

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Энергетический факультет  
Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»  
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

ВЫПУСКНАЯ  
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ПРОВЕРЕНА  
Рецензент,  
директор ООО «ВентМонтажСервис»  
\_\_\_\_\_ В.А. Козин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
«Промышленная теплоэнергетика»  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ К.В. Осинцев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Разработка системы кондиционирования ООО «Ашан» по адресу  
г. Челябинск, улица Чичерина 28**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА  
ЮУрГУ – 13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Консультант по разделу  
«Безопасность жизнедеятельности»,  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ И.П. Палатинская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель работы,  
преподаватель,  
\_\_\_\_\_ Ю.С. Приходько  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Консультант по разделу  
«Экономика и управление»,  
Старший преподаватель  
\_\_\_\_\_ Р.А. Алабугина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор работы,  
Студент группы П-479  
\_\_\_\_\_ А.А. Филимонов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер,  
старший преподаватель  
\_\_\_\_\_ Р.А. Алабугина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск 2020

## АННОТАЦИЯ

Филимонов А.А. Разработка системы кондиционирования ООО «Ашан» по адресу Чичерина, 28 г. Челябинска – Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, Э; 2020, 81 с., 17 ил., библиогр. список – 47 наим., 5 листов чертежей ф. А1, 1 демонстрационный лист ф. А1

На пересечении ул. Чичерина и пр. Победы города Челябинска было принято решение о постройке магазина «Ашан». В связи с этим возникла необходимость в разработке системы вентиляции и кондиционирования.

Целью выпускной квалификационной работы (ВКР) является предложение системы вентиляции и кондиционирования для данного магазина.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 14 глав, заключения, библиографического списка и приложения.

Во введении рассмотрены требующие решения при разработке технического решения задачи.

Первая глава посвящена описанию системы и актуальности её разработки.

Во второй главе проведён обзор литературных источников на тему особенностей проектирования и монтажа систем кондиционирования.

В результате произведён расчёт необходимых параметров и подбор наиболее подходящего с экономической точки зрения оборудования.

Графическая часть выполнена с помощью системы автоматического проектирования – AutoCAD на 5 листах формата А1.

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					
Разраб		Филимонов А.А			<i>Разработка системы кондиционирования ООО «Ашан» по адресу Чичерина, 28 г. Челябинска</i>				
Пров		Приходько Ю.С.							
Н. Контр.		Алабугина Р.А							
Утв		Осинцев К.В.							
					Литера	Лист	Листов		
					В	К	Р	Э	81
					ЮУрГУ Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»				

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ	7
2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	8
3 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ .....	10
4 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА .....	13
5 РАСЧЁТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ.....	14
5.1 Расчетные параметры наружного воздуха .....	14
5.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха.....	14
6 РАСЧЁТ ПОСТУПЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ.....	15
6.1 Расчёт поступления вредных веществ в торговый зал.....	15
6.2 Расчёт поступления вредных веществ в цеха готовки .....	16
6.2.1 Расчёт теплоступлений в пекарню .....	16
6.2.2 Расчёт теплоступлений в горячий цех кулинарии.....	17
6.2.3 Расчёт теплоступлений в цех птицы/гриль .....	18
6.2.4. Расчёт теплоступлений в холодные цеха .....	18
7 РАСЧЁТ ВОЗДУХООБМЕНА.....	20
7.1. Расчёт воздухообмена в торговом зале.....	20
7.2 Расчёт воздухообмена в цехах готовки .....	21
7.3 Расчёт воздухообмена в холодных цехах .....	24
7.4 Расчёт воздухообмена по кратностям.....	26
8 ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ И ДОВОДЧИКОВ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ .....	30
8.1 Подбор воздухораспределителей .....	30
8.2 Подбор вентиляторных доводчиков.....	31
9 ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ.....	33
9.1 Выбор и описание холодильной машины .....	33
10 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ.....	36
10.1 Расчёт приточной системы П1.....	38
10.2 Расчёт вытяжной системы В1 .....	40
11 ОПИСАНИЕ ПРИНЯТОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	44
12 АВТОМАТИЗАЦИЯ.....	49
12.1 Задачи АСУ в системе кондиционирования .....	49
12.2 Принятые проектные и технологические решения .....	51
12.3 Функциональная схема управления объектом.....	55
12.4 Автоматика холодильной машины .....	57
13 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	59
13.1 Анализ опасных и вредных факторов.....	59
13.2 Обеспечение безопасности монтажа вентиляционного оборудования	59
13.3 Безопасность организации инженерных работ .....	61
13.4 Организация безопасности рабочих мест.....	62

13.5	Безопасность производства инженерных работ .....	63
13.6	Пожарная безопасность .....	63
13.7	Дымоудаление .....	65
14	ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ .....	68
14.1	Технико-экономический расчёт .....	69
14.1.1	Расчёт капитальных затрат .....	69
14.1.2	Определение текущих затрат.....	70
14.1.3	Определение лучшего варианта .....	72
14.2	SWOT-анализ вариантов технических решений .....	72
14.3	Дерево целей проекта .....	73
14.4	План-график Ганта по установке теплоутилизатора.....	74
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	77
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	78

## ВВЕДЕНИЕ

При строительстве современных объектов промышленной и социальной сферы остро стоит вопрос о создании микроклимата в помещении, удовлетворяющего всем заданным параметрам. Комфортные параметры микроклимата могут обеспечивать: хорошее самочувствие всех людей, находящихся в здании, условия для работы чувствительного оборудования, а также оказывать положительное влияние на ограждающие конструкции, предотвращая скопление влаги и размножение болезнетворных сред.

В настоящее время проектируемые системы должны не только удовлетворять всем действующим нормативным документам, но и иметь ресурс для выполнения всё более ужесточающихся требований к микроклимату помещений.

Так же, всё больше внимания уделяется повышению энергетической эффективности оборудования и их экономичности. Такие требования задают новые стандарты систем кондиционирования и вентиляции, использующих самые современные материалы и разработки, а также максимальный уровень автоматизации всех процессов.

Объектом дипломного проектирования является система поддержания микроклимата помещения розничной торговли. Цель проекта – разработка системы, обеспечивающей оптимальные условия микроклимата в помещении магазина, который обеспечивается системами вентиляции и кондиционирования. В связи с этим решены следующие задачи:

- изучение плана помещения и технического задания
- Расчёт поступления вредностей
- расчёт воздухообмена по помещениям
- подбор оборудования
- анализ вопросов безопасности жизнедеятельности при монтаже нового оборудования

					<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

## **1 АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ**

В наше время каждое здание снабжено системой вентиляции. Она позволяет удалять тепло и влагу из помещения, обеспечивает притоки свежего воздуха. В типовых жилых домах предусмотрена вентиляция с естественной тягой, так же в любой момент житель квартиры может проветрить помещение. Однако, когда речь идёт о промышленном или социальном объекте, к вентиляции предъявляются гораздо более жёсткие требования. Она должна обеспечивать комфортное нахождение и работу людей в помещении в течении круглого года непрерывно. В таких условиях возникает необходимость разработки приточно-вытяжной системы с механическим побуждением движения воздуха. Такая система, при грамотном проектировании и монтаже будет обеспечивать установленные нормативными документами параметры воздуха в помещении вне зависимости от погоды.

Объектом проектирования является магазин «Ашан» – гипермаркет продовольственных и не продовольственных товаров. Суммарная площадь магазина составляет более 4500 м<sup>2</sup>. Для обеспечения должного качества микроклимата в помещении необходимо застройщик заключил договор с ООО «ВентМонтажСервис» о разработке системы вентиляции и кондиционирования помещения.

На основании данного задания разработано приточно-вытяжная система вентиляции и кондиционирования. Данный проект имеет высокую актуальность, так как без наличия такой системы невозможно запустить здание в эксплуатацию.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР				7

## 2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Проектирование системы вентиляции и кондиционирования – сложная и ответственная задача. На каждом этапе проектирования и монтажа необходимо руководствоваться официальными источниками, утверждёнными постановлением Правительства Российской Федерации. Следует пользоваться лишь актуальными изданиями, имеющими действующий статус.

В данной выпускной квалификационной работе был использован следующий ряд нормативно-правовых документов:

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99[3];
2. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении»[9];
3. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирования воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003[10];
4. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [11].
5. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Но, для полного понимания принципов работы систем знания одной лишь нормативной литературы недостаточно.

Невозможно переоценить значения таких книг как: «Отопление и вентиляция», написанная доктором технических наук, заслуженным деятелем науки и техники России, почётным профессором МГСУ Богословским В.Н.[12], Справочник проектировщика «Вентиляция и кондиционирование Н.Н. Павлова и Ю.С. Шиллера.

Однако, прогресс не стоит на месте, и научная литература 80-90х годов перестаёт быть актуальной. Современные системы кондиционирования – полностью автоматические системы, в которых, от их пользователя требуется задать лишь желаемые параметры микроклимата. Всё остальное сделает сложная автоматика системы. В вопросах автоматизики видное место занимает книга Липатникова Г.А. и Гузеева М.С.[13] – «Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики». В ней приведены краткие сведения и описаны главные моменты по системам автоматического регулирования, методам моделирования систем автоматизации. Так же следует отметить одно из изданий В.М. Столетова, а именно «Регулирование и автоматизация холодильных и криогенных установок и систем кондиционирования воздуха и их безопасность» [14].

Нельзя обойти стороной такие книги как «Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям наладке» – Краснов Ю.С[1]и «VRF-системы кондиционирования воздуха. Особенности проектирования, монтажа, наладки, сервиса» – Брух С.В[15].

В ходе работы так же были изучены стандарты АВОК российского некоммерческого партнёрства «Инженеры по отоплению, вентиляции,

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР				

кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике». Нормативно методические документы АВОК не являются обязательными к исполнению, но они содержат знания о новейших инженерных технологиях и оборудовании. Некоторые из документов представлены ниже:

1. СТО НП АВОК 2.1-2017 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» [23]

2. СТО НП «АВОК» 2.2.4–2015 «Рекомендации по повышению энергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха»[24]

3. Р НП «АВОК» 5.5.1–2018 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий»[25]

4. Р НП «АВОК» 5.1-2012 «Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных тепlopоступлениях»[26]

Для разработки данного проекта были так же использованы каталоги различных российских и зарубежных производителей оборудования.

					<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9



### 3 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ РЕШЕНИЙ

В условиях роста потребности в комфорте и экономии ресурсов системы жизнеобеспечения людей постоянно совершенствуются. В данном разделе рассмотрено краткое описание и сравнительный анализ требований к системам создания микроклимата, задающихся нормативными документами США, Европы и России.

Стандарты США. Стандарты по качеству воздуха в помещении в США разрабатываются Американским обществом инженеров в сфере отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха, сокращённо – ASHRAE. Многие из существующих международных стандартов ссылаются на нормы, опубликованные этим сообществом. Это объясняется тем, что ASHRAE принимает во внимание опыт разработки требований к качеству внутреннего воздуха таких стран как: Финляндия, Германия и Дания. Проведя и собственные исследования, в 1973 году появился стандарт ASHRAE Standard 62.1[16], который обновляется каждые три года, что свидетельствует о расширении объема знаний и опыта, а так же ведущихся исследований связанных с влиянием качества воздуха на человека. Последняя редакция стандарта была произведена в 2019 году. В стандарте сказано: «Целью является определение комбинаций параметров микроклимата в помещении и личностных факторов, которые будут создавать термические условия окружающей среды, приемлемые для большинства находящихся в помещении людей» [16]. Основными параметрами микроклимата в нём выступают:

- температура
- тепловое излучение
- влажность воздуха
- скорость воздуха
- физическая активность людей
- изоляция одежды

Преимуществом стандарта является то, что он учитывает динамическое изменение режимов работы систем жизнеобеспечения, путем изменения количества людей в помещении.

Европейским стандартом, регулирующим параметры микроклимата помещений является EN 15251[17]. Но, существует ещё один стандарт, неразрывно связанный с ним – EN 13779[18], который регламентирует требования к системам кондиционирования воздуха и вентиляции. EN 13779 направлен на энергосбережение систем, путём установки величин энергопотребления для компонентов системы. Однако, энергосберегающие мероприятия не должны быть реализованы в ущерб комфорту и здоровью людей. Ключевыми моментами стандарта EN 15251 являются:

- установка показателей микроклимата помещений, которые влияют на энергетическую эффективность зданий
- методы оценки параметров микроклимата
- установка показателей микроклимата помещения

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

В России проектирование систем кондиционирования и вентиляции регламентируется сразу несколькими нормативными документами: СП 44.13330.2011 [5], СП 118.13330.2012 [19], СП 60.13330.2012 [3]

Со вступлением в силу Федерального Закона «О техническом регулировании» [22] в 2003 году в России наступил переходный этап развития стандартизации, одним из принципов которой является применение международных стандартов как основы разработки национальных стандартов. Поэтому нормативная база, действующая в отрасли, представляет собой набор переработанных и актуализированных советских документов совместно с переводными документами Европейского союза и вновь разработанными стандартами. Стоит отметить, что новые издания этих документов имеют тенденцию сокращения установленной мощности приточно-вытяжных систем. Регулируемые параметры микроклимата принятых в РФ нормативных документов идентичны международным – температура, тепловое излучение, влажность воздуха, скорость воздуха, физическая активность людей, содержание CO<sub>2</sub>.

Проведём сравнение параметров микроклимата, установленные в этих стандартах. Данные о них указаны в таблице 3.1. В оригинальных текстах документов EN и ASHRAE значения воздухообмена принимаются в размерности л/с. Для удобства сравнения значения переведены в м<sup>3</sup>/ч.

Таблица 3.1. – Сравнительные параметры микроклимата

Параметр	Российские стандарты	Стандарты США	Европейские стандарты
Температура в холодные период	14-24°C	20-24°C	19-25°C
Температура в тёплый период	18-28°C	23-26°C	22-27°C
Относительная влажность	30-60%	30-65%	20-70%
Скорость воздуха	0,15-0,3 м/с	≤0,25 м/с	0,15-0,3 м/с
ПДК CO <sub>2</sub>	400-1000 ppm	Не более чем на 700 ppm выше уровня наружного воздуха	350-800 ppm
Расход приточного воздуха	18-72 м <sup>3</sup> /ч на человека или 1-3 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup>	9-36 м <sup>3</sup> /ч на человека + 1,1 - 3,2 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup> или 2,1 – 37,1 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup>	14,4 - 52,9 м <sup>3</sup> /ч на человека + 1,1 - 3,2 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup> – 7,2 м <sup>3</sup> /ч на м <sup>2</sup>

Разница в расходе приточного воздуха объясняется тем, что расчёт ведётся по семи формулам: избыткам влаги, избыткам полной и явной теплоты, нормируемой кратности воздухообмена, нормируемому удельному расходу воздуха на м<sup>2</sup> или человека. Далее из этих величин выбирается самое высокое значение. У специалистов данный способ вызывает множество вопросов, так как встречаются случаи односторонней оценки тех или иных условий. Проблема связана ещё и с тем, что при расчёте площади помещения на человека в стандартах ASHRAE и EN

на одного человека должно приходиться  $10\text{м}^2$ , в то время как в российских стандартах эта величина составляет 5-6  $\text{м}^2$  на человека. Необходимость увеличения этой величины часто обсуждается специалистами, однако каких-либо предпосылок для увеличения её пока нет. Такие решения связаны прежде всего с экономикой, ведь в результате подобного решения многие объекты отечественной инфраструктуры не смогут выполнять такие высокие требования. Однако, современные объекты социальной сферы строятся по гораздо более высоким стандартам, что допускает возможность принятия данной поправки в стандарт в недалёком будущем.

Можно сделать выводы, что современные российские стандарты находятся на довольно высоком уровне и обеспечивают должные параметры микроклимата в помещении. Однако по критерию расхода приточного воздуха немного отстают от международных, из-за чего в помещении могут содержаться более высокие концентрации загрязнений и обеспечиваться более низкий уровень воздухообмена.

					<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

#### 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

Объект проектирования системы кондиционирования – магазин «Ашан», находящийся на первом этаже ТРК «Космос», расположенного в городе Челябинске, по адресу ул. Чичерина 28. Магазин осуществляет торговлю широким спектром продовольственных и непродовольственных товаров. Торговый зал рассчитан на 800 посетителей, а всего в магазине работает около 100 работников одновременно. Главный фасад здания ориентирован на северо-восток. Географическая широта района строительства, принятая в расчёте – 55°. Холодильным агентом является фреон R410A.

В помещениях данного типа выделяются вредности:

- тепlopоступления от людей
- тепlopоступления от искусственного освещения
- тепlopоступления от работающего оборудования
- тепlopоступления солнечной радиации.

Согласно техническому заданию в магазине необходимо разработать приточно-вытяжную систему вентиляции и систему кондиционирования. Воздухообмен специальных помещений определить расчётом, остальных по кратностям или санитарным нормам.

Необходимо предусмотреть противодымную систему вентиляции, срабатывающую при пожаре, а также пожарные клапана с автоматическим электроприводом

## 5 РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

### 5.1 Расчетные параметры наружного воздуха

Параметры наружного воздуха задаются для двух периодов года: для летнего и зимнего представлены в таблице 5.1. Расчет ведется по параметрам для летнего периода, так как разрабатывается система кондиционирования. Значения параметров определяются по таблице 4.1 прил.2[6].

Таблица 5.1 – Расчётные параметры наружного воздуха

Параметры	Теплый период	Холодный период
Температура воздуха, $t_n$ , °C	26,7	-34
Удельная энтальпия воздуха, $I_n$ , кДж/кг	52	-33,5
Скорость ветра, $\omega_n$ , м/с	3,2	4,5
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, $A_{cp}$ , °C	10,6	
Барометрическое давление	985 гПа	
Расчетная географическая широта	55°с.ш.	

### 5.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха для проектирования кондиционирования торгового зала торгового комплекса для теплого периода задаются согласно[6] и представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расчётные параметры внутреннего воздуха.

Параметры	Теплый период	Холодный период
Температура воздуха, $t_b$ , °C	22-24	18
Относительная влажность воздуха, $\phi_b$ , %	50	40
Скорость движения воздуха, $\omega_b$ , м/с	0,3	0,2

## 6 РАСЧЕТ ПОСТУПЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ

### 6.1 Расчет поступления в торговый зал

От людей поступают: явное и скрытое тепло, влага. Явная теплота поступает за счет конвективного теплообмена с окружающей средой. Скрытая теплота выделяется при дыхании вместе с влагой. Полная теплота – сумма явной и скрытой теплоты.

Тепло – и влагопоступления в помещение зависят от тяжести выполняемой работы и температуры внутри помещения.

Торговый зал согласно техническому заданию рассчитан на 800 покупателей, которые выполняют работу легкой тяжести и на 50 работников, которые выполняют работу средней тяжести. Для торгового зала принимаем 50%– мужчины и 50% – женщины от общего количества покупателей.

Удельные выделения вредностей одним взрослым мужчиной определим по таблице 20 [1]. Количество вредностей, выделяемых женщиной равно 85% от вредностей, которые выделяет мужчина. Количество выделяемого углекислого газа принимаем по таблице 23.[1]

Расчёт для летнего периода

1. Явное тепло (6.1):

$$Q_{я} = q_{я} \cdot N \quad (6.1)$$

где  $q_{я}$  – количество явного тепла, выделяемого одним человеком, Вт/чел; табл 20. [1]

$N$  – количество людей в торговом зале, чел.

Согласно формуле (6.1):

$$Q_{я} = (400 \cdot 79 + 400 \cdot 79 \cdot 0.85 + 50 \cdot 87) = 62810 \text{ Вт}$$

2. Количество полного тепла, выделяемого людьми, определяется по формуле(6.2)

$$Q_{п} = q_{п} \cdot N \quad (6.2)$$

где  $q_{п}$  – количество полного тепла, выделяемого одним человеком, Вт/чел; табл 20 [1],

$N$  – количество людей в торговом зале, чел.

Согласно формуле (6.2):

$$Q_{п} = (136 \cdot 400 + 136 \cdot 0,85 \cdot 400 + 50 \cdot 186) = 109940 \text{ Вт}$$

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

3. Количество влаги, выделяемой людьми, находящимися в торговом зале, зависит от степени тяжести труда и температуры воздуха в помещении.

Количество влаги, выделяемой людьми, определяется по формуле(6.3):

$$M_w = m \cdot N \quad (6.3)$$

где  $m$  – количество влаги, выделяемой одним человеком, г/ч;

$N$  – количество людей в торговом зале, чел. Табл 20 [1]

Согласно формуле (6.3)

$$M_w = 100 \cdot 400 + 100 \cdot 0.85 \cdot 400 + 50 \cdot 160 = 82000 \text{ г/ч}$$

4. Теплопоступления от искусственного освещения определяются по формуле(6.4).

$$Q_{u.o.} = E \cdot q_{осв} \cdot \eta \cdot F \quad (6.4)$$

где  $E$  – уровень освещения в помещении, лк. Табл17 [1],

$q$  – удельные тепловыделения осветительного прибора табл 18 [1],

$\eta$  – доля тепла поступающего от прибора 0,6 для люминесцентных ламп табл. 18 [1].

Согласно формуле (6.4):

$$Q_{u.o.} = 400 \cdot 0,067 \cdot 0,6 \cdot 4387 = 70542 \text{ Вт}$$

Суммарные теплопоступления в торговый зал в летний период(6.5):

$$Q_{\Sigma \text{т.з.}} = Q_n + Q_{u.o.} \quad (6.5)$$

Согласно формуле (6.5):

$$Q_{\Sigma \text{т.з.}} = 109940 + 70542 = 180482 \text{ Вт}$$

## 6.2 Расчёт поступления вредностей в цеха готовки

Цеха горячего и холодного приготовления пищи. К цехам горячего приготовления относятся те помещения где пища подвергается термической обработке. Термическая обработка происходит с помощью электрических плит, духовых шкафов, фритюра. В таких помещениях очень высокие теплопоступления. К цехам холодного приготовления относятся помещения для приготовления заготовок, полуфабрикатов, разделки туш.

### 6.2.1 Расчёт теплопоступлений в пекарню

Температурный режим +20. Оборудование: духовые шкафы 5 шт, N = 5кВт.  
Поступления тепла от технологического оборудования рассчитываются по формуле(6.5):

$$Q_{об} = 1000 \cdot K_0 \cdot \sum (N \cdot k_3) \cdot (1 - K_{укр}) \quad (6.5)$$

где  $K_0$  – коэффициент одновременности работы оборудования; для пекарни принимаем  $K_0 = 0,7$ ,

$N$  – установочная мощность оборудования, кВт;

$k_3$  – коэффициент загрузки теплового оборудования. Для духового шкафа электрического  $k_3 = 0,7$ .

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

Согласно формуле (6.5):

$$Q_{об} = 1000 \cdot 0,7 \cdot (5 \cdot 5 \cdot 0,7) \cdot (1 - 0,75) = 3062 \text{Вт}$$

Теплопоступления от персонала. Количество полного тепла, выделяемого персоналом рассчитывается по формуле (6.2):

$$Q_{п} = 205 \cdot 5 = 410 \text{Вт}$$

Количество влаги, выделяемой людьми, определяется по формуле (6.3):

$$M_w = 140 \cdot 5 = 700 \text{г/ч}$$

Теплопоступления от искусственного освещения рассчитываются по формуле (6.4). Площадь помещения 167 м<sup>2</sup>.

$$Q_{и.о.} = 300 \cdot 0,077 \cdot 0,6 \cdot 167 = 2340 \text{Вт}$$

### 6.2.2 Расчёт теплопоступлений в горячий цех кулинарии

Температурный режим +20. Оборудование Плита электрическая 2кВт, духовые шкафы 3 кВт – 2шт.

Поступления тепла от технологического оборудования рассчитываются по формуле (6.5):

$$Q_{об} = 1000 \cdot 0,7 \cdot (2 \cdot 0,65 + 3 \cdot 2 \cdot 0,7) \cdot (1 - 0,75) = 962 \text{Вт}$$



Теплопоступления от персонала. Количество полного тепла, выделяемого персоналом рассчитывается по формуле (6.2):

$$Q_{п} = 205 \cdot 5 = 410 \text{ Вт}$$

Количество влаги, выделяемой людьми, определяется по формуле (6.3):

$$M_w = 140 \cdot 5 = 700 \text{ г/ч}$$

Теплопоступления от искусственного освещения рассчитываются по формуле (6.4). Площадь помещения 37 м<sup>2</sup>.

$$Q_{и.о.} = 200 \cdot 0,077 \cdot 0,6 \cdot 37 = 342 \text{ Вт}$$

### 6.2.3 Расчёт теплопоступлений в цех птицы/гриль

Температурный режим +20. Оборудование: фритюр 1кВт – 3шт, электрогриль 1,5кВт – 3шт, шкаф духовой 3 кВт.

Поступления тепла от технологического оборудования рассчитываются по формуле (6.5)

$$Q_{об} = 1000 \cdot 0,7 \cdot (1 \cdot 3 \cdot 0,65 + 1,5 \cdot 3 \cdot 0,7 + 3 \cdot 0,7) \cdot (1 - 0,75) = 1260 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от персонала. Количество полного тепла, выделяемого персоналом рассчитывается по формуле (6.2).

$$Q_{п} = 205 \cdot 5 = 410 \text{ Вт}$$

Количество влаги, выделяемой людьми, определяется по формуле (6.3).

$$M_w = 140 \cdot 2 = 280 \text{ г/ч}$$

Теплопоступления от искусственного освещения рассчитываются по формуле (6.4). Площадь помещения 33 м<sup>2</sup>.

$$Q_{и.о.} = 200 \cdot 0,077 \cdot 0,6 \cdot 33 = 305 \text{ Вт}$$

### 6.2.4 Расчёт теплопоступлений в холодные цеха

Расчёт теплопоступлений в холодные цеха производится аналогично. Данные о расчёте представлены в таблице 6.1. Температура в всех холодных цехах составляет +18°C.

Таблица 6.1 – Теплопоступления в холодных цехах

Цех	t, °C	QП, Вт	Mw, г/час	Площадь, м <sup>2</sup>	Qи.о, Вт	Q, Вт	ΣQ,Вт
Холодный цех кулинарии	+18	420	220	11	101	227	757
Помещение обработки яиц	+18	420	220	9	83	115	558
Приготовление фарша	+18	600	380	12	111	429	1140
Приготовление колбасок	+18	425	230	17	157	184	766
Цех свежая рыба	+18	580	370	14	130	-	710
Цех копчёная рыба	+18	580	370	12	111	612	1303
Цех пельмени	+18	425	230	16	147	65	637

Все расчётные теплопоступления представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Расчётные теплопоступления

Помещение	QΣ, Вт
Торговый зал	180482
Пекарня	7452
Кулинария г/ц	1714
Птица	1975
Холодный цех кулинарии	757
Помещение обработки яиц	558
Приготовление фарша	1140
Приготовление колбасок	766
Цех свежая рыба	710
Цех копчёная рыба	1303
Цех пельмени	637
Итого:	197494

## 7 РАСЧЁТ ВОЗДУХООБМЕНА

### 7.1. Расчёт воздухообмена в торговом зале

Количество тепловых избытков и влаги в помещении.

$$Q_{\text{п.изб.}} = 180482 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{я.изб.}} = 133352 \text{ Вт}$$

$$M_{\text{в.}} = 82000 \text{ г/ч}$$

Параметры внутреннего воздуха в помещении  $t_{\text{в}} = +24^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 50\%$

Температуру воздуха, удаляемого из помещения определяем по формуле(7.1):

$$t_y = t_{\text{в}} + \text{grad}t \cdot (H - h_{\text{р.з.}}) \quad (7.1)$$

где  $\text{grad}t$  это градиент температуры воздуха по высоте,  $^\circ\text{C}/\text{м}$ , определяем по табл. 21[1];

$H$  – высота помещения, м;

$h_{\text{р.з.}}$  – высота рабочей зоны. Так как в торговом зале все люди находятся преимущественно в стоячем положении, принимаем равной 2 м.

Величину тепловой напряженности определяем по формуле(7.2):

$$q = \frac{Q_{\text{явн}}}{V_{\text{пом}}} \quad (7.2)$$

где  $Q_{\text{я}}$  – величина явных тепловых избытков в помещении, Вт

$V_{\text{пом}}$  – объем помещения,  $\text{м}^3$

По формуле (7.2):

$$q = \frac{62810}{4387.9} = 1,59 \text{ Вт} / \text{м}^3$$

Согласно табл. 21[1], величина  $\text{grad}t = 0,2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{м}$ .

Температура удаляемого воздуха, согласно формуле (7.1) равна:

$$t_y = 22 + 0,2 \cdot (9 - 2) = 23,4^\circ\text{C}$$

Температуру приточного воздуха определяем по формуле (7.3):

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$t_y = t_n + 1 \quad (7.3)$$

где  $t_n$  – температура наружного воздуха, °С

Согласно формуле (7.3):

$$t_y = 26,7 + 1 = 27,7$$

Количество приточного воздуха определяем из условия соблюдения санитарной нормы по формуле(7.4):

$$L_{сн} = N \cdot L_1 \quad (7.4)$$

где  $N$  – количество человек в помещении;

$L_1$  – санитарная норма воздуха, приходящаяся на одного человека, м<sup>3</sup>/(ч·чел).  
Принимаем по таблице 24[2].

Тогда, согласно (7.4):

$$L_{сн} = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Определяем количество теплоты, поступающем с приточным воздухом(7.5):

$$Q_{вент} = 0,28 \cdot c \cdot \rho \cdot L \cdot (t_{пр} - t_в) \quad (7.5)$$

где  $c$  – удельная массовая теплоёмкость воздуха,  $c = 1,005$  кДж/(кг·К);

$t_в$  – температура внутреннего воздуха, °С;

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

Согласно формуле (7.5):

$$Q_{вент} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 1,19 \cdot 17000 \cdot (27,4 - 24) = 19355 \text{ Вт}$$

Остатки тепла будут удаляться системой кондиционирования. Количество тепло, удаляемого системой кондиционирования определяется по формуле(7.6):

$$Q_{конт} = Q_{п.изб.} + Q_{вент} \quad (7.6)$$

Тогда, согласно формуле (7.6) найдём тепло, удаляемое системой кондиционирования:

$$Q_{конт} = Q_{п.изб.} + Q_{вент} = 180482 + 19355 = 199837 \text{ Вт}$$

## 7.2. Расчёт воздухообмена в цехах готовки

Необходимо определить расход воздуха, который удаляется из помещения цеха. Количество воздуха, которое требуется удалить из цеха принимаем по модульному оборудованию, согласно его паспортному расходу.

Пекарня. В таблице 7.1 представлено оборудование пекарни, данные о его мощности и установленной системе местного воздухообмена.

Таблица 7.1 – Оборудование пекарни

Оборудование	N, кВт	Кол-во, шт	Коэф. загрузки	Приток, м3/ч	Вытяжка, м3/ч
Духовой шкаф	5	5	0,65	160	300

Определим общий расход удаляемого воздуха по формуле(7.7)::

$$L_y = L_{y1} \cdot n \quad (7.7)$$

где  $L_{y1}$  – расход одной встроенной вытяжной установки;

$n$  – количество вытяжек.

Согласно формуле (7.7), расход удаляемого из пекарни воздуха равен:

$$L_y = 300 \cdot 5 = 1500 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Количество приточного воздуха должно быть не менее 60% всего подаваемого воздуха в помещение. Тогда, минимальное количество приточного воздуха равно  $L_{пр} = 900 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Примем это значение за расчётный расход приточного воздуха

Количество рециркуляционного воздуха определяется по формуле(7.8):

$$L_{реци} = L_y - L_{пр} \quad (7.8)$$

Согласно формуле (7.8) количество рециркуляционного воздуха равно:

$$L_{реци} = 1500 - 900 = 600 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Определяем величину тепловых избытков по формуле(7.9):

$$Q_{н.изб} = Q_n + Q_{и.о} + Q_{обор} \quad (7.9)$$

Данные берем из расчёта. По формуле (7.9):

$$Q_{n.изб} = 2020 + 2340 + 3062 = 7452 \text{ Вт}$$

Величина влаговыделений  $M_w = 700$  г/ч

Величина углового коэффициента луча процесса определяется по формуле(7.10):

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot Q_{n.изб}}{M_w} \quad (7.10)$$

Тогда, по формуле(7.10) определяем коэффициент луча процесса:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 7452}{700} = 38324$$

Так как  $\varepsilon < 40000$ , расчёт ведём по полному теплу и влаге.

Параметры внутреннего воздуха:

$$t_b = +24^\circ\text{C}$$

$$\varphi_b = 50\%$$

$$I_b = 52 \text{ кДж/кг}$$

Определим температуру удаляемого воздуха по формуле (7.1):

град для выпечных цехов согласно [2] равно  $2^\circ\text{C/м}$

$$t_y = 24 + 2 \cdot (4 - 2) = 28$$

Энтальпия удаляемого воздуха  $I_y = 58$  кДж/кг

Температура приточного воздуха  $26,7^\circ\text{C}$ .

Энтальпия приточного воздуха =  $50$  кДж/кг

Расход удаляемого для системы вентиляции определяется по формуле(7.11)::

$$L_{нек}^y = \frac{3,6 \cdot Q_{n.изб} - L_{рец} \cdot \rho \cdot (I_\epsilon + I_{пр})}{\rho \cdot (I_\epsilon - I_{пр})} \quad (7.11)$$

Определим расход удаляемого воздуха по формуле(7.11):

$$L_{нек}^y = \frac{3,6 \cdot 7452 - 600 \cdot 1,2 \cdot (58 + 50)}{1,2 \cdot (58 - 50)} = 1884 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Расход приточного воздуха определяется по формуле(7.12):

$$L_{нек}^{пр} = L_{нек}^y + L_{рец} \quad (7.12)$$

Тогда, по формуле (7.12), расход приточного воздуха равен:

$$L_{пек}^{пр} = 1884 + 600 = 2484 м^3 / ч$$

Аналогично определим воздухообмен в горячем цехе кулинарии и цехе птицы/гриль. Данные о расчётах представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздухообмен горячих цехов

	Q <sub>п.изб.</sub>	M <sub>w</sub>	ε	L <sub>y</sub>	L <sub>пр</sub>
Цех кулинарии	1714	280	22037	397	857
Цех птицы/гриль	1975	280	25392	940	1370

### 7.3. Расчёт воздухообмена в холодных цехах

Холодный цех кулинарии.

Определим угловой коэффициент ε луча процесса по формуле (7.10)

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 757}{220} = 12275$$

Температуру приточного воздуха при рабочей системе кондиционирования температуру приточного воздуха определяем как(7.13)

:

$$t_{np} = t_s - \Delta t_{np} \quad (7.13)$$

где, Δt<sub>np</sub> – температура, зависящая от высоты подачи воздуха в помещение

Согласно формуле(7.13):

$$t_{np} = 21 - 4 = 17,7$$

Величину тепловой напряженности определяем по следующей (7.2)

$$q = \frac{420}{44 \cdot 4} = 2,36 Вт / м^3$$

Согласно табл. 21[1], величина gradt = 0,7 °C/м.

Температура удаляемого воздуха, согласно формуле (7.1) равна:

$$t_y = 18 + 0,7 \cdot (4 - 2) = 19,7$$

Построим процесс на I-d диаграмме, зная угловой коэффициент луча процесса и температуры приточного и удаляемого воздуха:

$$I_{\text{пр}} = 33,79, I_{\text{уд}} = 41,65$$

$$d_{\text{пр}} = 7,95, d_{\text{уд}} = 8,57$$

Т.к. расчёт производится по полному теплу и влаге, воспользуемся следующими формулами. Расхождения между значениями, полученными по формулам должно составлять не более 5%. Массовый расход по теплу вычисляется по формуле(7.14):

$$G_m = \frac{3,6 \cdot Q_n}{I_y - I_{\text{пр}}} \quad (7.14)$$

По формуле(7.14) определим массовый расход по теплу:

$$G_m = \frac{3,6 \cdot 7570}{41,65 - 33,79} = 346,7 \text{ кг/ч}$$

Массовый расход по влаге вычисляется по формуле(7.15):

$$G_{\text{в}} = \frac{W}{d_y - d_{\text{пр}}} \quad (7.15)$$

По формуле(7.15) определим массовый расход по влаге:

$$G_{\text{в}} = \frac{220}{8,57 - 7,95} = 354,8 \text{ кг/ч}$$

Определим невязку по формуле(7.16):

$$H = \frac{G_m - G_{\text{в}}}{G_m} \cdot 100\% \quad (7.16)$$

Тогда, по формуле (7.16) невязка составляет:

$$H = \frac{346,7 - 354,8}{346,7} \cdot 100\% = 2,33\% < 5\%$$

Переведём расход в м<sup>3</sup>/ч по формуле (7.17):

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25



$$L = \frac{G}{\rho} \quad (7.17)$$

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

Найдем расход удаляемого воздуха по формуле(7.17):

$$L_{рас}^y = \frac{346,7}{1,2} = 288,9 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Согласно [5] рекомендуется принимать удаляемый воздух в размере 70% от приточного. Тогда расход приточного воздуха будет равен(7.18):

$$L_{рас}^{np} = \frac{L_{рас}^y}{0,7} \quad (7.18)$$

Найдём расход приточного воздуха по формуле(7.18):

$$L_{рас}^{np} = \frac{288,9}{0,7} = 412,7 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Аналогично подсчитаем воздухообмен в остальных холодных цехах и сведём в таблицу. Данные о расчётах сведены в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Воздухообмен холодных цехов

	Н, %	$L_{рас}^y$ , м <sup>3</sup> /ч	$L_{рас}^{np}$ , м <sup>3</sup> /ч
Холодный цех кулинарии	2,33	288,9	481,5
Помещение обработки яиц	3,88	212,9	354,8
Приготовление фарша	1,78	435,1	725,1
Приготовление колбасок	4,73	292,3	487,1
Цех свежая рыба	3,51	270,9	451,5
Цех копчёная рыба	0,03	497,3	778,8
Цех пельмени	2,75	243,1	405,1

#### 7.4. Расчёт воздухообмена по кратностям

Данные о кратностях воздухообмена взяты из СП 60.13330.2012[3] и сведены в таблицу 7.5. Знаком «-» будет обозначаться отсутствие притока или вытяжки воздуха в помещении

Таблица 7.5 – Воздухообмен всех помещений

Помещение		V	Кратность		Расход воздуха	
			при ток	вытяжк а	приток	вытяжка
1	2	3	4	5		
1	Торговый зал	39487,41	по расчёту		13600,00	17000,00
2	Деликатесы	464,13	1	2	464,13	928,26
3	Рыба	340,47	1	2	340,47	680,94
4	Мясо	338,04	1	2	338,04	676,08
5	Гриль	321,75	1	2	321,75	643,50
6	Кафе	115,74	1	3	115,74	347,22
7	Фасовка	153,90	1	1	153,90	153,90
8	Суши	230,85	1	2	230,85	461,70
9	Бистро	693,63	1	3	693,63	2080,89
10	Зона АШАН-рау	155,07	-	1	-	155,07
11	Кассовая зона	1696,86	-	1	-	1696,86
12	Кассовая зона 2	556,65	-	1	-	556,65
13	Моечная	34,52	4	6	138,08	207,12
14	Чистая посуда	21,36	2	3	42,72	64,08
15	Суточный запас	32,52	2	1	65,04	32,52
16	Коридор	381,32	-	-	-	-
17	Коридор	510,04	-	-	-	-
18	Чистая посуда	25,16	2	3	50,32	75,48
19	Моечная	39,92	4	6	159,68	239,52
20	Пекарня	675,72	по расчёту		2484,00	1784,00
21	Сухие продукты	97,44	-	0,5	-	48,72
22	Холодный цех кулинарии	44,8	по расчёту		288,90	481,50
23	Санузел пекарни	15,04	50 на унитаз и 25 на писуар		-	100
24	коридор	113,52	-	-	-	-
25	Горячий цех кулинарии	145,12	по расчёту		857,00	397,00
26	Моечная	35,08	4	6	140,32	210,48
27	Моечная овощей и фруктов	24,88	4	6	99,52	149,28
28	Сушка	19,28	1	3	19,28	57,84
29	Помещение обработки яиц	36,56	по расчёту		212,90	354,80
30	Гардеробная	12,28	-	1	-	12,28
31	Цех птицы/гриль	132,64	по расчёту		1370,00	940,00
32	Приготовление фарша	23,44	по расчёту		435,10	725,10
33	Моечная	37,4	4	6	149,60	224,40
34	Сушка	21,32	1	3	21,32	63,96
35	Приготовление колбасок	42,48	по расчёту		292,30	487,10
36	Цех мясо	92,16	3	4	276,48	368,64
37	Хранение специй	22,2	-	2	-	44,40
38	Сушка	15,36	1	3	15,36	46,08
39	Мойка	27,88	4	6	111,52	167,28
40	Душ	7	-	5	-	35

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

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Лист

27

Продолжение таблицы 7.5

1	2	3	4	5	6	7
41	Цех свежая рыба	56,84	по расчёту		270,90	451,50
42	Цех копченая рыба	48,16	по расчёту		497,30	778,80
43	Офис приёмки	63,52	1	2	63,52	127,04
44	Тамбур	22,84	-	-	-	-
45	Тамбур санузла	10,8	-	3	-	32,40
46	Санузел для водителей	6,44	50 на унитаз и 25 на писуар		-	50
47	Коридор	587,16	-	-	-	-
48	Приёмка прод. Товаров	449,6	2	1	899,2	449,6
49	Приёмка непрод. Товаров	241,04	1	1	241,04	241,04
50	Компакторная	219,04	-	1,5	н	328,56
51	Сушка	26,52	1	3	26,52	79,56
52	Розлив пива	30,8	-	2	-	61,6
53	Моечная товаров на вес	62,36	4	6	249,44	374,16
54	Фасовка товаро на вес	52,32	-	2	-	104,64
55	Переборка фруктов	65,2	-	2	-	130,4
56	Клининг	111,28	4	6	445,12	667,68
57	Моечная тележек	37,6	4	6	150,4	225,6
58	Чистящие средства	35,12	-	1,5	-	52,68
59	Склад E-commerce	412,68	-	1	-	412,68
60	Зарядная	149,92	-	5	-	749,6
61	Тамбур инкасации	17,2	-	н	-	-
62	Инкассация	13,8	-	1	-	13,8
63	Главная касса	66,04	-	1	-	66,04
64	Тамбур главной кассы	38,44	-	-	-	-
65	Офис кассы	55,64	1	2	55,64	111,28
66	Расх. материалы касс	24,8	-	1	н	24,8
67	Эвакуационный коридор	114,52	-	-	-	-
68	E-commerce	137,48	-	1	-	137,48
69	Полиция	28	1	1	28	28
70	Комната дознания	30,68	1	1	30,68	30,68
71	Цех пельмени	64,16	по расчёту		243,1	405,1
72	Тамбур с/у	25,72	-	3	-	77,16
73	коридор	676,56	-	-	0	0
74	Офис менеджеров	254,16	1	2	254,16	508,32
75	Санузел женский	68,44	50 на унитаз и 25 на писуар		-	200
76	Серверная	65,4	1	1,5	65,4	98,1
77	Кабинет директора	85,6	4	6	342,4	513,6
78	Столовая	267,64	3	4	802,92	1070,56
79	Раздевалка на 70 чел.	256,64	1	3	256,64	769,92
80	Преддушевая	5,64	-	2	-	11,28
81	Душевая	5,36	-	5	-	26,8

Окончание таблицы 7.5

1	2	3	4	5	6	7
82	Душевая	5	-	5	-	25
83	Преддушевая	5,36	-	2	-	10,72
84	Раздевалка мужская на 99 чел	170,68	1	3	170,68	512,04
85	Комната собраний	96	2	4	192	384
86	Отдел заказов	79,72	1	2	79,72	159,44
87	Раздевалка ЧОП	16,48	1	3	16,48	49,44
88	Хранение униформы	34,4	-	0,5	-	17,2
89	Отдел персонала	93,8	4	6	375,2	562,8
90	Мониторная	77,44	1	1,5	77,44	116,16
91	Серверная	42,28	1	1	42,28	42,28
92	Переговорная	11,8	1	2	11,8	23,6
93	Тамбур	21,4	-	-	-	-
94	Санузел мужской	66,24	50 на унитаз и 25 на писуар		-	275
95	Комната отдыха	31,96	2	4	63,92	127,84
96	Душ	13	-	5	н	65
97	Переговорная	33,68	1	2	33,68	67,36
98	Зона торг.автоматов	76,20	1	1	76,20	76,20
99	Душ	13	-	5	-	65
100	Санузел	5,52	50 на унитаз и 25 на писуар		0	50
101	Санузел	5,52	50 на унитаз и 25 на писуар		-	50
102	Склад уязвимого товара	41,68	-	1	-	41,68
Итого:					29243,63	45107,67

Должен соблюдаться баланс воздуха, то есть количество приточного и вытяжного воздуха должно быть равно. Разница в притоке и удалении возникает за счёт тех помещений, где отсутствует приток воздуха, такте как –душевые, санузлы, некоторые хранилища и др. Компенсировать недостающий приток воздуха следует при помощи подачи воздуха в смежные помещения – коридоры, тамбура.

Так же, избыток притока нельзя компенсировать при помощи дополнительной вытяжки. Составим таблицу(7.6), где распределена подача воздуха прямо пропорционально объёму помещения:

Таблица 7.6 – Воздухораспределение по коридорам

№	Помещение	V помещения, м <sup>3</sup>	Приток воздуха, м <sup>3</sup> /ч
16	Коридор	381,22	3348,03
17	Коридор	510,04	4479,39

Продолжение таблицы 7.6

№	Помещение	V помещения, м <sup>3</sup>	Приток воздуха, м <sup>3</sup> /ч
24	коридор	113,52	996,98
44	Тамбур	22,84	200,59
1	2	3	4
47	Коридор	587,16	5156,69
61	Тамбур инкасации	17,20	151,06
64	Тамбур главной кассы	38,44	337,60
67	Эвакуационный коридор	114,52	1005,76
93	Тамбур	21,40	187,94

В итоге, мы рассчитали объём воздуха, необходимый для подачи во все помещения магазина.

## 8 ПОДБОР ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ И ДОВОДЧИКОВ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ

### 8.1 Подбор воздухораспределителей

Для подачи воздуха из воздухопровода в помещение необходим воздухораспределитель. Именно от него зависит направление и характер воздушной струи. В помещениях торгового зала используются переменные вихревые воздухораспределители (рисунок 8.1), основными их особенностями является изменяемый в автоматическом режиме угол положения лопаток, в зависимости от назначения системы – от настилающей веерной струи, используемой для охлаждения до конической, используемой в холодное время для отопления.

В рабочих помещения устанавливаются универсальные воздухораспределители ДПУ-М. При закручивании или выкручивании корпуса воздухораспределителя изменяется характеристика струи и её дальность.

Материал всех воздухораспределителей – полипропилен. Он стоек к агрессивным веществам, а при горении не опасен, так как не выделяет вредных веществ и не воспламеняется.

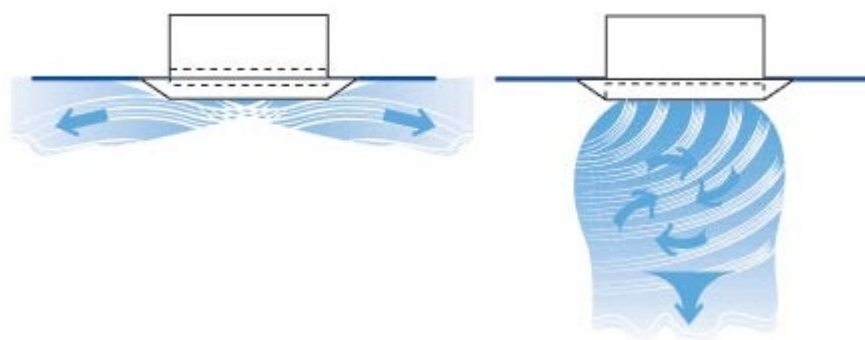


Рисунок 8.1 – Режимы работы воздухораспределителя

1 Расчёт воздухораспределителей в торговом зале.

Найдем площадь помещения на один воздухораспределитель по следующей формуле(8.1):

$$F_1 = 2.56 \cdot (h_0 - h_{p.z.}) \quad (8.1)$$

где  $h_0$  – высота помещения, м;

$h_{p.z.}$  – высота рабочей зоны, м.

Найдем  $F_1$  согласно формуле(8.1):

$$F_1 = 2.56 \cdot (9 - 2) = 125,44 \text{ м}^2$$

Наименьшее количество воздухораспределителей можно найти по формуле(8.2):

$$N = \frac{F_{\text{пом}}}{F_1} \quad (8.2)$$

По формуле (8.2) найдём количество воздухораспределителей:

$$N = \frac{4387,5}{125,44} = 35,83 \approx 36 \text{ шт}$$

Тогда, зная требуемое количество воздухораспределителей и расход воздуха, можем подобрать нужную нам модель по формуле(8.3):

$$L_{\text{ед}} = \frac{L_{\text{пр}}}{N} \quad (8.3)$$

Найдём расход воздуха на один распределитель по формуле(8.3)

$$L_{\text{ед}} = \frac{13600}{36} = 377,7 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

По заданным параметрам и каталогам можем выбрать модель:

OD-11/500 фирмы Hidra тип: круглый, диаметр 500мм, уровень звукового давления 25 Дб(А). Данная модель отличается низким создаваемым уровнем шума. Внешний вид устройства изображён на рисунке 8.2.

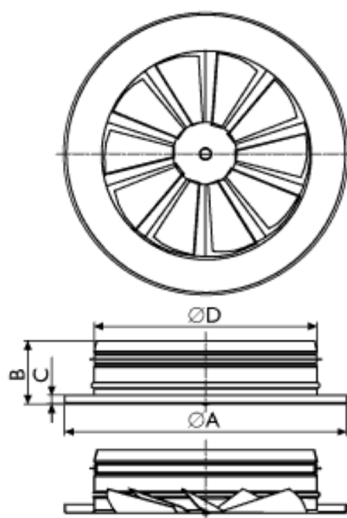


Рисунок 8.2 – Внешний вид воздухораспределителя

## 8.2 Подбор вентиляторных доводчиков

Система холодоснабжения разработана таким образом, что, непосредственно в помещение, холод доставляет вентиляторный доводчик – фанкойл. Фанкойл представляет собой теплообменник вода-воздух в специальном корпусе со встроенным вентилятором, перемещающим воздух по помещению. В данном проекте предусмотрена 2-х трубная система подключения фанкойлов. Фанкойлы устанавливаются равномерно по территории помещения.

Суммарные тепlopоступления рассчитаны ранее и составляют 197,5 кВт. Вариация исполнения фанкойлов – кассетная, согласно техническому заданию. Выбранная нами модель – KF-FCU-53-CT Фирмы Korf. Характеристики представлены в каталоге[9]. Эта модель рядом существенных преимуществ:

- крайне низкий уровень шума для данного класса мощности прибора
- Электродвигатель вентилятора с автоматическим плавным регулированием
- Регулируемый наклон дефлекторов
- встроенный фильтр с ячеистой структурой фильтрующего элемента, предотвращающий загрязнение теплообменника. Периодичность замены данного фильтра в 2 раза реже по сравнению с гофрированным
- автоматика регулировочного вентиля
- эстетичный внешний вид и простота установки.

Максимальная холодопроизводительность  $N_1 = 5300$  Вт.

Таким образом можно посчитать необходимое количество вентиляторных доводчиков по формуле(8.4):

$$n_d = \frac{N_{\Sigma}}{N_1} \quad (8.4)$$

Найдём необходимое количество вентиляторных доводчиков по формуле(8.4):

$$n_d = \frac{199837}{5300} = 37,7 \approx 38 \text{ шт}$$

Общая максимальная холодопроизводительность  $N_x$  определяется как(8.5):

$$N_x = N_1 \cdot n_d \quad (8.5)$$

Тогда, согласно формуле(8.5):

$$N_x = 5300 \cdot 38 = 201400$$

Присутствует небольшой запас производительности.



## 9 ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ

### 9.1 Выбор и описание холодильной машины

Источником холода для работы системы кондиционирования является холодильная машина (чиллер) с воздушным охлаждением, установленная снаружи здания. Согласно проекту применяется современное российское оборудования фирмы Korf.

Расход приточного воздуха всех систем равен 29243,6 м<sup>3</sup>/ч.

Потребность приточных систем в холоде определяется по формуле(9.1):

$$Q_{\text{хол}} = 0,28 \cdot c_{\text{возд}} \cdot G_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{нар}} - t_{\text{п}}) \quad (9.1)$$

где  $c_{\text{возд}}$  – теплоёмкость воздуха, Вт/м<sup>3</sup> · К;

$G_{\text{возд}}$  – массовый расход воздуха, кг/час

$t_{\text{нар}}$  – начальная температура наружного воздуха – средняя температура самого жаркого месяца в году, 26,7 °С

$t_{\text{п}}$  – температура приточного воздуха, 22°С

Тогда по формуле (9.1):

$$Q_{\text{хол}} = 0,28 \cdot 1,005 \cdot 1,2 \cdot 29243,6 \cdot (26,6 - 22) = 35550 \text{ Вт}$$

Так же необходимо учесть, максимальное потребление холода фанкойлами – 201400 Вт

Тогда, суммарная потребность системы в холоде составляет 236900 Вт.

По каталогу производителя выбираем подходящую нам холодильную машину. Выбранная модель LBA-270 фирмы Korf. Характеристики:

- холодопроизводительность – 266 кВт
- количество компрессоров – 6 шт
- количество ступеней холодопроизводительности – 5 шт
- полная мощность – 88кВт
- транспортировочная масса – 2490 кг

Преимуществами данной машины являются:

- диапазон рабочих температур от +5 до +43 °С
- высокий холодильный коэффициент и минимальное потребление электроэнергии на частичных нагрузках
- специальный алгоритм управления компрессорами, обеспечивающий их равномерную наработку ресурса
- возможность работать с растворами гликоля до 40%
- управляющее оборудование с возможностью дистанционного мониторинга всех параметров и настройки режима работы
- рекордно низкий уровень шума и вибраций

- комплектация двумя высоконапорными (рабочий и резервный) циркуляционными насосами.



Рисунок 8.1 Внешний вид чиллера Korf LBA-270

## 9.2 Гидромодуль

Встроенный гидромодуль снабжён двумя высоконапорными циркуляционными насосами с возможностью выбора времени наработки насосов для их равномерного износа и автоматическим переключением на резервный в случае аварии. Располагаемое статическое давление – 380кПа. До и после каждого насоса установлен запорный вентиль с автоматическим приводом.

В гидромодуль встроены:

- сетчатый фильтр для каждого насоса
- автоматический воздухоотводной клапан с отсечным клапаном
- предохранительный клапан 6 бар с дренажным отводом
- система двухступенчатого запуска с целью сохранения ресурса насоса и снижения его пусковых токов
- расширительный бак 24л с запорным вентилем

## 9.3. Описание принципиальной схемы системы холодоснабжения

Схема охлаждения двухконтурная, закрытая. Используемый хладагент – фреон R410A циркулирует в первом контуре. Во втором контуре в качестве теплоносителя используется вода или растворы этиленгликоля до 40%, именно вторичный теплоноситель охлаждает вентиляторные доводчики.

Холодильная машина использует воздушное охлаждение конденсатора. Вентиляторы конденсатора сделаны с учётом новейших разработок компании, они изготавливаются из композитных материалов, а их форма подобрана таким образом, чтобы создавать минимум шума при работе.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Лист

35

Данный чиллер снабжен встроенным гидромодулем, что является большим плюсом, так как это решение значительно упрощает монтаж и подключение к электросети, не занимает дополнительную площадь и уже имеет все необходимые для работы компоненты. Так же есть возможность отказаться от использования встроенного гидромодуля, например, если требуется установить систему из нескольких чиллеров, тогда можно подключить их к одному выносному гидромодулю. Принцип работы заключается в следующем: фреон сжимается в компрессорах до заданного высокого давления, затем, минуя обратный клапан направляется в конденсатор. На пути к конденсатору установлен предохранительный клапан. В конденсаторе фреон конденсируется и отдаёт своё тепло в окружающую среду. Далее сконденсировавшийся фреон направляется через фильтр-осушитель в термо-регулирующий клапан (ТРВ). Именно в ТРВ сжиженный хладагент превращается в паро-жидкостную смесь низкого давления и температуры. Эта смесь попадает в испаритель. Испаритель – теплообменник в котором тепло от проходящей по нему воды передаётся фреону, в результате чего он испаряется. Газообразный хладагент попадает в компрессор, где сжимается и цикл повторяется вновь. Принципиальная схема работы изображена на рисунке 8.2

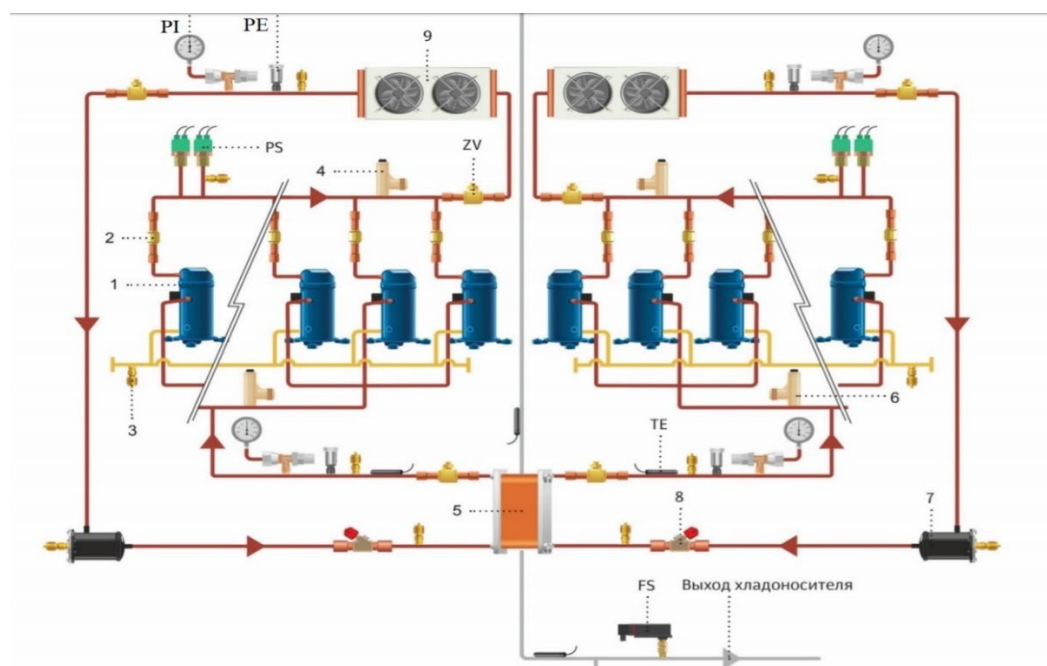


Рисунок 8.2. Схема работы холодильной машины.

1 – спиральный компрессор с подогревом картера, 2 – обратный клапан, 3 – сервисный штуцер, 4 – предохранительный клапан высокого давления, 5 – испаритель, 6 – предохранительный клапан низкого давления, 7 – фильтр осушитель, 8 – электронный расширительный клапан со смотровым стеклом, 9 – конденсатор воздушного охлаждения, TE – датчик температуры, FS – реле протока, PS – аварийное реле высокого давления, PE – датчики высокого и низкого давления, PI – манометры высокого и низкого давления с запорными вентилями, ZV – запорные вентили холодильного контура.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Лист

36

## 10 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

Основными целями аэродинамического расчёта являются: определение потерь давления, для подбора вентилятора, а также увязка ответвления с магистральным воздухопроводом.

Гидравлический расчёт выполняется по следующей методике:

Определяем необходимое сечение воздуховода на участке(10.1):

$$f = \frac{L}{3600 \cdot v} \quad (10.1)$$

где,  $L$  – расход воздуха на участке, м<sup>3</sup>/ч;

$v$  – рекомендуемая скорость движения воздуха на участке.

Подберём скорость согласно таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Рекомендуемая скорость

Участок сети	Рекомендуемая скорость на участке, м/с	
	Естественная	С мех. побуждением
Решётки	≤0,5	≤3
Ответвления	≤1	≤5
Магистраль	≤1,5	≤7

Фактическая скорость движения воздуха на участке определяется по формуле(10.2):

$$g = \frac{L}{3600 \cdot a \cdot b} \quad (10.2)$$

Для прямоугольных воздухопроводов следует определить эквивалентный диаметр по формуле(10.3):

$$d_{\text{ЭКВ}} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} \quad (10.3)$$

где,  $a$  и  $b$  – ширина и высота трубопровода, м

Потери на трение рассчитываются по формуле(10.4):

$$R = \frac{\lambda \cdot P_{\text{Д}}}{2 \cdot d_{\text{ЭКВ}}} \quad (10.4)$$

где  $P_{\text{Д}}$  – динамическое давление, Па

$P_d$  определяется по формуле(10.5):

$$P_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (10.5)$$

где,  $v$  – скорость движения воздуха, м/с;

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

$\lambda$  – коэффициент гидравлического трения, рассчитываемы по формуле(10.6):

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{k_{\varepsilon}}{d_{\text{экв}}} + \frac{68}{\text{Re}} \right) \quad (10.6)$$

где  $k_{\varepsilon}$  – эквивалентная шероховатость стенок воздуховода;

$\text{Re}$  – критерий Рейнольдса, определяется по формуле(10.7):

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d_{\text{экв}}}{\mu} \quad (10.7)$$

где  $\mu$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха,  $\mu = 1,47 \cdot 10^{-5}$  м/с;

Потери на трение по длине(10.8) составят:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l \quad (10.8)$$

где,  $l$  –длина участка, м.

Коэффициенты местных сопротивлений можно определить по [2].

Тогда, потери давления от местных сопротивлений можно определить по формуле(10.9):

$$z = \sum \varepsilon \cdot P_d \quad (10.9)$$

где,  $\sum \varepsilon$  – суммарный коэффициент всех местных сопротивлений.

Тогда, потери давления на участке можно определить по формуле(10.10):

$$\Delta P = z + \Delta P_{\text{тр}} \quad (10.10)$$

После этого, необходимо рассчитать невязку ответвления и магистрали(10.11):

$$H = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100\% \quad (10.11)$$

где,  $\Delta P_{\text{маг}}$  и  $\Delta P_{\text{отв}}$  – потери давления на магистрали и ответвлении соответственно, Па.

Невязка не должна превышать 15%, в противном случае необходима установка дроссель-клапана на ответвлении. Степень открытия дроссель клапана можно определить, согласно [4], по формуле(10.12):

$$\delta = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{отв}}^{\text{д}}} \quad (10.12)$$

где,  $\Delta P_{\text{отв}}^{\text{д}}$  – действительные потери давления на ответвлении, Па.

### 10.1 Расчёт приточной системы П1.

Рассмотрим участок 1:

Расход  $200\text{ м}^3/\text{ч}$ , расчётная длина 4,7 м. Сечение канала – круглое, диаметр – 315 мм.

Определим скорость потока по формуле(10.2)

$$v = \frac{320}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,315^2} = 2,85 \text{ м/с}$$

Определим критерий Рейнольдса по формуле(10.7):

$$\text{Re} = \frac{2,85 \cdot 0,315}{1,47 \cdot 10^{-5}} = 6428$$

Определяем коэффициент гидравлического трения по формуле(10.6)

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{0,1}{0,315} + \frac{68}{6428} \right) = 0,036$$

Определим динамическое давление по формуле (10.5)

$$P_{\text{д}} = \frac{1,2 \cdot 2,85^2}{2} = 0,054 \text{ Па}$$

Найдем удельные потери по длине по формуле (10.4)

$$R = \frac{0,036 \cdot 0,054}{2 \cdot 0,315} = 0,003 \text{ Па/м}$$

Определим потерю давления по длине на участке по формуле (10.8):

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$\Delta P = 0,003 \cdot 4,7 = 0,0141 \text{Па}$$

Определим местные сопротивления на участке:

Отвод 90° ( $\epsilon=1,2$ )

Воздухораспределитель  $\Delta P=21$  Па – согласно [8]

Определим потери давления на местных сопротивления, согласно формуле(9.9):

$$z = 1,2 \cdot 0,054 = 0,65 \text{Па}$$

Суммарные потери на участке определим по формуле (10.10):

$$\Delta P = 0,65 + 21 + 0,014 = 21,66 \text{Па}$$

Аналогично рассчитаем остальные участки системы П1. Данные о расчёте представлены в таблице 10.3.

Данные о КМС оборудования представлены в таблице 10.2

Таблица 10.2 – Местные сопротивления системы П1

№	Местное сопротивление	$\epsilon$	$\Sigma \epsilon$
1,4,6,9,11,14	Отвод 90°	1,2	1,2
2,3,7,8,12,13	Тройник на проход	0,2	0,5
	Конфузор	0,3	
5	Тройник на ответвление	1	1
10	Крест	4	4
15	Отвод 90° квадр.–3	2,1	6,3
16	Тройник на проход–3	0,2	1,5
	Конфузор – 3	0,5	

Таблица 10.3. – Аэродинамический расчёт системы П1

№	L, м3/ч	l, м	v, м/с	Размеры воздухопроводов				Rтр, Па	$\Sigma \epsilon$	Потери давления, Па			
				a, м	b, м	d экв, м	F, м2			При- боры	Z	На уч-ке	Всего
1	320	4,7	2,85			0,315	0,31	1,28	1,20	21	5,86	28,14	28,14
2	640	5,4	3,54			0,400	0,50	1,40	0,50	21	3,76	26,15	54,29
3	960	2,1	3,40			0,500	0,79	0,32	0,50	21	3,46	24,78	79,07
4	320	6,3	2,85			0,315	0,31	1,71	1,20	21	5,86	28,57	107,65
5	1280	17	2,85			0,630	1,25	1,15	1,00	0	4,88	6,04	113,68
6	320	4,7	2,85			0,315	0,31	1,28	1,20	21	5,86	28,14	141,82
7	640	5,4	3,54			0,400	0,50	1,40	0,50	21	3,76	26,15	167,98
8	960	2,1	3,40			0,500	0,79	0,32	0,50	21	3,46	24,78	192,76

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

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Лист

40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	320	6,3	2,85			0,315	0,31	1,71	1,20	21	5,86	28,57	221,33
10	2560	13,3	4,62			0,700	1,54	1,92	4,00	0	51,27	53,18	274,52
11	320	4,7	2,85			0,315	0,31	1,28	1,20	21	5,86	28,14	302,65
12	640	5,4	3,54			0,400	0,50	1,40	0,50	21	3,76	26,15	328,81
13	960	2,1	3,40			0,500	0,79	0,32	0,50	21	3,46	24,78	353,59
14	320	6,3	2,85			0,315	0,31	1,71	1,20	21	5,86	28,57	382,16
15	3840	30,45	3,69	1,2	0,8	0,960	2,89	1,49	6,3	0	52,17	53,66	435,82
16	4800	38	4,61	1,2	0,8	0,960	2,89	2,89	1,5	63	19,11	85,00	520,82

Схема воздухопровода П1 изображена на рисунке 10.1

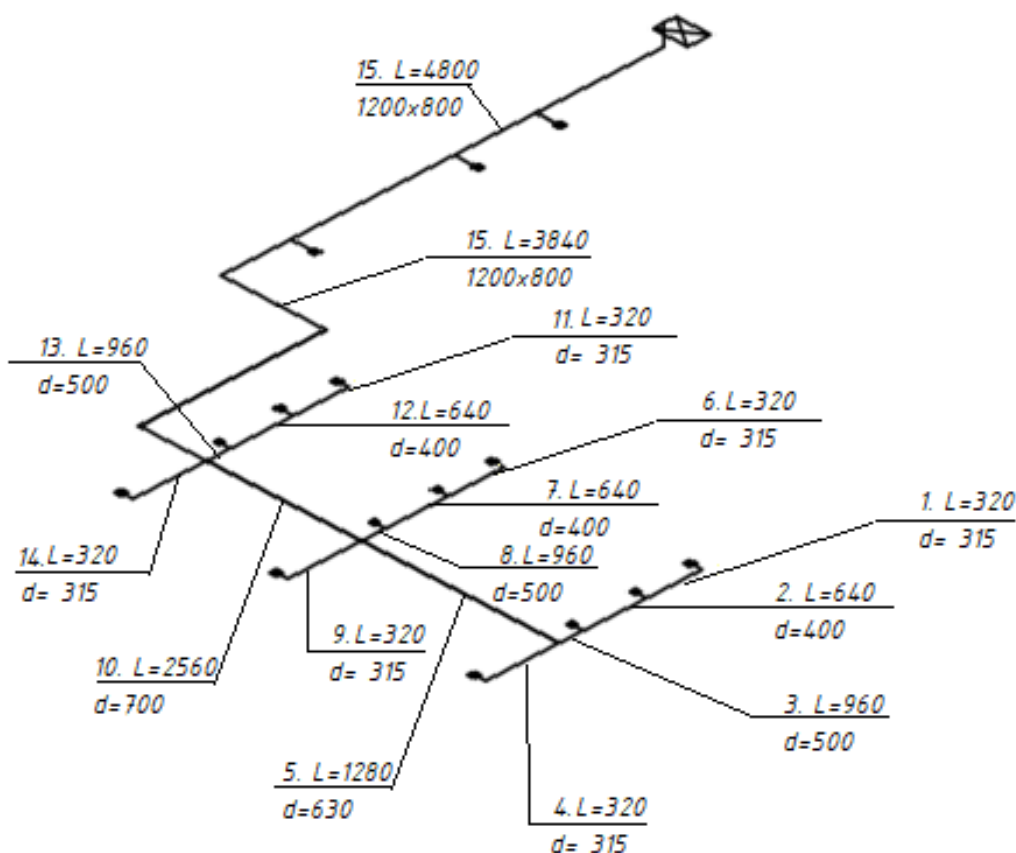


Рисунок 10.1 – Расчётная схема приточной системы П1

## 10.2 Расчёт вытяжной системы В1.

Расчёт ведется по тому же методу, что и расчёт системы П1

Рассмотрим участок 1:

Расход  $75\text{ м}^3/\text{ч}$ , расчётная длина 4 м. Сечение канала – круглое, диаметр – 125 мм.

Определим скорость потока по формуле(10.2)



$$g = \frac{75}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,125^2} = 4,25 \text{ м/с}$$

Определим критерий Рейнольдса по формуле(10.7):

$$Re = \frac{4,25 \cdot 0,125}{1,47 \cdot 10^{-5}} = 3610$$

Определяем коэффициент гидравлического трения по формуле(10.6)

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{0,1}{0,125} + \frac{68}{3610} \right) = 0,088$$

Определим динамическое давление по формуле (10.5)

$$P_d = \frac{1,2 \cdot 4,25^2}{2} = 10,89 \text{ Па}$$

Найдем удельные потери по длине по формуле (10.4)

$$R = \frac{0,088 \cdot 10,89}{2 \cdot 0,125} = 3,87 \text{ Па/м}$$

Определим потерю давления по длине на участке по формуле (10.8):

$$\Delta P_{mp} = 3,87 \cdot 4 = 15,27 \text{ Па}$$

Определим местные сопротивления на участке:

Отвод 90° ( $\epsilon=1,2$ )

Воздухораспределитель ( $\Delta P=5$  Па – согласно [8])

Определим потери давления на местных сопротивления, согласно формуле(10.9):

$$z = 1,2 \cdot 10,89 = 12,98 \text{ Па}$$

Суммарные потери на участке определим по формуле (10.10):

$$\Delta P = 15,27 + 5 + 12,89 = 33,25 \text{ Па}$$

Аналогично рассчитаем остальные участки системы В1. Данные о расчёте представлены в таблице 10.5.

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Данные о КМС оборудования представлены в таблице 10.4

Таблица 10.4 – Местные сопротивления системы В1

№	Местное сопротивление	$\varepsilon$	$\Sigma\varepsilon$
1,4,7,10	Отвод 90°	1,2	1,2
2,3,4,5,6,8,11	Тройник на проход Конфузор	0,2 0,3	0,5
9	Тройник на ответвление Конфузор	1 0,3	1,3
12	Отвод 90° квадр.-3	2,1	6,3

Таблица 10.5 – Аэродинамический расчёт системы В1

№	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	v, м/с	Размеры воздуховодов				Ртр, Па	$\Sigma\varepsilon$	Потери давления			
				a, м	b, м	d экв, м	F, м <sup>2</sup>			При боры	Z, Па	На участке	Всего
1	75	4	4,25			0,125	0,05	15,27	1,20	5	12,98	33,25	33,25
2	275	5,5	2,45			0,315	0,31	1,10	0,50	5	1,80	7,91	41,16
3	375	4	3,34			0,315	0,31	1,49	0,50	5	3,35	9,84	51,00
4	450	5	4,01			0,315	0,31	2,68	1,70	5	4,83	12,51	63,51
5	500	5	4,46			0,315	0,31	3,31	0,50	5	5,96	14,27	77,79
6	675	3	6,02			0,315	0,31	7,24	0,50	5	10,86	23,10	100,89
7	50	10	2,83			0,125	0,05	16,98	1,20	5	5,77	27,75	128,65
8	75	5	4,25			0,125	0,05	19,09	0,50	5	5,41	29,49	158,14
9	750	6	4,15			0,400	0,50	2,13	1,30	0	13,41	15,55	173,69
10	950	3	5,25			0,400	0,50	1,71	1,20	10	19,86	31,57	205,26
11	1050	3	5,81	0,6	0,3	0,400	0,50	2,09	0,50	10	10,11	22,20	227,46
12	1250	16	4,80	0,6	0,4	0,480	0,72	5,29	4,60	10	63,58	78,87	306,33

Остальные системы вентиляции рассчитываются аналогично, данные о них сведём в таблицу 10.6.

Всего разработано 16 вытяжных и 12 приточных

Таблица 10.6 – Расчётные данные о системах

Система	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Потери давления, Па
П1	4800	520
П2	5200	585
П3	5200	538
П4	6000	605
П5	2480	279
П6	3720	418
П7	2540	265
П8	2550	281
П9	2495	197

Продолжение таблицы 10.6

1	2	3
П10	3710	417
П11	2960	333
П12	3560	400
Суммарный расход = 45215 м <sup>3</sup> /ч		
В1	1250	306
В2	1770	254
В3	4530	509
В4	3375	379
В5	3475	390
В6	2495	280
В7	2335	262
В8	2780	312
В9	2745	309
В10	2465	325
В11	2880	356
В12	2750	314
В13	3655	401
В14	2875	377
В15	2725	369
В16	2600	292
Суммарный расход = 44705 м <sup>3</sup> /ч		

На рисунке 10.2 Представлена расчётная схема системы В1.

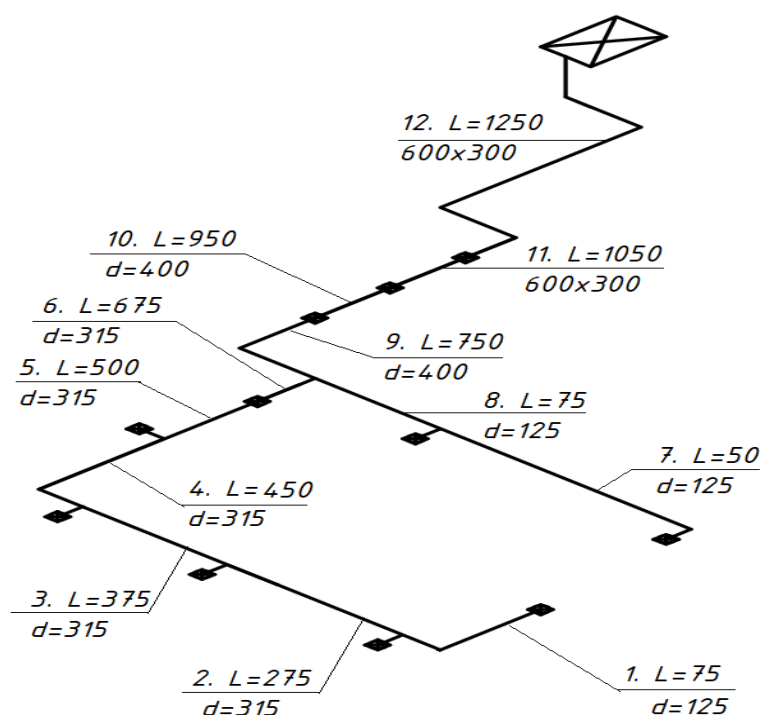


Рисунок 10.2 – Расчётная схема вытяжной системы В1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Лист

44

## 11 ОПИСАНИЕ ПРИНЯТОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данном магазине спроектировано 12 приточных и 16 вытяжных систем с механическим побуждением воздуха.

Системы П1, П2, П3, П4 обеспечивают приток воздуха в торговый зал, а также мочные и коридоры. Оборудование их приточных установок размещено на крыше. В торговом зале приняты воздухораспределители OD-11/M500, работающие в настилающее веерном режиме при включенной системе кондиционирования. Далее необходимо определить подходящий по характеристикам вентилятор, который будет нагнетать воздух в систему. Для этого необходимо учесть суммарный расход воздуха в системе, расчётное гидравлическое сопротивление системы, а также гидравлические сопротивления вспомогательного встраиваемого оборудования – фильтра, шумоглушителя и обратного клапана.

Согласно[9] подберем совместимое по типоразмеру оборудование фирмы Korf. Фильтр – карманный. Скорость потока непосредственно перед фильтром принимаем равной скорости потока на последнем участке системы, при данной скорости необходимо определить гидравлическое сопротивление фильтра. Так же необходимо подобрать шумоглушитель, чтобы звуковые волны, создаваемые вентилятором не распространялись в сторону рабочей зоны и учесть его гидравлическое сопротивление.

В качестве примера рассмотрим систему П1, производительностью 4800 м<sup>3</sup>/ч. Суммарное сопротивление равно системы равно 520 Па. Скорость движения воздуха в последней расчётной секции – 4,8 м/с. Предварительно выберем вентилятор из типовых вариантов. Подобранная модель – Korf WNP-70-40/35.2D, при нашем расходе воздуха, создаваемое вентилятором статическое давление (рисунок 11.1) можно определить по графику[9].

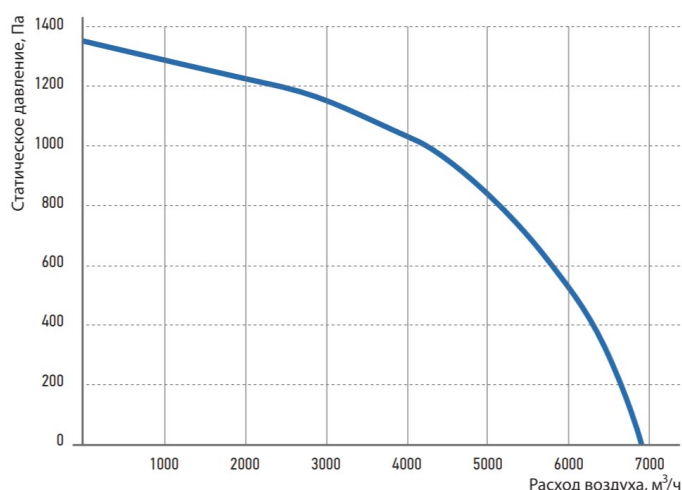


Рисунок 11.1 – Характеристики вентилятора

Примерное статическое давление – 850 Па. Подберём к данному типоразмеру вентилятора карманный фильтр. Выбранная модель – Korf FKU70 - 40. Определим

потери давления в фильтре (рисунок 11.2), зная скорость воздушного потока, по графику[9]:

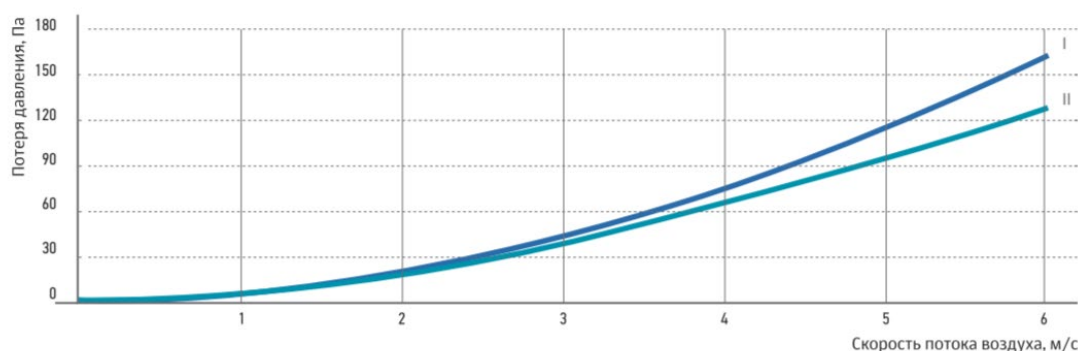


Рисунок 11.2 – гидравлическое сопротивление фильтра

Модельному ряду 70-40 соответствует линия II. Потери давления при скорости 4,8 м/с составят 90Па.

Так же, согласно выбранному типоразмеру подберём шумоглушитель. Шумоглушитель представляет собой канал, внутри которого находятся секции с минеральной ватой. Для предотвращения выдувания частиц минеральной ваты, секции обтянуты стеклохолстом. Выбранная модель: SG 70-40. Сопротивление шумоглушителя (рисунок 11.2) найдём по графику[9].

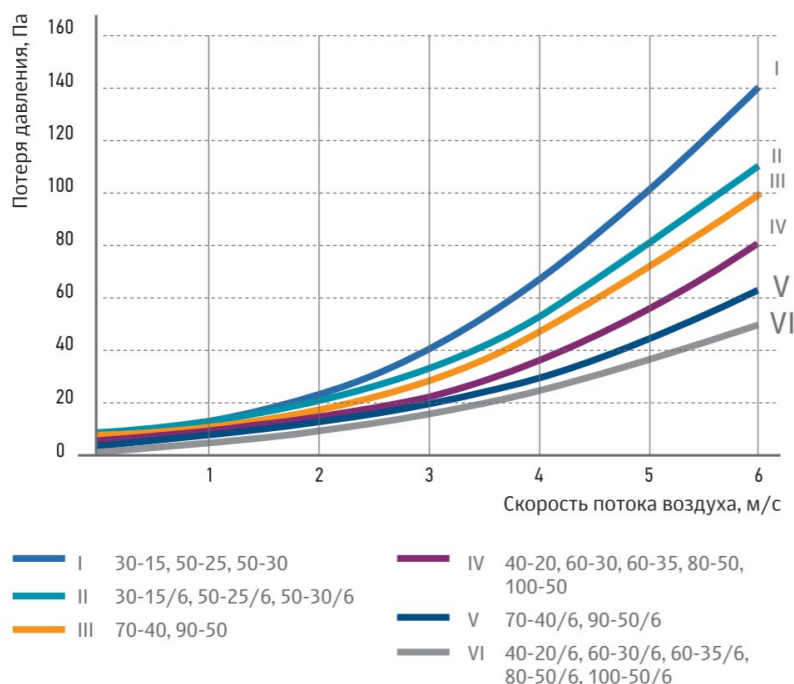


Рисунок 11.3 Гидравлическое сопротивление шумоглушителя

Модельному ряду 70-40 соответствует линия III. При скорости 4,8 м/с потери давления составят 70 Па. Суммарные потери давления в системе составляют 680Па, из чего можно сделать вывод, что вентилятор подобран правильно. Так же остается запас на неучтённые сопротивления, который определяется по формуле(11.1):

$$\alpha = \frac{\Delta P_1 - \Delta P_2}{\Delta P_1} \cdot 100\% \quad (11.1)$$

Тогда, согласно формуле (11.1) определим запас по давлению.

$$\alpha = \frac{850 - 640}{850} \cdot 100\% = 20\%$$

Данный запас по давлению считается приемлемым, так как превышает 15%.

Подберём необходимое оборудование для вытяжной системы В1, производительностью 1250 м<sup>3</sup>/ч. Суммарное сопротивление равно системы равно 306 Па. Скорость движения воздуха в последней расчётной секции – 4,5 м/с. Предварительно выберем вентилятор из типовых вариантов. Подобранная модель – Korf WNP-50-30/25.2D, при нашем расходе воздуха, создаваемое вентилятором статическое давление (рисунок 11.4) можно определить по графику[9].

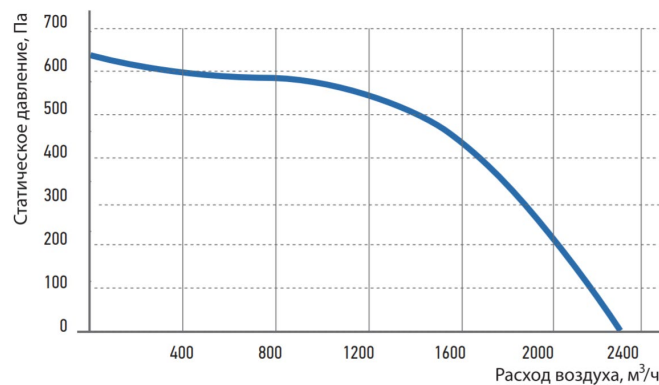


Рисунок 11.4 – Характеристики вентилятора

Примерное статическое давление – 540 Па. Подберём к данному типоразмеру вентилятора карманный фильтр. Выбранная модель – Korf FKU50 - 30. Определим потери давления в фильтре (рисунок 11.5), зная скорость воздушного потока, по графику[9]:

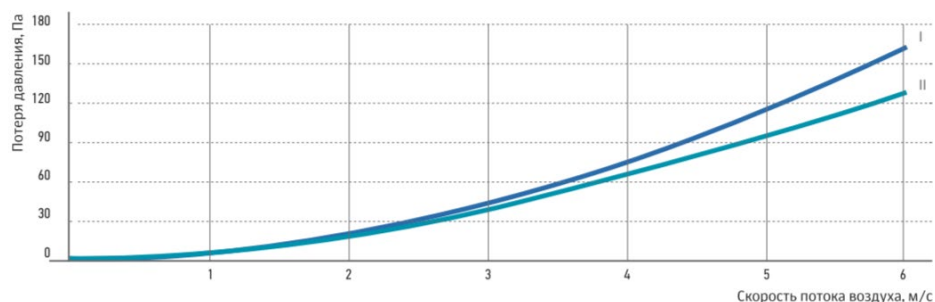


Рисунок 11.5 – гидравлическое сопротивление фильтра

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Лист

47

Модельному ряду 50-30 соответствует линия II. Потери давления при скорости 4,5 м/с составят 70 Па.

Так же, согласно выбранному типоразмеру подберём шумоглушитель. Шумоглушитель представляет собой канал, внутри которого находятся секции с минеральной ватой. Для предотвращения выдувания частиц минеральной ваты, секции обтянуты стеклохолстом. Выбранная модель: SG 50-30. Сопротивление шумоглушителя (рисунок 11.5) найдём по графику[9].

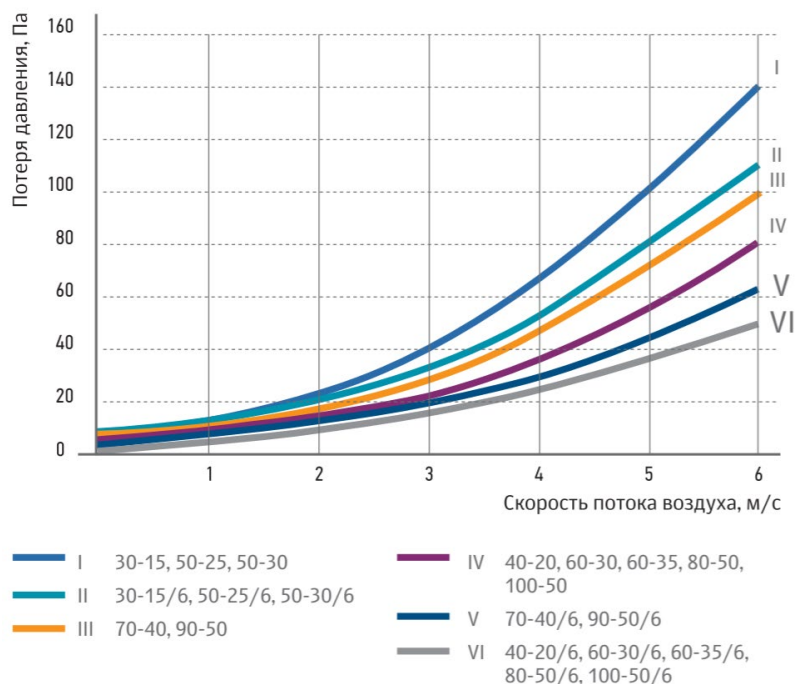


Рисунок 11.5 Гидравлическое сопротивление шумоглушителя

Модельному ряду 50-30 соответствует линия II. При скорости 4,8 м/с потери давления составят 70 Па. Суммарные потери давления в системе составляют 446Па, из чего можно сделать вывод, что вентилятор подобран правильно. Так же остается запас на неучтённые сопротивления, который определяется по формуле(11.1):

$$\alpha = \frac{540 - 446}{540} \cdot 100\% = 17,4\%$$

Данный запас по давлению считается приемлемым, так как превышает 15%.

Подберём аналогичное оборудование для всех систем. Результаты сведены в таблицу 11.1.

Таблица 11.1 – принятое в системах оборудование

Система	Вентилятор	Фильтр	Шумоглушитель	$\alpha$ , %
П1	WNP 70-40/35.2D	FKU 70-40	SG 70-40	20
П2	WNP 80-50/40.4D	FKU 80-50	SG 80-50	27

Продолжение таблицы 11.1

Система	Вентилятор	Фильтр	Шумоглушитель	$\alpha$ , %
П3	WNP 80-50/40.4D	FKU 80-50	SG 80-50	25
П4	WNP 80-50/40.4D	FKU 80-50	SG 80-50	20
П5	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	27
П6	WNP 70-40/31.2D	FKU 70-40	SG 70-40	16
П7	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	31
П8	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	28
П9	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	35
П10	WNP 70-40/31.2D	FKU 70-40	SG 70-40	25
П11	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	24
П12	WNP 70-40/31.2D	FKU 70-40	SG 70-40	27
В1	WNP 50-30/25.2D	FKU 50-30	SG 50-30	17
В2	WNP 50-30/25.2D	FKU 50-30	SG 50-30	20
В3	WNP 70-40/35.2D	FKU 70-40	SG 70-40	21
В4	WNP 70-40/31.2D	FKU 70-40	SG 70-40	31
В5	WNP 70-40/31.2D	FKU 70-40	SG 70-40	18
В6	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	28
В7	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	31
В8	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	25
В9	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	25
В10	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	24
В11	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	22
В12	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	25
В13	WNP 70-40/31.2D	FKU 70-40	SG 70-40	27
В14	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	21
В15	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	22
В16	WNP 60-30/28.2D	FKU 60-30	SG 60-30	29



## 12 АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) призваны решать ряд задач по управлению работой системы. В современных системах автоматика отвечает за все аспекты работы: включение и выключение, питание устройств, регулирование технологических процессов, наблюдение за состоянием системы и комплекс действий при той или иной аварии.

Проект автоматизации системы кондиционирования выполнен в соответствии с СП[3] и учётом рекомендаций книги «Автоматика и автоматизация систем теплоснабжения и вентиляции», ред. В .Н. Богословского[20].

Автоматика системы кондиционирования и вентиляции предусматривает три основных направления в разработке:

- средства регулирования и автоматизации работы холодильной машины
- средства регулирования и автоматизации работы приточно-вытяжных установок
- средства регулирования и автоматизации работы вентиляторных доводчиков.

Проектируемая система кондиционирования должна выполнять следующие функции:

- регулирование расхода воздуха
- регулирование температуры воздуха в помещении
- блокировка и защита
- сигнализация.

В ходе исполнения данных заданий, АСУ ТП воздействует на каждый из трёх основных элементов системы кондиционирования –холодильную машину, приточно вытяжную установку, вентиляторные доводчики.

### 12.1 Задачи АСУ в системе кондиционирования

Автоматизация систем предусмотрена в следующем объёме:

В тепловых пунктах комплекса запроектированы контроллеры для поддержания необходимых параметров: температуры и давления в подающем и обратном трубопроводах системы холодоснабжения.

Системы приточно-вытяжной вентиляции оборудованы средствами управления, блокировки, регулирования и контроля.

Эти средства будут обеспечивать:

- управление электродвигателями всех вентиляторов вентиляционных систем,
- управление всеми приводами заслонок наружного, рециркуляционного и удаляемого воздуха,
- регулирование расхода приточного воздуха в соответствии с заданными программой значениями.

Проектом предусмотрено отключение электроснабжения установок вентиляции в случае возникновения пожара.

Система кондиционирования и вентиляции в проекте должна не только выполнять санитарно-гигиенические требования и требования безопасности эксплуатации, быть совершенной в отношении комфорта и качества с точки зрения эстетического восприятия. Должно быть исключаться наличие шума, вибрации, дутья. Высокие требования предъявлены к экономии тепловой и электрической энергии.

Физические процессы переноса энергии в ограждающих конструкциях и помещениях здания, а также в тепло-и массообменных аппаратах системы кондиционирования воздуха протекают во времени и являются, таким образом, процессами динамическими.

В результате протекания данных процессов под влиянием внешних и внутренних возмущающих факторов и формируется микроклимат здания. Заданные значения параметров микроклимата в помещении могут быть обеспечены с помощью регулирующих воздействий.

К внешним факторам возмущения относят изменение параметров наружного воздуха, скорости ветра, интенсивности солнечного излучения.

К внутренним факторам возмущения следует отнести изменяющиеся поступления теплоты, влаги и углекислого газа от людей и установленного оборудования, а также теплопоступления от источников освещения внутри самого помещения.

Создание необходимых параметров микроклимата помещения на заданном уровне вызывает необходимость управления процессами создания микроклимата при постоянно изменяющихся внутренних условиях и факторов окружающей среды.

Задачей управления системы кондиционирования воздуха является вмешательство в ход технологического процесса обработки воздуха путем изменения таких параметров как: влажность, температура, подвижность воздуха.

Система управления микроклиматом здания - это совокупность технических средств, которые получают и обрабатывают информацию о состояниях технологического процесса обработки воздуха, поддерживают заданные значения параметров микроклимата в обслуживаемых помещениях. При этом учитывается функционирование системы в условиях постоянно меняющихся внешних и внутренних факторов. В такой ситуации следует обеспечить рациональное протекание тех или иных технологического процессов обработки воздуха, а также подобрать их оптимальную последовательность.

В наше время широкое распространение в системах кондиционирования воздуха получило автоматическое регулирование параметров микроклимата с помощью компьютерного управления, которого достаточно для комфортного кондиционирования воздуха в помещениях социальной сферы. Основными функциями системы автоматического регулирования наряду с постоянным поддержанием заданных параметров микроклимата (стабилизацией или программным автоматическим регулированием) являются:

- Контроль состояния отдельных систем, элементов и всей системы в целом,

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

- Защита оборудования от перегрузки, перегрева,
- Блокировка отдельных элементов для обеспечения безопасной работы в случае аварии;
- Снижение энергозатрат системы.

Необходимо также уделять внимание увеличению надежности и сроков службы оборудования. Одним из основных путей достижения этих целей является рациональное использование средств автоматического регулирования в необходимых объемах, создавая, тем самым, дополнительный запас надежности систем в соответствии с требованиями проекта.

В ряде случаев, грамотным применением средств автоматики можно избежать нежелательные явления. Например, перегрев оборудования, недостаток масла в компрессоре, чрезмерное загрязнение воздухопроводов.

Проектирование системы дымоудаления при пожаре также требует надежных средств автоматики. Специфика данной системы состоит в том, что она может не использоваться на протяжении многих лет, за исключением плановых контрольных пусков (в соответствии с противопожарными нормативно-правовыми документами) при проведении пожарной инспекции здания. В результате система при пожаре может оказаться неспособной выполнять поставленные перед ней задачи по различным причинам. Среди последних могут быть: разукomплектование систем или их частей, несанкционированные внесения изменений в конструкцию, неисправность агрегатов или частей системы, ошибки при эксплуатации.

Немаловажным с точки зрения проектирования может являться требование заказчика предусмотреть возможности перепланировки и перепрофилирования помещений здания, что вполне возможно в сегодняшних экономических реалиях (так некоторые помещения могут быть переданы в пользование другим владельцам, что может повлечь за собой пересмотр порядка использования СКВ). Изменение условий в помещениях повлечет применение регулирования работы систем, а эти функции, в свою очередь, будут возложены на системы автоматизации и управления.

Немаловажной причиной для внедрения совершенных, надежных и легкоуправляемых средств автоматизации являются требования энергосбережения.

## **12.2. Принятые проектные и технологические решения.**

В проектируемой системе создания микроклимата планируется использовать стандартное оборудование из каталогов заводов производителей. Средства автоматизации систем поставляются фирмами-изготовителями основного оборудования или их партнёрами.

Так, в целях обеспечения требований нормативных документов и рекомендаций, в системе кондиционирования предусмотрено регулирование расхода теплоносителя с помощью автоматических термостатических вентилей фирмы «Korf». При изменении тепловых нагрузок помещения клапан автоматически изменяет расход воды, проходящей через фанкойлы.

						<i>Лист</i>
					<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	52
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

В помещении установлены электронные регуляторы типа ERT 400 фирмы «Korf» (рисунок 12.1).

Электронные регуляторы серии ERT предназначены для поддержания температуры теплоносителя в системах водяного охлаждения пропорционально температуре наружного воздуха и постоянной температуры в системе холодоснабжения фанкойлов.



Рис.12.1 «Внешний вид регулятора Korf ERT 400».

Регуляторы управляют моторными клапанами на трубопроводах охлаждающего воды в зависимости от показаний температурных датчиков.

Регуляторы имеют тиристорные выходы для управления приводом регулирующего клапана и релейные выходы для управления циркуляционным. К данному регулятору можно подключить до шести температурных датчиков, дистанционные панели контроля и управления, дополнительные релейные и коммуникационные модули. Корпуса регуляторов ERT 400 разработаны для настенного монтажа, для установки в вырезе щита управления или на DIN-рейке. Регуляторы имеют встроенный коммуникационный модуль с разъемом на передней панели. Регуляторы ERT 400 имеют встроенный таймер для изменения режимов регулирования по времени и большой информационный дисплей. Переключаются они с одной прикладной задачи на другую с помощью управляющих информационных карт, вставляемых в регулятор. Каждая карта обеспечивает функционирование регулятора применительно к конкретной системе холодоснабжения.

На дисплее (рисунок 12.2) отображается информация о состоянии системы отопления и теплоснабжения фанкойлов. Программирование времени и параметров системы показано на одном из дисплеев, который может быть выбран как рабочий. Дисплей используется также для установки параметров регулирования.

Настоящим проектом предусмотрена управляющая карта типа P30, русифицированная, главной задачей которой является управление клапанами и насосами в системе холодоснабжения.

Так же в качестве объекта автоматизации и управления в рамках данного проекта рассматривается комплекс устройств, включающий в себя приточную

установку, вытяжную установку В1, систему утилизации теплоты вытяжного воздуха

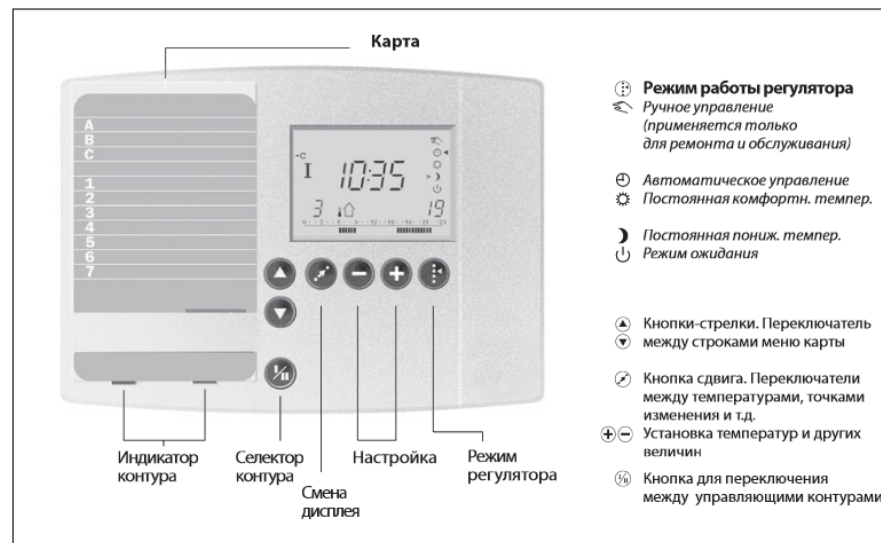


Рисунок 12.2 «Общий вид ERT 400»

Проектом предусматривается применение широко представленного на российском рынке оборудования для систем автоматизации фирмы Korf. Приточная установка П1 в целях обеспечения возможности утилизации тепла работает совместно с вытяжной установкой В1 и организует приток в помещение.

В системе круглогодичного использования присутствуют:

- воздухозаборный клапан;
- карманный фильтр;
- теплоутилизатор;
- воздухонагреватель;
- вентилятор;
- шумоглушитель;
- шкаф управления и автоматики.

Утилизация теплоты предусматривается при помощи рекуператора тепла.

В необходимый набор функций установки П1 в холодный период года входит:

- очищение приточного воздуха в фильтрах,
- подогрев приточного воздуха в калорифере системы теплоутилизации,
- догрев приточного воздуха в воздухонагревателе,
- подача посредством вентиляторной секции и системой воздуховодов в обслуживаемые помещения.

В теплый период года:

- очистка приточного воздуха в фильтрах;
- подача свежего воздуха посредством вентиляторной секции и системы воздуховодов в обслуживаемое помещение.

В необходимый набор функций установки В1 в холодный период года входит:

- утилизация теплоты вытяжного воздуха посредством рекуператора.

Воздухоприемное устройство должно оборудоваться утепленным клапаном типа КВУ, который снабжен электроприводом (NM 230A-S) для автоматического открытия и закрытия(рисунок 12.3).

Для контроля запыленности фильтра и работы вентилятора устанавливается датчик перепада давления (дифманометр на корпусе установки).

Вентилятор оборудуется приводом включения – выключения.

Термодатчики: контроля температуры приточного воздуха, защиты от замораживания теплообменника по воде и по воздуху.



Рисунок 12.3. «Внешний вид электропривода NM 230A-S».

В качестве средств сигнализации предусматривается вывод на щит управления индикатора открытия-закрытия приемного клапана, индикатора работы вентилятора, работы фильтра.

С помощью средств автоматики обеспечивается отключение приточной и вытяжной систем при пожаре с одновременным автоматическим закрытием воздухоприемных клапанов.

Основные секции системы.

Воздушный клапан предназначен для регулирования количества воздуха (наружного и рециркуляционного), поступающего в помещение. Во всех случаях для открытия клапана при включении вентилятора и закрытия при выключении электропривод приемного клапана блокируется с электродвигателем вентилятора. При включении двигателя вентилятора клапан открывается, при отключении - закрывается.

Автоматическая система управления предполагает также блокировку клапанов в системах с вытяжным вентилятором, при выключении которого клапан на вытяжном воздухе закрывается.

Фильтр.

Очистка воздуха от пыли двухступенчатая. Фильтры размещаются в тех частях системы, через которые будет проходить весь обрабатываемый воздух. Это делается с целью защиты от пыли как можно большего числа секций системы.

В карманных фильтрах площадь фильтровального материала, через которую проходит весь очищаемый воздух, во много раз больше площади фронтального сечения воздуховода, что позволяет уменьшить аэродинамическое сопротивление

фильтра, увеличить срок службы фильтра до замены. Все карманные фильтры должны работать при температуре не выше 60°C.

Карманный фильтр устанавливается на единую раму с вентилятором и закрепляется с помощью защелок. Замена карманного фильтра, который устанавливается на раме осуществляется с боков венткамеры, для чего следует предусмотреть пространство перед фильтром не менее ширины приточной установки.

Для удобства эксплуатации воздушный фильтр оснащается дифманометром, измеряющим перепад давления до и после фильтра. Дифманометр снабжается сигнальной лампой, которая включается, при превышении допустимой разницы в давлениях по манометрам. Это означает, что аэродинамическое сопротивление фильтра превысит заданное, а следовательно, его пора заменить.

Далее установлен фильтр тонкой очистки. Он находится за первым по ходу движения воздуха и в нем происходит более тонкая очистка воздуха.

#### Воздухонагреватель

Электрические воздухонагреватели имеют стальные нагревательные элементы U образной формы, на которую насажены алюминиевые пластины, которые создают наружное оребрение трубок с целью увеличения площади контакта с воздухом и общей интенсификации процесса теплопередачи. Для процесса теплопередачи очень важно обеспечить хороший контакт между трубой и ребрами, что достигается с помощью механической деформации трубы в заводских условиях при изготовлении теплообменников.

Безаварийной работе воздухонагревателя служит защита от перегрева, состоящая из термодатчик, установленном на некотором расстоянии от элемента.

При повышении температуры передается сигнал «Опасность перегрева» на щит автоматизации или на диспетчерский пульт управления и устройство отключается.

#### Вентилятор

Вентилятор создания воздушного потока и подачи его в обслуживаемое помещение. Наиболее часто встречаются радиальные вентиляторы одностороннего и двухстороннего всасывания низкого (до 1кПа) или среднего давления. В зависимости от требуемой производительности и напора используются вентиляторы с рабочими лопатками, загнутыми назад или вперед, что обеспечивает простое регулирование параметров сети. Вентиляторы характеризуются высоким КПД и позволяют регулировать производительность изменением числа оборотов посредством частотного привода.

Средства автоматики обеспечивают защиту, останавливающую работу вентилятора при закрытых приемных клапанах, так как в противном случае давление в приточной установке может превысить предельно допустимое.

С этой целью устанавливаются манометр с электроконтактором и предусмотрены специальные выключатели электропитания вентилятора.

### 12.3 Функциональная схема управления объектом

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР				

Основные функции проектируемой системы автоматизации и управления:

- возможность регулировать температуру помещения круглогодично;
- возможность задать температуру в помещении в установленном диапазоне;
- утилизация теплоты вытяжного воздуха;
- закрытие воздушных клапанов в период остановки оборудования;
- нагрев приточного воздуха;
- охлаждение приточного воздуха;

Система работает следующим образом. Исполнительный механизм (FAD) клапана приточного воздуха имеет два режима: «открыто» и «закрыто». В случае возникновения потребности в перекрытии поступления воздуха (например, по сигналу пожарной сигнализации или в случае остановки вентиляторов системы), клапан приводится в положение «закрыто». Контроль работы фильтра производится датчиком перепада давления (PF), который, в случае достижения слишком высокого для данного типа фильтров перепада давления, должен статично показывать сигнал о высоком перепаде давления, что даст основания работникам эксплуатационных служб для замены или чистки фильтра. Контроль температуры приточного воздуха для обеспечения работы системы теплоутилизации производится термодатчиками (Т). Контроль работы приточного и вытяжного вентиляторов осуществляется также при помощи датчиков перепада давления.

Предусмотрена возможность экстренного отключения вентиляторов с помощью щита управления, расположенного в помещении венткамеры. На приточном вентиляторе это производится с помощью ручного тумблера, срабатыванием отключающего устройства. На вытяжном вентиляторе так же с помощью ручного тумблера и срабатыванием отключающего устройства.

Поддержание заданной температуры воздуха в обслуживаемом помещении обеспечивается датчиком температуры, установленном в помещении.

Задание необходимой температуры в помещении и ее регулирование в режиме реального времени осуществляется ручным регулятором при помощи ручного переключателя. Исполнительный механизм клапана вытяжного воздуха (EAD) имеет два режима: «открыто» и «закрыто». В случае возникновения потребности в перекрытии поступления воздуха (например, при срабатывании пожарной сигнализации или в случае остановки вентиляторов системы), клапан приводится в положение «закрыто».

Обеспечение работы системы утилизации теплоты производится при помощи элементов управления заслонкой. При достижении температуры наружного воздуха заданных параметров, заслонка закрывается, открывая для воздуха байпасную линию.

В случае возникновения необходимости в отключении системы вентиляции (например, при срабатывании пожарной сигнализации) отключение вентиляторов производится в автоматическом режиме при помощи исполнительных механизмов (FAD и EAD), приводящих клапаны в положение «закрыто».

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57



В системе предполагается использование контроллеров, опускающих пропорционально-интегральное регулирование. В целях уменьшения стоимости системы, принято решение о максимальной унификации оборудования автоматизации и управления со стандартными вариантами, предлагаемыми фирмой поставщиком вентиляционного оборудования.

Предполагается, что будут использоваться использование сразу два контроллера.

Контроллер №1 поставляется в комплекте с типовой схемой автоматизации вентиляционных агрегатов фирмы Korf. Данный контроллер имеет цифровой дисплей, позволяет системе работать в режиме «ведущий – ведомый», имеет регулируемые настройки.

Контроллер №2 (NTC) будет осуществлять связь между компонентами системы, управлять работой электродвигателей вентиляторов, управлять воздушными клапанами на входе и выходе воздушных потоков. Таким образом, среди достоинств предложенного устройства есть возможность модификации алгоритма работы системы уже на стадии пусконаладочных работ, а не на стадии проектирования, что существенно упрощает отладку систем на объекте. Кроме того, контроллеры объединяет регулятор и арифметическо-логическое устройство, что дает возможность на этапе проектирования полностью отказаться от каких-либо других (например, релейных) схем управления работой сложного объекта, такого как предложенная в данном проекте система кондиционирования.

Таким образом, выбранные устройства удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к нему в рамках данного проекта.

#### **12.4 Автоматика холодильной машины**

Современные чиллеры оснащены огромным количеством средства автоматического управления. Это позволяет скоординировать работу всех элементов машины, увеличить её срок службы и не допустить аварий. Рассмотрим средства автоматики, соотнеся их с основными узлами холодильной машины.

Блок компрессоров представляет из себя 6 параллельно включенных компрессоров. На каждом из них присутствуют датчики:

1 манометр до и после компрессора. Обеспечивает информацией о работе компрессора контроллер, в случае отклонения от заданных параметров происходит остановка компрессора и подается сигнал на пульт управления.

2 датчик разницы давления в масляной магистрали и картере компрессора. Информировать о снабжении компрессора маслом. В случае, если один компрессор не снабжается маслом, он отключается и поступает сигнал на пост сигнализации. Если подобные сигналы исходят от или более компрессоров, происходит остановка всей машины и загорается индикатор авария.

3 датчик положения запорного вентиля по фреону. Без сигнала о том, что вентиль закрыт защита не даст включить компрессор. Так же на основании его показаний электроприводы отсекают компрессор в случае аварии.

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР					

Каждый компрессор снабжён обратном клапаном, который отсекает его от конденсатора в случае аварии.

За блоком компрессоров в фреоновой магистрали расположен механический предохранительный клапан высокого давления и реле аварийного высокого давления. Так же, перед входом в конденсатор воздушного охлаждения находится запорный вентиль с электроприводом.

Конденсатор воздушного охлаждения представляет собой теплообменник фреон-воздух и предназначен для отведения тепла конденсирующего фреона в атмосферу. Его работа сильно подвержена изменениям температуры окружающей среды. Для корректной работы в конденсаторном блоке установлены датчики температуры поверхности конденсатора и температуры окружающего воздуха. На их основании принимается решение об изменении количества воздуха, проходящего через конденсатор. Количество воздуха изменяется путём регулирования числа оборотов вентиляторов воздушного охлаждения. На некоторых моделях вентиляторов возможно изменить и угол отклонения их лопастей.

Сразу за конденсатором установлены аварийные датчики высокого и низкого давления с клапаном и манометры. При заметном понижении давления манометров можно судить о негерметичности конденсатора. В таком случае сигнал отправляется на пост сигнализации, загорается лампа авария и машина останавливается.

Далее фреон направляется в электронный терморегулирующий вентиль (ТРВ).

В нём происходит дросселирование холодильного агента от давления конденсации до давления на входе в испаритель. ТРВ регулирует разницу давления в зависимости от нагрузки на систему.

Паро-водяная смесь низкого давления поступает в испаритель с водяным охлаждением с внутритрубным кипением хладагента. В межтрубном пространстве циркулирует охлаждаемая вода. Уровень затопления испарителя постоянно регулируется. В таком случае важным критерием для процесса является сухость и перегрев пара. В большинстве случаев параметром для регулирования выступает перегрев пара, так как его проще оценить и преобразовать в параметр для АСУ. Для этого следует сравнить температуру пара термометром на выходе и знать давление фреона в конденсаторе, которое измеряется манометром.

Так же в на входе в испаритель установлен манометр, показания которого являются информацией для работы ТРВ.

За испарителем находятся: предохранительный клапан высокого давления, манометры, а так же аварийные датчики высокого и низкого давления, связанные с постом сигнализации. В испарителе находится датчик уровня воды, информация с которого позволяет регулировать расход охлаждаемой воды и степень затопления испарителя.

Далее, фреон вновь поступает в компрессор и цикл повторяется.

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР					

## **13 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

### **13.1. Анализ опасных и вредных факторов.**

До непосредственного начала работ все строительные объекты в обязательном порядке обеспечиваются строительной документацией по организации строительства и безопасному проведению работ.

Для должного обеспечения безопасности работ и норм производственной санитарии руководствуются СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве»[7]. Исходными данными для проработки вопросов безопасности жизнедеятельности являются:

- Инженерные решения, которые соответствуют данному объекту строительства

- Актуальные на момент строительства нормативы

- Типовые решения по охране труда

- Каталоги технических средств безопасности

Все вопросы, которые подлежат разработке в проектной документации, делят на три группы:

- Общеплощадочные

- Технологические

- Специальные

К первой группе вопросов относятся:

- выбор системы освещения стройплощадки, проходов к ней, а также рабочих мест

- ограждение опасных зон

- обеспечение безопасности условий труда в близости от работающих линий электропередач

- организация санитарно-технологического обслуживания

Ко второй групп вопросов относятся:

- разработка решений безопасного выполнения строительных и монтажных работ

- выбор устройств и приспособлений конструктивных элементов, обеспечение безопасной работы с монтажными кранами и другими приспособлениями

- разработка, исключающих поражения электрическим током, мероприятий

К третьей группе относятся мероприятия, обусловленные особенностями географических и метеорологических условий работ.

В этом разделе рассмотрим безопасность монтажа вентиляционного оборудования, так как такой объект проектирования имеет обширную разветвлённую сеть воздухопроводов, монтаж которой требует внимания и особых мер предосторожности.

### **13.2. Обеспечение безопасности монтажа вентиляционного оборудования.**

					<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Согласно СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве, причинами травм и несчастных случаев при выполнении монтажных работ прежде всего выделяют следующие факторы:

- нарушение требований действующих нормативов и порядка производства работ;
- неисправность лестниц, стремянок, подмостей используемых при монтаже;
- падение предметов с высоты;
- проведение работ в непосредственной близости от движущихся частей технологического оборудования;
- неисправность или отсутствие заземления электрооборудования;
- загрязнённость рабочих мест строительным мусором, отсутствие свободного прохода к рабочим местам, а так же недостаточное освещение;
- отсутствие коллективных и индивидуальных средств защиты;
- разрыв труб и разрушение арматуры при гидравлических испытаниях.

Для обеспечения безопасности проведения монтажных работ следует принимать следующие меры:

- при монтаже систем вентиляции работы должны вестись согласно нормативам не мешая общестроительным и другими специальным работам;
- охрана труда должна обеспечиваться выдачей рабочим необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и других);
- коллективная защита рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.);
- должное обеспечение санитарно-бытовыми помещениями в соответствии с нормами и характером выполняемых работ;
- должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха рабочих;
- в процессе строительно-монтажных работ должны соблюдаться все требования ГОСТ и СНиП по технике обеспечения безопасности в строительстве.

В организации назначаются лица, ответственные за обеспечение охраны труда в пределах вверенных им участков, в том числе:

- в целом по организации (руководитель, заместитель руководителя, главный инженер);
- в отдельных структурных подразделениях (руководитель подразделения, заместитель руководителя);
- на производственных территориях (начальник цеха, участка, ответственный производитель работ по строительному объекту);
- при эксплуатации машин и оборудования (руководитель службы главного механика, энергетика и т.п.);
- при выполнении конкретных работ и на рабочих местах (мастер).

Должно быть организовано проведение проверочных мероприятий, состояния охраны и условий безопасности труда, содержащих следующие методы проведения контроля:

						<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			61

- периодический оперативный контроль, который проводят руководители работ и отдельных подразделений предприятия, согласно их должностным обязанностям;

- выборочный контроль условий охраны труда в подразделениях предприятия, проводимый службой по охране труда согласно утвержденным планам.

В случае возникновения угрозы жизни и здоровью работников ответственные лица обязаны немедленно прекратить производство работ и принять необходимые меры по устранению опасности, а в случае необходимости обеспечить эвакуацию людей в безопасное место.

Вентиляционные и отопительные материалы, а так же оборудование при складировании на строительной площадке и рабочих местах должны укладываться следующим образом, согласно СНиП:

- санитарно-технические и вентиляционные блоки - в штабель высотой не более 2 м на подкладках и с прокладками,

- крупногабаритное и тяжеловесное оборудование и его части - в один ярус на подкладках,

- черные прокатные металлы (листовая сталь, швеллеры, двутавровые балки, сортовая сталь) - в штабель высотой до 1,5 м на подкладках и с прокладками,

- трубы диаметром до 300 мм - в штабель высотой до 3 м на подкладках и с прокладками с концевыми упорами,

- трубы диаметром более 300 мм - в штабель высотой до 3 м в седло без прокладок с концевыми упорами.

Между штабелями (стеллажами) на складах должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих склад. Прислонять (опирать) материалы и изделия к заборам, деревьям, элементам временных и капитальных сооружений запрещено.

### **13.3. Безопасность организации инженерных работ.**

Согласно пункту 14.1 СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве», при монтаже инженерного оборудования зданий и сооружений (прокладке трубопроводов, монтаже сантехнического, отопительного, вентиляционного и газового оборудования) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочего места вблизи перепада высот;

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

- обрушающиеся горные породы.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных в 14.1.1 СНиП 12-04-2002, безопасность при монтаже инженерного оборудования

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

зданий и сооружений должна быть обеспечена на основе следующих решений по охране безопасности труда:

- организация рабочих мест с указанием средств и методов обеспечения вентиляции, пожаротушения и выполнения работ на высоте;
- методы и средства доставки и монтажа оборудования;
- меры безопасности при выполнении работ в траншеях и колодцах;
- особые меры безопасности при травлении и обезжиривании трубопроводов;
- заготовка и подгонка труб должны выполняться в заготовительных мастерских. Выполнение этих работ на подмостях для монтажа трубопроводов недопустимо;
- при монтаже оборудования и трубопроводов при помощи грузоподъемных кранов, следует руководствоваться требованиями раздела 8 СНиП;
- работы по устранению конструктивных недостатков и ликвидации недоделок на смонтированном оборудовании, подвергнутом испытанию продуктом, разрешено проводить только после утверждения заказчиком и генеральным подрядчиком мероприятий по безопасности работ,
- снятие-установка перемычек между действующим и смонтированным оборудованием, а также подключение временных установок к действующим системам (электрическим, паровым, техническим и т.д.) без письменного разрешения генерального подрядчика и заказчика запрещено.

#### **13.4. Организация безопасности рабочих мест.**

Согласно пункту 14.2 СНиП 12-04-2002:

- Монтаж и воздухопроводов и трубопроводов на эстакадах производят с инвентарных подмостей которые, снабжены лестницей для подъема и спуска работников. Спуск и подъём по самим эстакадам не допустим.
- Запрещено нахождение людей под устанавливаемым оборудованием, их монтажными узлами и трубопроводами до их полного и окончательного закрепления.
- Спускание труб в закрепленную траншею следует производить только с принятием должных мер против обрушения креплений траншеи.
- Не разрешено скатывать трубы в траншею при помощи ломов. Так же запрещено использовать распорки крепления траншей в качестве опор.
- В помещениях, где проводится обезжиривание, запрещено пользоваться открытым огнем, а так же допускать образование искр. Электроустановкам в таких помещениях следует быть выполненными взрывобезопасными.
- Работы по обезжириванию трубопроводов должны выполняться только в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной системой вентиляции. В случае выполнения работ на открытом воздухе все работники должны находиться с наветренной стороны.
- Место, где происходит обезжиривание, необходимо обозначить, а также обозначить специальными знаками безопасности.

- Работники, занятые на работах по обезжириванию трубопроводов, должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной защиты органов дыхания, спецодеждой и резиновыми перчатками.

### **13.5. Безопасность производства инженерных работ.**

Согласно пункту 14 СНиП 12-04-2002, монтаж всего оборудования, а так же трубопроводов и воздухопроводов должен производиться без включения прибора в сеть. При продувке воздухопроводов запрещается находиться в камерах и колодцах для задвижек, кранов, вентилялей. Так же следует установить у концов труб специальные щиты для защиты глаз от содержащейся в воздухопроводе пыли.

Процесс монтажа воздухопроводов считается очень трудоёмким, из-за таких факторов, как – большой объём работ и их специфика. Для должного обеспечения безопасности необходима тщательная подготовка перед началом работ. Подготовка осложняется тем, что для сбора воздухопроводов могут потребоваться большие площади, ввиду того, что вентиляционные короба и воздухопроводы могут иметь значительные габариты.

При монтаже систем вентиляции и кондиционирования, основная часть работ происходит на высоте. Производство называют работой на высоте, если оно ведётся на высоте более двух метров от капитально закреплённого основания. Работой в стеснённых условиях следует называть производство в пространстве менее 2 метров по наименьшему обмеру. В связи с этими факторами рабочие места должны быть оборудованы специальными подмостями и лестницами стремянками. При работе у проёмов на высоте подмости должны быть оборудованы перилами на высоте 1 метра от уровня рабочего настила и бортовой доской шириной минимум 15 сантиметров для предотвращения падения инструментов и предметов.

При пуске системы запрещено находиться в непосредственной близости от вентиляторов и ременных передач. Во время осмотра вентиляторов, воздухопроводов и венткамер необходимо обесточить систему и повесить табличку «Не включать – работают люди». При обнаружении работниками предприятия подозрительных шумов, вибраций оборудования они должны сообщить об этом дежурному электромеханику.

Установку приточных камер и другого тяжёлого крупногабаритного оборудования необходимо выполнять в присутствии мастера участка или прораба.

### **13.6. Пожарная безопасность.**

Инженерные решения проекта, согласно ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» к системам вентиляции предъявляются следующие требования

1. Конструкции воздухопроводов и каналов систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции (в том числе воздухопроводов, коллекторов и шахт) вентиляционных систем различного назначения должны быть огнестойкими и

выполняться из негорючих материалов. Узлы пересечения ограждающих строительных конструкций с огнестойкими каналами вентиляционных систем и конструкциями опор (подвесок) должны иметь предел огнестойкости не ниже пределов, требуемых для таких каналов. Для уплотнения разъемных соединений (в том числе фланцевых) конструкций огнестойких воздуховодов допускается применение только негорючих материалов.

2. Противопожарные клапаны должны оснащаться автоматически и дистанционно управляемыми приводами. Использование термочувствительных элементов в составе приводов нормально открытых клапанов следует предусматривать только в качестве дублирующих. Для противопожарных нормально закрытых клапанов и дымовых клапанов применение приводов с термочувствительными элементами не допускается. Противопожарные клапаны должны обеспечивать при требуемых пределах огнестойкости минимально необходимые значения сопротивления дымогазопроницанию.

3. Дымовые люки вытяжной вентиляции с естественным побуждением тяги следует применять с автоматически и дистанционно управляемыми приводами (с возможностью дублирования термоэлементами), обеспечивающими тяговые усилия, необходимые для преодоления механической (в том числе снеговой и ветровой) нагрузки.

4. Вытяжные вентиляторы систем противодымной защиты зданий и сооружений должны сохранять работоспособность при распространении высокотемпературных продуктов горения в течение времени, необходимого для эвакуации людей (при защите людей на путях эвакуации), или в течение всего времени развития и тушения пожара (при защите людей в пожаробезопасных зонах).

5. Противопожарные дымогазонепроницаемые двери должны обеспечивать при требуемых пределах огнестойкости минимально необходимые значения сопротивления дымогазопроницанию.

6. Противодымные экраны (шторы, занавесы) должны быть оборудованы автоматическими и дистанционно управляемыми приводами (без термоэлементов). Рабочая длина выпуска таких экранов должна быть не менее толщины образующегося при пожаре в помещении дымового слоя. Основа рабочих полотен противодымных экранов должна выполняться из негорючих материалов.

7. Фактические значения параметров систем вентиляции, кондиционирования и противодымной защиты (в том числе пределов огнестойкости и сопротивления дымогазопроницанию) должны устанавливаться по результатам испытаний в соответствии с методами, установленными нормативными документами по пожарной безопасности.

Согласно СНиП41-01-2003 во время пожара средства автоматики должны обесточить приточную систему вентиляции, в то время как вытяжная должна работать. Так же необходимо проектировать специальную аварийную противодымную вентиляцию, для обеспечения эвакуации людей при начале пожара. В данном проекте рассмотрена система дымоудаления ВДУ. Воздуховоды

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65



аварийной вентиляции выполняются из специальных материалов – стали класса II, толщиной не менее 1,5 мм для обеспечения 300°С в течении получаса.

### 13.7 Дымоудаление

Система дымоудаления не помогает в тушении пожара. Основная задача этой системы – обеспечить эвакуацию людей и предохранить от задымления пути эвакуации – коридоров и лестниц.

Согласно СП 7.13130.2013 «Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». на всех путях эвакуации должна быть установлена система подпора воздуха (рисунок 13.1). Её цель создать избыточное давления в путях эвакуации, для того, чтобы туда не попадал дым. Величина этого давления установлена в пределах от 20 до 150 Па. Пониженное давление не даст должного эффекта, а повышение давления может вызвать трудность с открыванием дверей в помещении. Вентилятор подпора имеет высокую мощность и должен быть рассчитан на длительное время работы. Воздуховод подпора размещается в самой верхней части стены. А место забора воздуха всегда выбирают с подветренной стороны здания. Такая система может быть использована только вместе с вытяжной системой дымоудаления.

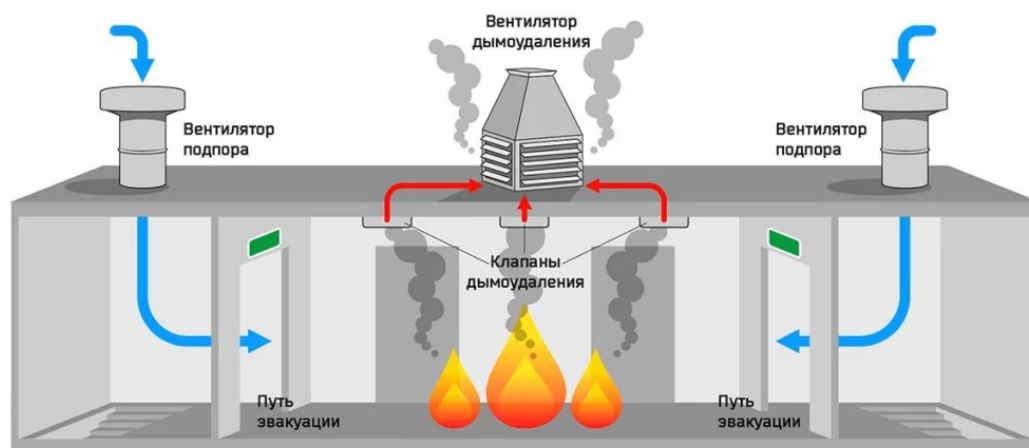


Рисунок 13.1 Система подпора воздуха и дымоудаления

Принцип работы.

Алгоритм действия подобных систем довольно простой:

1. Аварийный пожарный дымовой извещатель срабатывает результате возникновения очага тления/пламени, появления летучих продуктов горения.

2. Сигнал о пожарной тревоге поступает на оборудование АПС, АРМ пожарного поста здания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР

Лист

66

3. Передача управляющего сигнала на отключение общеобменной сигнализации, закрытие огнезадерживающих клапанов, смонтированных в местах пересечения противопожарных преград.

4. Автоматическое открытие клапана дымоудаления, установленного в зоне возгорания. Так же при наличии автоматически должны открываться окна, люки, зенитные фонари с механизированным приводом для обеспечения удаления дыма/проветривания.

5. Одновременное включение вентиляторов дымоудаления и притока воздуха.

6. Система дымоудаления начинает активно удалять образовавшиеся продукты горения, имеющие высокую температуру, из помещения, где находится первоначальный очаг пожара, в том числе за счет автоматического открытия.

7. Система подпора воздуха при пожаре направляет чистый воздух в коридор, холлы, лестничные клетки, являющиеся основными путями эвакуации из зданий/сооружений; а также в шахты лифтов, включая устройства для транспортирования пожарных расчетов, прибывающих для разведки и ликвидации пожара.

Слаженная, без сбоев в последовательности действий, работа систем позволяет выполнить следующие задачи:

- Предотвратить/ограничить свободное распространение пожара от первичного места возникновения.

- Резко уменьшить плотность задымления на путях эвакуации людей, что, конечно, сложно переоценить.

- Значительно снизить температуру газо-, пылевоздушной среды в помещении, где находится очаг пожара. Как показывают натурные эксперименты, в закрытых помещениях температура достигает 1000°C, а отлаженная работа системы дымоудаления понижает ее до 400°C; что значительно снижает тепловое воздействие на строительные конструкции, противопожарные двери, люки, окна, снижая риск деформации, потери целостности, обрушения, возможности проникновения огня и дыма в смежные помещения.

- Обеспечить нормальные/приемлемые условия для дыхания, за счет поддержания необходимой концентрации кислорода, разбавление опасного наличия угарного газа, улучшения видимости за пределами зоны очага пожара; что способствует безопасной оперативной эвакуации людей, использованию членами ДПД, обученным персоналом воздушно-пенных, порошковых или углекислотных огнетушителей, прокладке рукавов, подаче воды от пожарных кранов, установленных на этажах здания.

Согласно установленным нормам:

- противоподымные системы вентиляции должны быть исполнены отдельно для каждого пожарного отсека. Исключением являются установки подпора воздуха, защищающие лестничные клетки и лифтовые шахты, которые сообщаются с разными пожарными отсеками; и установки дымоудаления, смонтированные для защиты пассажиров/атриумов, не разделенных строительными конструкциями на пожарные отсеки.

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

- системы притока/подпора воздуха проектируются, используются исключительно в необходимом сбалансированном сочетании с системами дымоудаления, их обособленное применение запрещено.

- в границах пожарного отсека, где произошло возгорание, необходимо отключение всех общеобменных установок вентиляции/кондиционирования, за исключением тех установок, что функционально совмещены с системами дымоудаления, принудительного притока воздуха, автоматически переключающихся из режима общего обмена воздуха в помещениях здания, сооружения в режим противодымной пожарной вентиляции.

- Установки дымоудаления, защищающие коридоры, проектируются отдельными от систем, которые предназначены для защиты помещений.

Подобные системы дымоудаления и подпора воздуха это довольно сложная и дорогостоящая система, которая требует специального проектирования, процесса пуско-наладки и обслуживания. Обслуживать и устанавливать подобные системы умеет право только специально лицензированная организация

					<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						<i>68</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 14. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ.

В данном разделе произведён технико-экономический анализ показателей, принятых при проектировании системы вентиляции магазина «Ашан». Целью проекта – спроектировать максимально надёжную и экономичную систему вентиляции и кондиционирования воздуха. В данном разделе ВКР мы рассмотрим целесообразность установки рекуператора, а также произведём расчёт экономической эффективности и сроков окупаемости данного инженерного решения.

Для снижения затрат тепловой или электрической энергии на воздушное отопление в современных системах вентиляции применяются системы теплоутилизации. В данном разделе мы рассмотрим применение двух видов теплоутилизаторов и определим какой из них выгоднее устанавливать.

1. Пластинчатый рекуператор. К плюсам такого решения можно отнести:

- более высокий КПД (до 65%), по сравнению с предыдущим вариантом.
- простота конструкции и обслуживания
- простой монтаж
- крайне высокая надёжность и срок службы, ввиду отсутствия движущихся деталей

- цена ниже, чем на рекуператоры с промежуточным теплоносителем.

Недостатками являются:

- необходимость устанавливать приточные и вытяжные системы вплотную, при этом, для максимально эффективной работы системы должны быть примерно равны по мощности

- в процессе работы образуется конденсат, который может привести к коррозии теплообменника

- высокое гидравлическое сопротивление

- возможность обмерзания при низких температурах

- невозможность использования на объектах с высоким уровнем влажности воздуха

3. Роторный регенератор. К преимуществам такого регенератора относятся:

- самый высокий КПД теплоутилизации – до 85%

- низкое гидравлическое сопротивление

- высокая надёжность

К недостаткам относятся:

- высокая стоимость

- необходимость устанавливать приточные и вытяжные системы вплотную, при этом, для максимально эффективной работы системы должны быть примерно равны по мощности

- большие размеры, требующие наличия большой вентиляционной камеры

- необходимость в электроэнергии

В рамках данной главы мы рассмотрим экономический эффект от установки пластинчатого рекуператора и роторного регенератора, сравним полученные в ходе

расчётов данные сделаем вывод о том, какое устройство целесообразнее установить.

## 14.1 Технико-экономический расчёт

### 14.1.1 Расчет капитальных затрат по вариантам технических решений

Представим затраты на приобретение оборудования и смету капитальных затрат для обоих вариантов исполнения системы. Данные взяты из каталога производителя Korf[9]. Полученные данные сведём в таблицы 14.2-14.5.

Таблица 14.2 – Затраты на оборудование при выборе пластинчатого рекуператора.

Статья расходов	Кол-во	Стоимость единицы, тыс. руб.	Общая стоимость, тыс.руб
1. Вентилятор WNP 80-50/40.4D	1	88,0	88,0
2. Фильтр FKU 80-50	1	6,3	6,3
3. Шумоглушитель SG 80-50	1	17,7	17,7
4. Воздухонагреватель Korf ELN 80-50/30	1	32,5	32,5
5. Пластинчатый рекуператор Korf PR 80-50	1	97,3	97,3
Итого:			241,8

Таблица 14.3 – Затраты на оборудование при выборе роторного регенератора.

Статья расходов	Кол-во	Стоимость единицы, тыс. руб.	Общая стоимость, тыс.руб
1. Вентилятор WNP 80-50/40.4D	1	88,0	88,0
2. Фильтр FKU 80-50	1	6,3	6,3
3. Шумоглушитель SG 80-50	1	17,7	17,7
4. Воздухонагреватель Korf ELN 80-50/30	1	32,5	32,5
5. Роторный регенератор Korf UTR REG 80-50	1	498,0	498,0
Итого:			642,5

Таблица 14.4 – Смета капитальных затрат при выборе пластинчатого рекуператора.

Статья расходов	Стоимость единицы, тыс.руб.	Общая стоимость, тыс.руб.
1. Затраты на оборудование	241,8	241,8
2. Монтаж, в т.ч. пуско-наладочные работы	5,2	5,2
3. Автоматика системы	3,0	3,0

Продолжение таблицы 14.4

Статья расходов	Стоимость единицы, тыс.руб.	Общая стоимость, тыс.руб.
4.Паспортизация принятых изменений согласно ГОСТ Р 56077-2014	7,0	7,0
5.Транспортные расходы	5,0	5,0
Итого		262,0

Таблица 14.5 – Смета капитальных затрат при выборе роторного регенератора

Статья расходов	Стоимость единицы, тыс. руб	Общая стоимость, тыс. руб
1. Затраты на оборудование	642,5	642,5
2. Монтаж оборудования, в т.ч. пуско-наладочные работы	14	14,0
3. Автоматика системы	7,3	7,3
4.Паспортизация принятых изменений согласно ГОСТ Р 56077-2014	7,0	7,0
5.Транспортные расходы	21,0	21,0
Итого		691,8

### 14.1.2 Определение текущих затрат

Текущие затраты системы вентиляции – потребление электроэнергии на привод электровентилятора и нагрев воздуха в воздухонагревателе.

Годовое потребление электроэнергии установкой можно определить по формуле(14.4):

$$Z_э = Z_{раб} \cdot n_{отоп} \cdot N_{уст} \quad (14.4)$$

где  $Z_{раб}$  – число часов работы системы вентиляции в сутки;

$n_{отоп}$  – дни отопительного периода в г. Челябинск, 218 дней;

$N_{уст}$  – электрическая мощность оборудования, кВт.

1. С использованием пластинчатого теплообменника расчёт проводится по следующей формуле(14.5):

$$Z_э = Z_{раб} \cdot n_{отоп} \cdot N_{уст} \cdot (1 - \eta), \quad (14.5)$$

где  $\eta$  – коэффициент утилизации теплоты для пластинчатого теплообменника  $\eta = 0,65$ .

Электрическая мощность всего оборудования рассчитывается как сумма мощностей всех электроприборов(14.6):

$$N_{\text{уст}} = \sum N \quad (14.6)$$

Данные о мощности возьмём из каталога производителя[7]. Тогда, согласно формуле(14.6):

$$N_{\text{уст}} = 30 + 3,5 = 33,5 \text{ кВт}$$

Рассчитаем годовое потребление электроэнергии по формуле(14.5)

$$Z_{\text{э}} = 12 \cdot 218 \cdot 33,5 \cdot (1 - 0,65) = 30672 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

2. С использованием роторного рекуператора. Электрическая мощность всего оборудования(14.6):

$$N_{\text{уст}} = 30 + 3,5 + 1 = 34,5 \text{ кВт}$$

С использованием роторного рекуператора по формуле (14.5).

$$Z_{\text{э}} = 12 \cdot 218 \cdot 34,5 \cdot (1 - 0,85) = 13538 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Так же теплообменники необходимо очищать не реже чем раз в два месяца. Отопительный период составляет 7,3 месяца, значит в этот период необходимо минимум 3 раза почистить теплообменник. Стоимость услуги 2 тыс.руб. за теплообменник. Всего 6 тыс. руб. за сезон. Определим материальные затраты на содержание каждой системы. Для этого воспользуемся формулой(14.7):

$$M = \frac{Z_{\text{э}} \cdot C_{\text{эл}} + \sum Z_{\text{пр}}}{1000} \quad (14.7)$$

где  $C_{\text{эл}}$  – стоимость одного кВт·ч электричества для юридических лиц в г. Челябинск, 1,29 руб./кВт·ч[45];

$Z_{\text{пр}}$  – прочие материальные затраты в тыс.руб./год

Рассчитаем материальные затраты за отопительный период для каждого варианта:

1. С пластинчатым рекуператором(14.7).

$$M = \frac{30672 \cdot 1,29}{1000} + 6 = 45,56 \text{ тыс.руб. / год}$$

2. С роторным регенератором(14.7).

$$M = \frac{13538 \cdot 1,29}{1000} + 6 = 23,46 \text{ тыс.руб./год}$$

### 14.1.3 Выбор лучшего варианта

Проведём сравнение и выбор лучшего варианта по методу приведённых затрат по формуле (14.8):

$$Z_i = E_n \cdot K_i + I_i \quad (14.8)$$

где  $K_i$  – единовременные (капитальные) затраты по  $i$ -му варианту технического решения, руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, 1/год. Для данного объекта принимается  $E_n = 0,2$  1/год;

$I_i$  – годовые (текущие) затраты по  $i$ -му варианту технического решения, руб./год.

Тогда, для пластинчатого рекуператора(14.8):

$$Z_1 = 0,2 \cdot 262 + 45,56 = 98,05 \text{ тыс.руб./год}$$

Для роторного регенератора(14.8):

$$Z_2 = 0,2 \cdot 691,8 + 23,46 = 161,82 \text{ тыс.руб./год}$$

Согласно произведённым расчётам приведённых затрат по критерию минимума можно сделать вывод о целесообразности установки пластинчатого рекуператора Korf PR 80-50, так как значение  $Z_i$  для него минимально.

## 12.2. SWOT-анализ вариантов технических решений.

SWOT-анализ предполагает качественный анализ решений, имеет стратегическую и управленческую ценность для будущего распределения ресурсов. Название анализа происходит от первых букв критериев анализа:

S – Сильные стороны, преимущества

W – Слабые стороны, недостатки решения

O – возможности, использование которых даёт преимущество

T – угрозы, факторы которые могут ухудшить решения

Проведём SWOT анализ для решения, когда система теплоутилизации не используется – таблица 14.5

Таблица 14.5 – SWOT-анализ систем без теплоутилизации.



<b>S</b> 1. Низкие капитальные вложения 2. Возможность использовать менее мощные вентиляторы, которые создают меньше шума 3. Расстояние между притоком и вытяжкой не имеет значения 4. Простота монтажа	<b>W</b> 1. Высокие затраты на отопление помещения
<b>O</b> 1. Снижение цены на электроэнергию 2. Применения других видов нагрева воздуха 3. Условия, когда теплообменники не могут быть применены, например очень высокая влажность воздуха в помещении	<b>T</b> 1. Требования нормативных документов, которые могут обязать устанавливать системы теплоутилизации. 2. Рост цен на электроэнергию 3. Нежелание заказчика устанавливать систему без теплоутилизации

Так же проведём SWOT-анализ для решения, когда устанавливается пластинчатый рекуператор – таблица 14.6.

Таблица 14.6 – SWOT-анализ применения пластинчатого рекуператора

<b>S</b> 1. Снижение текущих затрат более чем в два раза 2. Быстрый срок окупаемости 1,7 года 3. Простота и надёжность конструкции 4. Относительно невысокая стоимость оборудования	<b>W</b> 1. Венткамеры притока и вытяжки должны находиться вплотную друг к другу 2. Необходимость периодического обслуживания 3. Летом рекуператоры закрывают, но они всё равно создают дополнительное сопротивление, увеличивая нагрузку на вентилятор
<b>O</b> 1. Рост цен на электроэнергию 2. Разработка новых моделей рекуператоров с бóльшим КПД и сроком службы 3. Появление на рынке качественных отечественных продуктов, цена на которые ниже, чем на зарубежные	<b>T</b> 1. Не все условия подходят для установки теплоутилизатора. 2. Невозможность размещения в уже действующей системе вентиляции

После проведения SWOT-анализа можно сделать принимаем решение об установке пластинчатого рекуператора Korf PR 80-50, так как это решение имеет больше положительных сторон.

### 14.3 Дерево целей проекта

Построение дерева целей проекта (рисунок 14.1) – один из наиболее эффективных методов планирования задач. Он представляет собой структурную модель, показывающую соподчиненность и связь подразделений в иерархии управления для его построения цель предприятия делится на проектные цели.

						Лист
					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

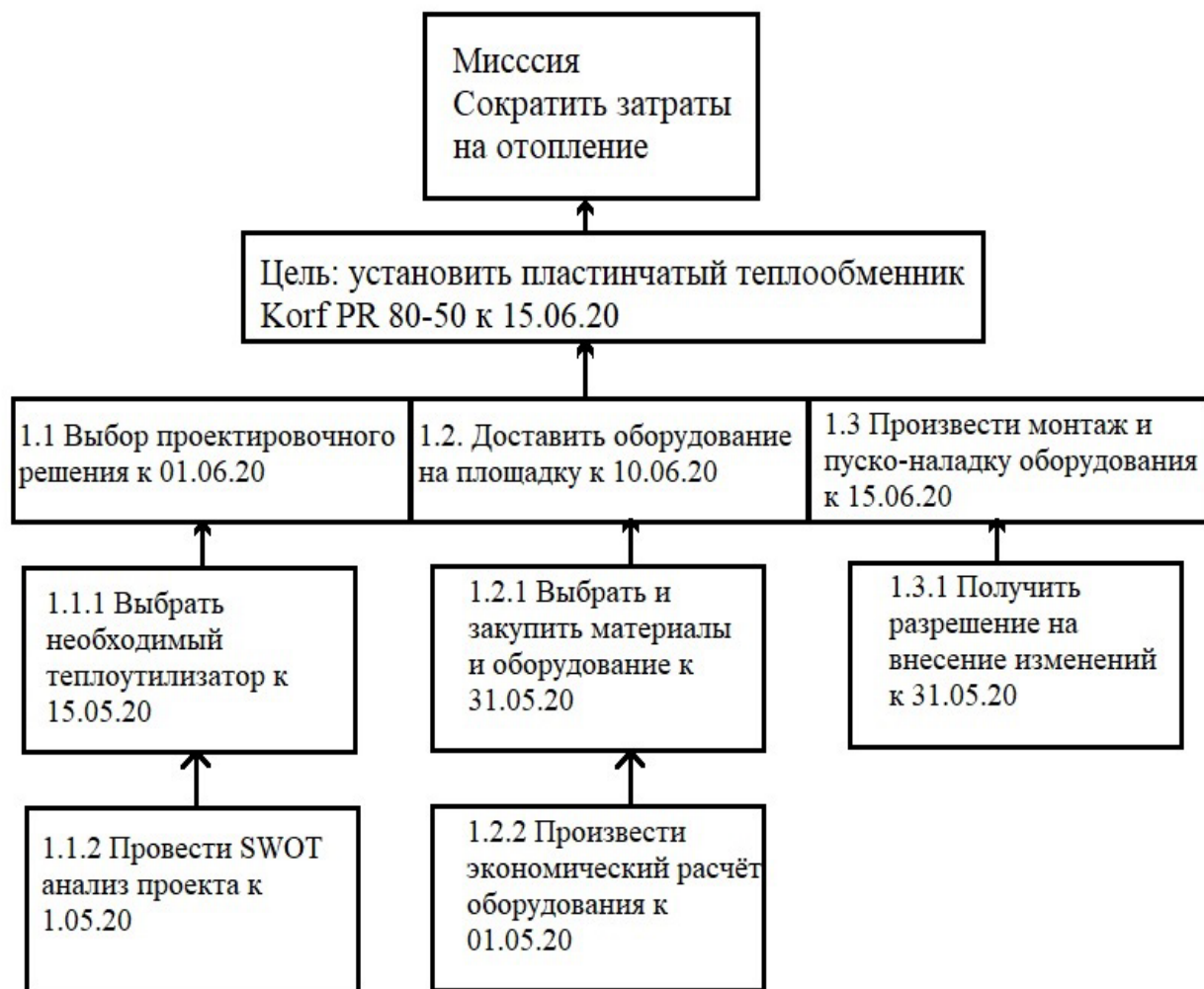


Рисунок 14.1 – Дерево целей проекта

#### 14.4 План –график Ганта по установке теплоутилизатора

Диаграмма Ганта — это визуальный способ отображения запланированных задач. Горизонтальные графики широко используются для планирования проектов любых размеров в разных отраслях и сферах. Это удобный способ показать, какая работа планируется к выполнению в определенный день и время. План-график также помогает командам и менеджерам проектов контролировать даты начала и окончания любого проекта. Все в одном пространстве. Небольшой комплекс работ может быть показан в виде ленточного графика по этапам проектных работ, начиная с выдачи задания.

На графике Ганта (таблица 14.7) можно последовательно увидеть весь порядок выполнения работ и их сроки. Так же можно видеть, какие работы следует вести параллельно. Просмотрев график видно, что проект будет реализован в заданные сроки, к 15 июня 2020 года.

Таблица 14.7 – Ленточный график Ганта

Элемент работы	Продолжительность этапа, 2020 г					
	Май			Июнь		
	1	15	31	1	10	15
Провести SWOT анализ проекта						
Произвести экономический расчёт оборудования						
Выбрать необходимый теплоутилизатор						
Выбрать и закупить материалы и оборудование						
Получить разрешение на внесение изменений						
Выбор проектировочного решения						
Доставить оборудование на площадку						
Произвести монтаж и пуско-наладку оборудования						

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе была разработана система кондиционирования воздуха для магазина ООО «Ашан».

Произведен расчёт тепловых избытков в помещении, исходя из которого подобрано необходимое оборудование для создания микроклимата помещения.

Произведён аэродинамический расчёт системы вентиляции для приточных и вытяжных систем. Подобрано необходимое вентиляционное оборудование

В разделе «Автоматизация» описаны средства автоматического контроля и управления системой.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрен комплекс вопросов по безопасности во время производства монтажных работ. Так же дано описание системы дымоудаления проанализированы меры пожарной безопасности помещения.

В разделе «Экономика и управление» выполнен технико-экономический расчёт целесообразности установки теплоутилизатора.

Оформление выпускной квалификационной работы выполнено в соответствии с требованиями стандарта.

					13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Краснов, Ю.С., Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. – М., Стройиздат, 2004. – 205с
- 2 Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин. –Евроклимат, 2013. – 416 с
- 3 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Минрегион России, 2012. –123 с
- 4 Вентиляция и кондиционирование воздуха. В.Н. Богословский; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2009 – 319 с.: ил
- 5 СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. М.: Минрегион России, 2011. – 51 с
- 6 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. –М.: Минрегион России, 2012. –115 с
- 7 Каталог оборудования <https://po-korf.ru/equipment/>
- 8 Каталог оборудования <http://www.arktos.ru/catalogue.phtml>
- 9 ГОСТ 30494-2011.Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
- 10 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирования воздуха. – М.: Минрегион России, 2012. –78 с
- 11 СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». –М.: Минрегион России, 2013. –115 с
- 12 Отопление и вентиляция. Часть 2. В.Н. Богословский. – М., Стройиздат, 1998. – 432с
- 13 Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики. Липатников Г.А., Гужеев М.С. – СПб.: Изд-во Питер, 2007. – 144 с.
- 14 В.М. Столетов, «Регулирование и автоматизация холодильных и криогенных установок и систем кондиционирования воздуха и их безопасность» Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово: издательский центр КемТИПП, 2010. – 108 с.
- 15 VRF-системы кондиционирования воздуха. Особенности проектирования, монтажа, наладки, сервиса. Брух С.В. – М.: ООО «Компания БИС», 2017. – 360 с
- 16 ASHRAE/ANSI Standard 62.1–2019 Ventilation for acceptable indoor air quality.
- 17 EN 15251:2015 Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings
- 18 EN 13779:2015 Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems
- 19 СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения». –М.: Минрегион России, 2013. –93 с
- 20 Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ

										Лист
										78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР					

- 21 СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование"
- 22 Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ
- 23 Стандарт АВОК 2.1-2017 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» – М., издательство АВОК, 2017 – 16с
- 24 Стандарт АВОК 2.2.4–2015 «Рекомендации по повышению энергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха» – М., издательство АВОК, 2015 – 24 с.
- 25 Рекомендации АВОК 5.5.1–2018 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий» – М., издательство АВОК, 2018 – 70с.
- 26 Р НП «АВОК» 5.1-2012 и компьютерная программа «Расчет нагрузки на систему кондиционирования воздуха при нестационарных теплопоступлениях» – М., издательство АВОК, 2012. – 140 с.
- 27 Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балугева, А.Д. Гальперин. – Евроклимат, 2013. – 416 с.
- 28 Воздухораспределители компании «Арктос». Указания по расчету и практическому применению. Издания пятое, 2018.
- 29 СТО ЮУрГУ 04-2008 «Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению» – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2008. – 67 с.;
- 30 А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов «Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования» – М., Стройиздат, 2015. – 322 с.;
- 31 <https://po-korf.ru/equipment/>
- 32 Алабугина, Р.А. Выпускная квалификационная работа: структура, требования к оформлению и нормоконтролю: методические указания / Р.А. Алабугина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 43 с
- 33 Алабугин, А.А., Р.А. Алабугина Экономика-управленческая часть выпускных квалификационных работ для направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»: учебное пособие для бакалавров и магистрантов / А. А. Алабугин, Р.А. Алабугина. Ответственный редактор А.А. Алабугин – Челябинск: Издательский центр ЮУр-ГУ, 2018. – 44 с.
- 34 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартиформ, 2008.
- 35 ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. –М.: Изд-во стандартов, 2004. –4с
- 36 СанНиП 2.2.4.548 – 96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - М.; Изд-во стандартов, 2007. – 33 с.
- 37 ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - М.; Изд-во стандартов, 2008. – 45 с

38 ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.- М.; Изд-во стандартов, 2006, 75 с

39 ГОСТ 12.1.004. 91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. (С изменением №1) –М.: Стандартиформ, 2006.

40 ГОСТ 12.1.019-79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.: Государственный стандарт СССР, 1996. – 13 с.;

41 ГОСТ 31532-2012. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. М.: Госстандарт России, 2012. – 64 с.;

42 ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. М: Издательство стандартов, 2015. – 44 с.;

43 Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / А.А, Кудинов, С.К. Зиганшина. – М.: Машиностроение, 2011. – 374 с.

44 Алабугин, А.А. Производственный менеджмент в энергетике предприятия: учебное пособие / А.А. Алабугин, Р.А. Алабугина. Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 1998. – 69 с.;

45 Тарифы на электроэнергию <https://uralsbyt.ru/klientam/yuridicheskim-litsam>

46 Калиниченко, А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике/ А.В. Калиниченко. – Омск: Изд-во Высшая школа, 2008. – 205с

47 Сибикин, Ю.Д. Технология энергосбережения / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2006. – 12 с.;

					<i>13.03.01.2020.015.11 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80