениях - шаровыми кранами.

4.3 Кондиционирование

Комфортные условия в торговом зале N1 в теплый период обеспечиваются системой центрального кондиционирования K1.

Источником холодоснабжения служит воздухоохлаждаемый чиллер LBA-500 производства ф. "KORF".

Холодоноситель - вода с параметрами 7-12 С.

Для обеспечения комфортных условий в административных помещениях в теплый период проектом предусмотрены система кондиционирования VRF (K2) и кондиционер сплит-система (K3).

Система кондиционирования K3 обслуживает помещение аппаратной ОПВС и подобрана на ассимиляцию тепло избытков. Расчет ведется на оптимальные параметры. В данном помещении тепло избытками являются поступления от солнечной радиации и тепlopоступления от людей. Подбор оборудования для системы K3 выполнен на основании указанных расчетов данные представлены в таблице 17.

Таблица 17-Характеристика системы кондиционирования K3

Помещение	Модель оборудования	Холодопроизводительность,к Вт
Аппаратная ОПВС	DAININ FA Q 71B	7,1

Выводы по разделу 4:

Запроектирована приточно-вытяжная механическая вентиляция здания. В качестве оборудования приточных систем вентиляции приняты центральные кондиционеры фирмы "KORF" для обеспечения комфортных условий в торговом зале. Подача приточного воздуха в торговые залы предусматривается в верхнюю зону помещений, удаление вытяжного воздуха – из верхней зоны крышными вентиляторами производства ф. "Systemair".

Для отопления здания запроектированы три системы отопления. Отопление торгового зала N1 и помещения транзитной зоны предусматривается рециркуляционными воздушно-отопительными агрегатами Volkano фирмы "EUROHEAT". Отопление 2-х этажной части здания и арендных помещений предусматривается двухтрубными горизонтальными системами отопления N1,2,3с попутным движением теплоносителя.

Запроектирована система кондиционирования торгового зала 1 К1. Источником холодоснабжения служит воздухоохлаждаемый чиллер LBA-500 производства фирмы "KORF". Для обеспечения комфортных условий в административных помещениях в теплый период проектом предусмотрены система кондиционирования VRF (К2) и кондиционер сплит-система (К3).

5 Автоматизация

Рассмотрим схему автоматизации приточно-вытяжной установки с использованием рециркуляции рисунок 5.

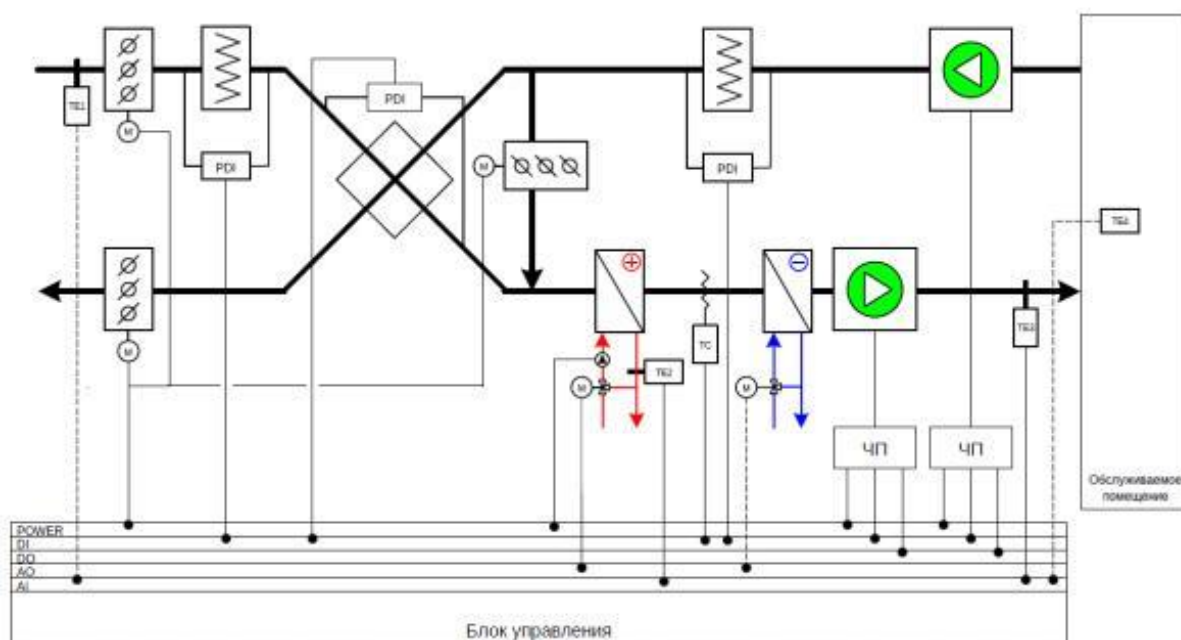


Рисунок 5– Система автоматики приточно-вытяжной установки с использованием рециркуляции

Система автоматизации включает в себя: щит управления, датчики системы, исполнительные механизмы.

«TE1 – Датчик наружной температуры

TE2 – Датчик температуры обратной воды

TE3 – Датчик температуры в канале воздуховода

TE4 – Датчик температуры комнатный

PDI – Датчик перепада давления дифференциальный

M – Электропривод (исполнительный механизм)

TC – Термостат защиты по воздуху (датчик заморозки)

POWER – Силовая часть (Электроподключение)

DI – Дискретный вход

DI – Дискретный выход

АО – Аналоговый выход

АІ – Аналоговый вход

ЧП – Частотный преобразователь (регулятор)

В системах с рециркуляцией воздуха часть воздуха, удаляемого из обслуживаемого помещения, смешивается с приточным воздухом в камере смешения. Значение температуры смешанного воздуха вычисляется по температуре наружного и удаляемого воздуха с учетом их количества. Количество приточного воздуха регулируется открытием и закрытием 3-х воздушных заслонок: приточной, рециркуляционной и вытяжной. Причем приточная и вытяжная заслонки должны работать синфазно, а рециркуляционная в противофазе относительно 2-х других. Степень рециркуляции может быть установлена в диапазоне значений от 0% до 100% в зависимости от положения заслонок» [24].

Предусматривается три основных режима работы: дежурный, режим регулирования и аварийный режим.

При дежурном режиме установка выключена. Установлен заданный параметр теплоносителя +25 °С. При понижении температуры обратной воды контроллер дает сигнал для открытия трехходового клапана. Происходит подмес из подающей магистрали теплоснабжения. При повышении заданного параметра воды происходит сигнал о закрытии электроприводов трехходового клапана.

При режиме регулирования установка работает, температура воды задана +20 °С. При понижении температуры контроллер дает сигнал на открытие электропривода трехходового клапана. Происходит подмес из подающей магистрали воды с более высокой температурой. При росте температуры заданного параметра происходит закрытие электроприводом трехходового клапана.

При аварийном режиме температура задается +15°С, приточно-вытяжная установка в рабочем состоянии. При понижении температуры

теплоносителя происходит полное открытие электропривода и сигнал на отключение вентиляторов, так же закрытие заслонок.

«Контроллер выдает необходимые сигналы для регулирования приборами температуры приточного воздуха. Измерение проходящего воздуха производит датчик температуры.

Система автоматизации для вентиляции играет роль управляющего и контролирующего центра, при помощи которого вентиляционное оборудование запускается, останавливается, выводится на необходимый пользователю режим работы по температуре и/или влажности и другим требуемым критериям. Помимо управляющих функций важное значение имеют функции контрольные, позволяющие предотвратить обмерзание водяных теплообменников, защитить циркуляционный насос гидрообвязки, обеспечивающие своевременное информирование о загрязнении фильтров, о перегреве электронагревателя или о остановившемся вентиляторе. Таким образом, при помощи системы автоматизации достигается эффект обеспечения в обслуживаемых помещениях необходимой циркуляции свежего воздуха желаемой температуры и влажности и защиты климатообразующего оборудования от аварийных ситуаций — что позволяет ему долго работать и выполнять свои функции» [24].

Вывод по разделу 5

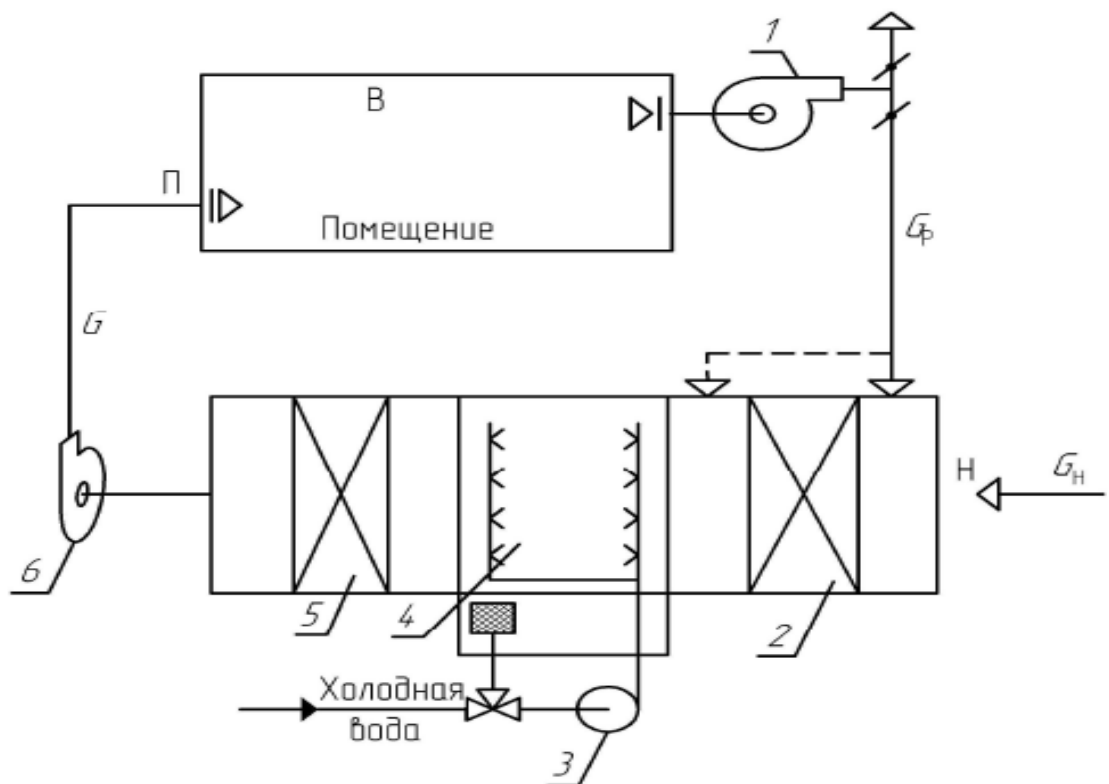
Представлена система автоматизации приточно-вытяжной установки с использованием рециркуляции. Данная система играет важную управляющую и контролирующую роль для работы системы вентиляции.

6 Технико-экономической расчет

Оценка экономического эффекта от применения рециркуляции в центральной системе кондиционирования воздуха.

Оценим экономический эффект от применения центральной системы кондиционирования с рециркуляцией воздуха в здании торгового центра в г. Железногорск. Воздухообмен торговых залов определен из расчета обеспечения наружным воздухом в количестве $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 покупателя и $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 человека обслуживающего персонала.

«Определим, какую тепловую мощность можно сэкономить при применении рециркуляции в системе кондиционирования воздуха по сравнению с приточной схемой» [24]. Схема центрального кондиционера представлена на рисунке 6.



«1 – рециркуляционный вентилятор; 2 – воздухонагреватель 1-го подогрева; 3 – насос; 4 – камера орошения; 5 – воздухонагреватель 2-го подогрева; 6 – вентиляционный агрегат кондиционера» [24]

Рисунок 6 – Схема установки центрального кондиционера с 1-й рециркуляцией

В системе кондиционирования здания торгового центра воздух «с параметрами $t_n = -24^\circ\text{C}$ и $\phi_n = 83\%$ поступает в камеру смешения, где смешивается с частью удаляемого воздуха. Пройдя термовлажностную обработку в кондиционере, он поступает в помещение торгового зала с параметрами $t_n = 12^\circ\text{C}$, $\phi_n = 45\%$. Температура и относительная влажность удаляемого из торгового зала воздуха равны соответственно $t_y = 15^\circ\text{C}$ и $\phi_y = 55\%$. Расход приточного воздуха составляет $L_{пр} = 92196 \text{ м}^3/\text{ч}$. Степень рециркуляции – $\alpha_p = 0,7$. Процесс термовлажностной обработки воздуха в кондиционере представлен на I-d диаграмме» [24] (рис.7).

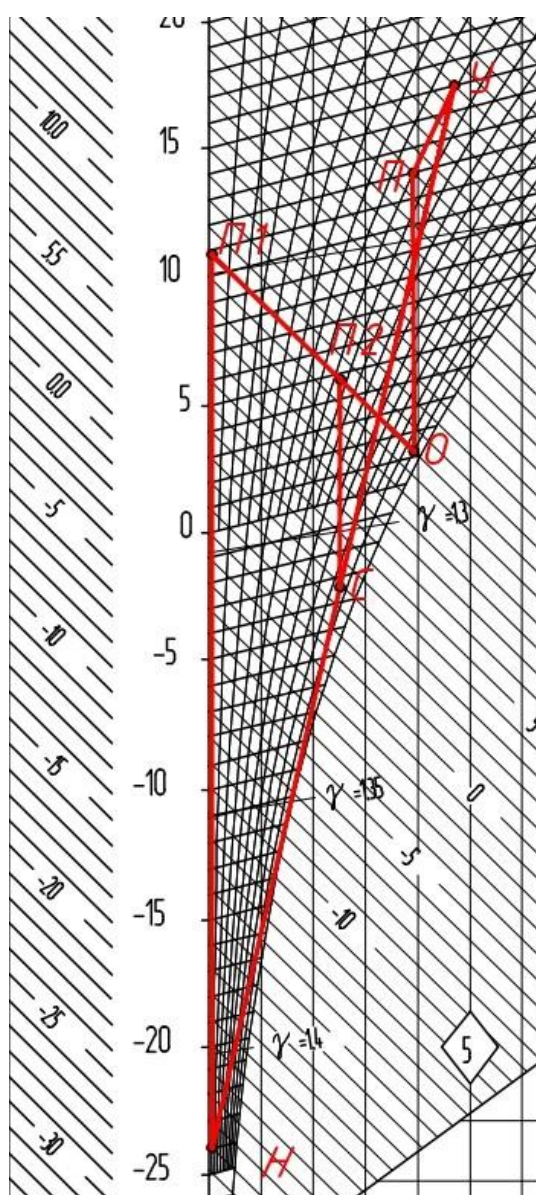


Рисунок 7 – Процесс термовлажностной обработки воздуха в центральном кондиционере

По $I-d$ -диаграмме определим энтальпии наружного, приточного, удаляемого воздуха и воздуха на выходе из камеры орошения: $I_n = -24$ кДж/кг, $I_p = 22$ кДж/кг, $I_y = 28$ кДж/кг, $I_o = 11$ кДж/кг. Значение энтальпии после смешения двух потоков (I_c) найдём из уравнений теплового и материального баланса:

$$G_{пр} = G_n + G_y;$$

$$G_n = (1 - \alpha_p)G_{пр};$$

$$G_y = \alpha_p \cdot G_{пр};$$

$$G_{пр} \cdot I_c = G_n \cdot I_n + G_y \cdot I_y;$$

$$I_c = \alpha_p \cdot I_y + (1 - \alpha_p) \cdot I_n = 0,7 \cdot 28 + (1 - 0,7) \cdot (-24) = 2,8 \text{ кДж/кг.}$$

Параметры воздуха на выходе из подогревателя первой ступени, соответствующие положению точки П1 на диаграмме, равны $t_{п1} = 11$ °С и $I_{п1} = 11$ кДж/кг.

Рассчитаем затраты тепловой мощности в прямоточной системе:

$$Q_n = 0,278cG_{пр}(I_{п1} - I_n) + 0,278cG_{пр}(I_p - I_o);$$

$$Q_n = 0,278 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 92196(11 - (-24)) + 0,278 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 92196(22 - 11) = 1421879,95 \text{ Вт.}$$

Затраты тепловой мощности с рециркуляцией воздуха:

$$Q_p = 0,278cG_{пр}(I_{п2} - I_c) + 0,278cG_{пр}(I_p - I_o);$$

$$Q_p = 0,278 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 92196(11 - 2,8) + 0,278 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 92196(22 - 11) = 593479,07 \text{ Вт}$$

Экономия тепловой мощности будет равна

$$\Delta Q = Q_n - Q_p;$$

$$\Delta Q = 1421879,95 - 593479,07 = 828401 \text{ Вт.}$$

Как показывают проведённые расчёты, экономия тепловой энергии равна 828400,876 Вт, что в процентном отношении составляет порядка 58 %.

Рассчитаем годовую экономию тепловой мощности

$$\Delta Q = 828401 \cdot 203 \cdot 12 = 2017985 \text{ кВт ч/год}$$

«Стоимость сэкономленной энергии Э, руб/год, находится по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta Q \cdot P$$

где P – стоимость электрической или тепловой энергии в зависимости от типа используемого калорифера, руб/Гкал» [24].

$$\mathcal{E} = 2017985 \cdot 4,84 = 9767047 \text{ руб/Гкал.}$$

Выводы по разделу 6:

Произведена оценка экономического эффекта от применения рециркуляции в центральной системе кондиционирования воздуха. Как показывают проведённые расчёты, экономия тепловой энергии равна 828401 Вт, что в процентном отношении составляет порядка 58 %. Стоимость сэкономленной энергии составляет 9767047 руб/Гкал.

Таким образом, рециркуляцию целесообразно применять, если это не противоречит санитарно-гигиеническим требованиям. К достоинствам данной системы также можно отнести то, что она не требует дополнительных капитальных затрат.

Заключение

Была достигнута поставленная цель магистерской диссертации, соблюдены требуемые параметры микроклимата в помещениях торгового центра.

Выполнен патентный поиск, объектом исследования которого является крышной вентилятор. Запроектирована приточно-вытяжная механическая вентиляция здания. В качестве оборудования приточных систем вентиляции приняты центральные кондиционеры фирмы "KORF" для обеспечения комфортных условий в торговом зале. Подача приточного воздуха в торговые залы предусматривается в верхнюю зону помещений, удаление вытяжного воздуха – из верхней зоны крышными вентиляторами производства "Systemair".

Для отопления здания запроектированы три системы отопления. Отопление торгового зала N1 и помещения транзитной зоны предусматривается рециркуляционными воздушно-отопительными агрегатами Volkano фирмы "EUROHEAT". Отопление 2-х этажной части здания и арендных помещений предусматривается двухтрубными горизонтальными системами отопления N1, 2, 3 с попутным движением теплоносителя.

Запроектирована система кондиционирования торгового зала 1 K1. Источником холодоснабжения служит воздухоохлаждаемый чиллер LBA-500 производства фирмы "KORF". Для обеспечения комфортных условий в административных помещениях в теплый период проектом предусмотрены система кондиционирования VRF (K2) и кондиционер сплит-система (K3).

Произведена оценка экономического эффекта от применения рециркуляции в центральной системе кондиционирования воздуха. Как показывают проведённые расчёты, экономия тепловой энергии равна 828401 Вт, что в процентном отношении составляет порядка 58%. Стоимость сэкономленной энергии составляет 9767047 руб/Гкал.

Таким образом, рециркуляцию целесообразно применять, если это не противоречит санитарно-гигиеническим требованиям. К достоинствам данной системы также можно отнести то, что она не требует дополнительных капитальных затрат.

Список используемых источников

1. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-09-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>
2. ГОСТ 16037-80* Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Электронный ресурс]. – Введ. 1981-07-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001918>
3. ГОСТ 16037-80* Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Электронный ресурс]. – Введ. 1983-01-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25136-82>
4. ГОСТ 17375-2001* Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Отводы крутоизогнутые типа 3D. Конструкция [Электронный ресурс]. – Введ. 2003-01-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17375-2001>
5. ГОСТ 17375-2001* Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Отводы крутоизогнутые типа 3D. Конструкция [Электронный ресурс]. – Введ. 2003-01-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17375-2001>
6. ГОСТ 22270-76 Оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Введ. 1978-01-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200011716>
7. ГОСТ 25136-82 Соединения трубопроводов. Методы испытаний на герметичность [Электронный ресурс]. – Введ. 1983-01-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25136-82>
8. ГОСТ 25136-82 Соединения трубопроводов. Методы испытаний на герметичность [Электронный ресурс]. – Введ. 1983-01-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25136-82>
9. ГОСТ 30494 – 2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011>

10. ГОСТ 31961-2012 Вентиляторы промышленные. Показатели энергоэффективности [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-07-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200105204>
11. ГОСТ 9544-2005 Арматура трубопроводов запорная. Классы и нормы герметичности затворов [Электронный ресурс]. – Введ. 2008-04-01- Режим доступа: <https://docplan.ru/Data2/1/4293835/4293835139.htm>
12. ГОСТ Р 53301-2009 Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Метод испытаний на огнестойкость [Электронный ресурс]. – Введ. 2010-01-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200072328>
13. Каталог оборудования KORF[Электронный ресурс] – URL:<http://porkorf.ru/>
14. Компания Arktos. Технический каталог. Приточные воздухораспределители. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://arktoscomfort.ru/wp-content/Kat/air/katalog/2017/APN.pdf>
15. Компания Grundfos. Технический каталог. Циркуляционные насосы для системы отопления. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.grundfos.com/content/dam/GMO/Documentation/catalogs/databookletmagna1-91830037-0219.pdf>
16. Компания Systemair. Технический каталог. Канальные вентиляторы. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://conditionery.ru/wp/wpcontent/uploads/2017/09/Catalog_Systemair_kanalka.pdf
17. Рекомендации АВОК. Вентиляция горячих цехов предприятий общественного питания [Электронный ресурс]. – Введ. 2007-09-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200083194>
18. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс]. – Введ. 1996-10-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>
19. СП 131.13330.2012 Строительная климатология [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546110>
20. СП 160.1325800.2014 Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-09-01- Режим

доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113272> 2. СП 118.13330.2012*
Общественные здания и сооружения.

21. СП 2.3.6.1079-01 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья [Электронный ресурс]. – Введ. 2002-02-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901802127> 4. Р НП "АВОК" 7.3-2007

22. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091049>

23. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-07-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>

24. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095527>

25. СП 7.13130.2009 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования [Электронный ресурс]. – Введ. 2009-05-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200071150>

26. Broiler-Housing Conditions Affect the Performance// Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas-2020

27. Modelling radiation exposure in homes from siporex blocks by using exhalation rates of radon// VINCA Institute of Nuclear Sciences-2016

28. Prediction of chronic critical illness in a general intensive care unit// Associação Médica Brasileira-2018

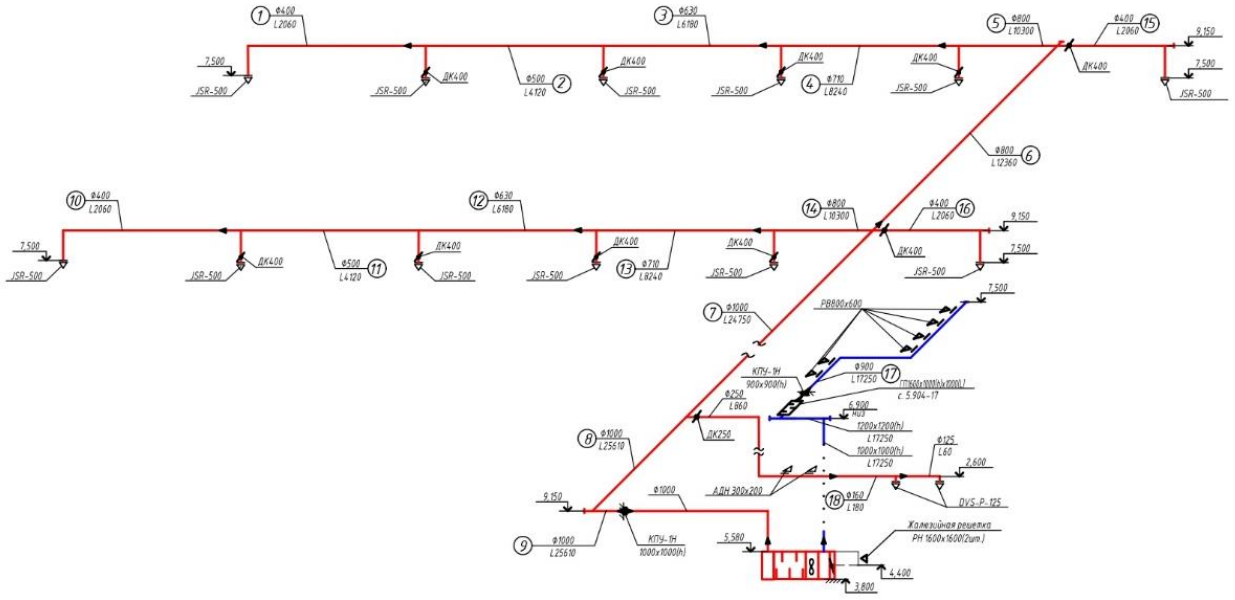
29. Sick building syndrome: A disease of modern age// Serbian Medical Society-2020

30. The use of mechanical ventilation systems with heat recovery to ensure air quality in residential premises// EDP Sciences-2019

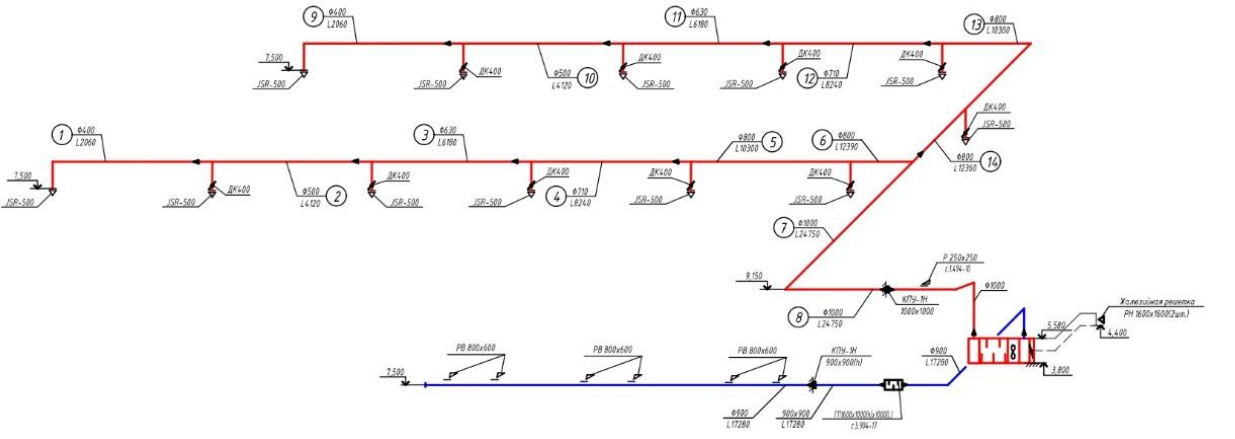
Приложение А

Схемы приточной вентиляции

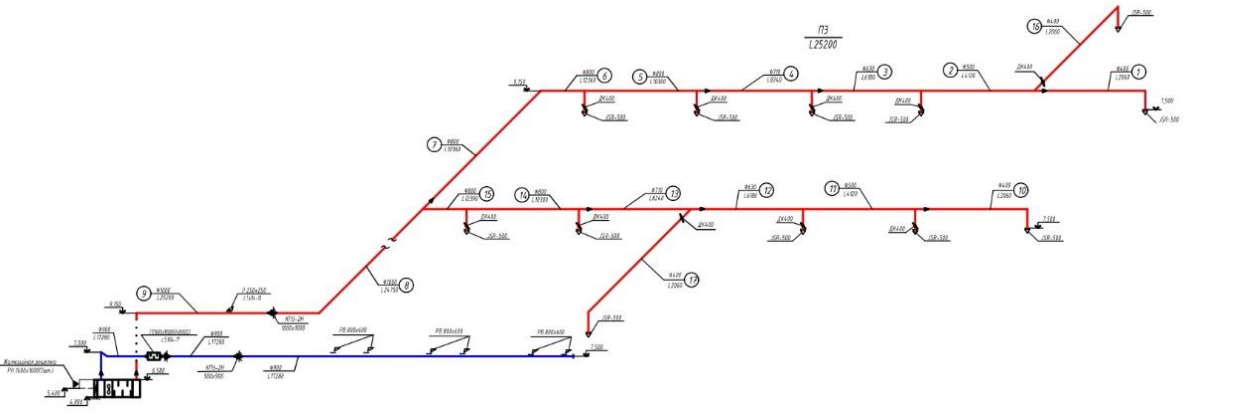
П1
L 25610



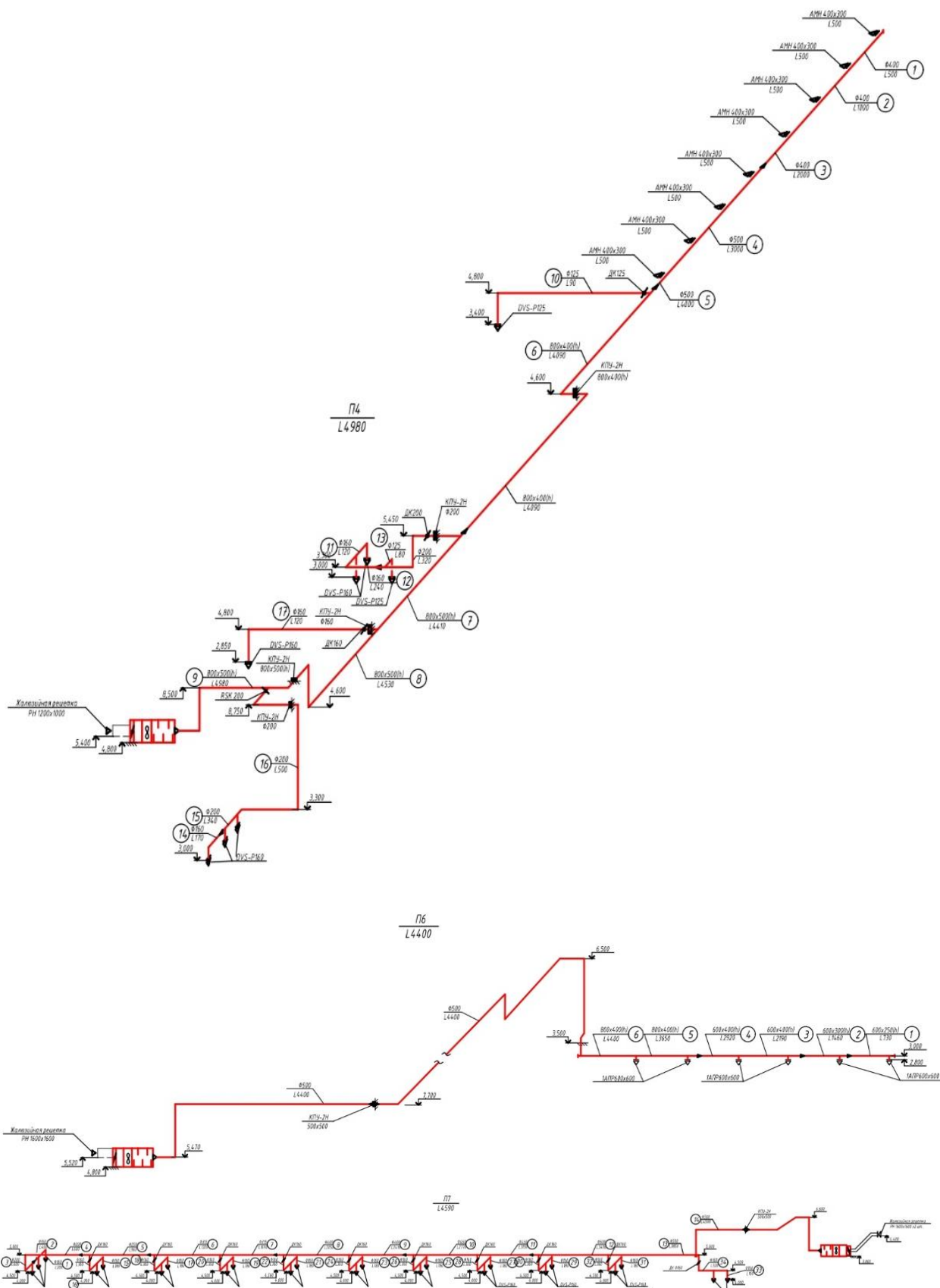
П2
L 25200



П3
L 25200



Продолжение приложения А



Приложение Б

Схема системы отопления

