

Инженерная школа энергетики

Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект системы отопления супермаркета в городе Асино Томская область

УДК 621.928.97-047.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б1	Штенгауэр Сергей Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Разва А.С.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Завьялова З.С.	к.ф.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ОПН	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Антонова А.М.	к.т.н. доцент		

Томск – 2019 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП 13.03.01
«ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Универсальные компетенции	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач.
P3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни, непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
Профессиональные компетенции	
P7	Применять базовые математические, естественнонаучные, социальноэкономические знания в профессиональной деятельности в широком (в том числе междисциплинарном) контексте в комплексной инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач комплексного инженерного анализа с использованием базовых и специальных знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования

	теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить комплексные научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением базовых и специальных знаний и современных методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
Специальные профессиональные	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и

	<p>тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.</p>
P15	<p>Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.</p>
P16	<p>Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Антонова А.М.

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4Б1	Штенгауэру Сергею Александровичу

Тема работы:

Проект системы отопления супермаркета в городе Асино Томская область	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	13.05.2019г. №3689/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования - здание супермаркета, расположенное в городе Асино. Рассматривается вариант воздушной системы отопления как альтернатива существующей водяной системы отопления</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Расчет тепловых потерь в здании; Построение графических зависимостей; Выбор оборудования; Расчет воздушного отопления; Расчет водяного отопления.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация (___ сл.)</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	к.ф.н., доцент ОСНГ ШБИП Завьялова Зинаида Сергеевна
Социальная ответственность	ассистент ОКД ИШНБК Алексеев Николай Архипович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ	Разва А.С.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б1	Штенгауэр Сергей Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4Б1	Штенгауэр Сергею Александровичу

Инженерная школа энергетики		Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова		
Уровень образования	бакалавриат	Направление	13.03.01	«Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Должностной оклад инженера – 17000 руб., научного руководителя (НР) – 26300 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент – 30 %
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления в социальные фонды составляют 30 % от фонда оплаты труда (ФОТ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. Планирование НИ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2. Смета затрат на НИ
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	3. Определение практической значимости проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Завьялова Зинаида Сергеевна	к.филос.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б1	Штенгауэр Сергей Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4Б1	Штенгауэру Сергею Александровичу

Школа	ИШЭ	Отделение (НОЦ)	Им. Бутакова
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом расчета являются холодильные установки и системы воздушного и водяного отопления для супермаркета, находящегося в г. Асино Томской области
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018); - СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. - ГОСТ 23833-95 Оборудование холодильное торговое. Общие технические условия (с Поправкой) - СанПиН - 22.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. - ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; - Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего (СанПиН 2.2.2.542 – 96).
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	- Вибрационное воздействие (источник: холодильное оборудование) - Повышенный уровень шума; - Возможность поражения электрическим током (источники: холодильное оборудование, ЭВМ) - Соблюдение техники безопасности при эксплуатации торгово-холодильного оборудования и системы отопления
3. Экологическая безопасность:	- Возможные утечки хладагента, а также его утилизация. - Бытовые сточные воды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Возникновение пожароопасных ситуаций при эксплуатации систем отопления и торгово-холодильного оборудования - Прорыв (протечка) трубопровода системы отопления.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОКД ИШНKB	Алексеев Н. А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4Б1	Штенгауэр Сергей Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 99 с., 14 рисунков, 29 источников, 37 таблицы, графический материала.

Ключевые слова: расчет тепловых потерь здания, гидравлический и аэродинамический расчеты, система воздушного и водяного отопления, выбор основного оборудования.

Объектом расчета является здание супермаркета, расположенное в городе Асино.

Цель работы - подбор основного оборудования и комплектующих для бесперебойной работы торгового холодильного оборудования, а также проект воздушной системы отопления для данного помещения с использованием теплосъёма с конденсаторов торгового холодильного оборудования, для создания комфортных условий, пребывающих в нем людей.

В процессе исследования были рассмотрены: в качестве альтернативного вариант водяной системе - воздушная система отопления.

Выпускная квалификационная работа выполнялась в текстовом редакторе Microsoft Word 2010.

Оглавление

1 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ЗДАНИИ	13
2 ГРАФИКИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СЕЗОННОЙ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ	22
3 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ВЫБОРА ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	25
4 ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН	29
5 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ.....	32
6 ПОДБОР КОМПЛЕКТУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ К ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЕ	36
7 РАСЧЁТ СХЕМЫ И ПРОЦЕСС РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	40
8 РАСЧЕТ ВОЗДУШНОГО КОНДЕНСАТОРА	43
9 РАСЧЕТ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ.....	52
10 РАСЧЁТ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ	59
11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
12 Социальная часть.....	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Предприятия, у которых принцип работы основывается на самообслуживании, оборудуются централизованными системами холодоснабжения. Это различные универсамы, торговые предприятия. Данный вид систем способен поддерживать во всех холодильных установка заданную температуру.

Система централизованного холодоснабжения состоит из многокомпрессорных агрегатов с включенными параллельно компенсаторами.

К преимуществам можно отнести высокие показатели надежности, экономичности, небольшие эксплуатационные затраты. Также к достоинствам отнесем:

- позволяют снизить потребление электроэнергии, с помощью применения крупногабаритных компрессоров с наиболее высоким показателем КПД.
- обеспечивают за счет резервирования холодопроизводительности высокие показатели надежности.
- позволяют увеличить в несколько раз работу компрессоров.
- отсутствует от холодильного оборудования теплоотдача, благодаря чему происходит уменьшение затрат на систему кондиционирования и вентиляции.

В больших магазинах централизованная система холодоснабжения включает в себя две холодильные машины: низкотемпературная и среднетемпературная централь, которые устанавливаются в машинных отделениях, а также переносных конденсаторов воздушного охлаждения, размещение которых осуществляется вне помещения.

Основной задачей является – выбор и расчет оборудование холодильных машин, которые предназначены для бесперебойной работы холодильного оборудования. Кроме этого, необходимо произвести расчет системы отопления супермаркета, с тем, чтобы частично заменить водяное отопление воздушным.

Воздушное отопление планируется осуществляться за счет циркуляции нагретого воздуха.

1 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ЗДАНИИ

Расчет и проектирование системы отопления торгового зала супермаркета является главной целью выпускной работы.

Необходимо, чтобы система отопления работала надежно. Тогда она будет поддерживать комфортные условия в помещении для людей.

С помощью такой системы будет обеспечиваться влажность, чистота воздуха и его температура.

1.1 Характеристика помещения

Стены помещения выполняются из сэндвич-панелей, световые проемы выполнены тройным стеклопакетом, дверь – пластиковая.

Внутреннюю температуру воздуха в торговом зале принимаем 15°C , в административном помещении 20°C

Высота супермаркета составляет $h = 4$ м, а его размеры 22x18м.

На рисунке 1, приведен план помещения.

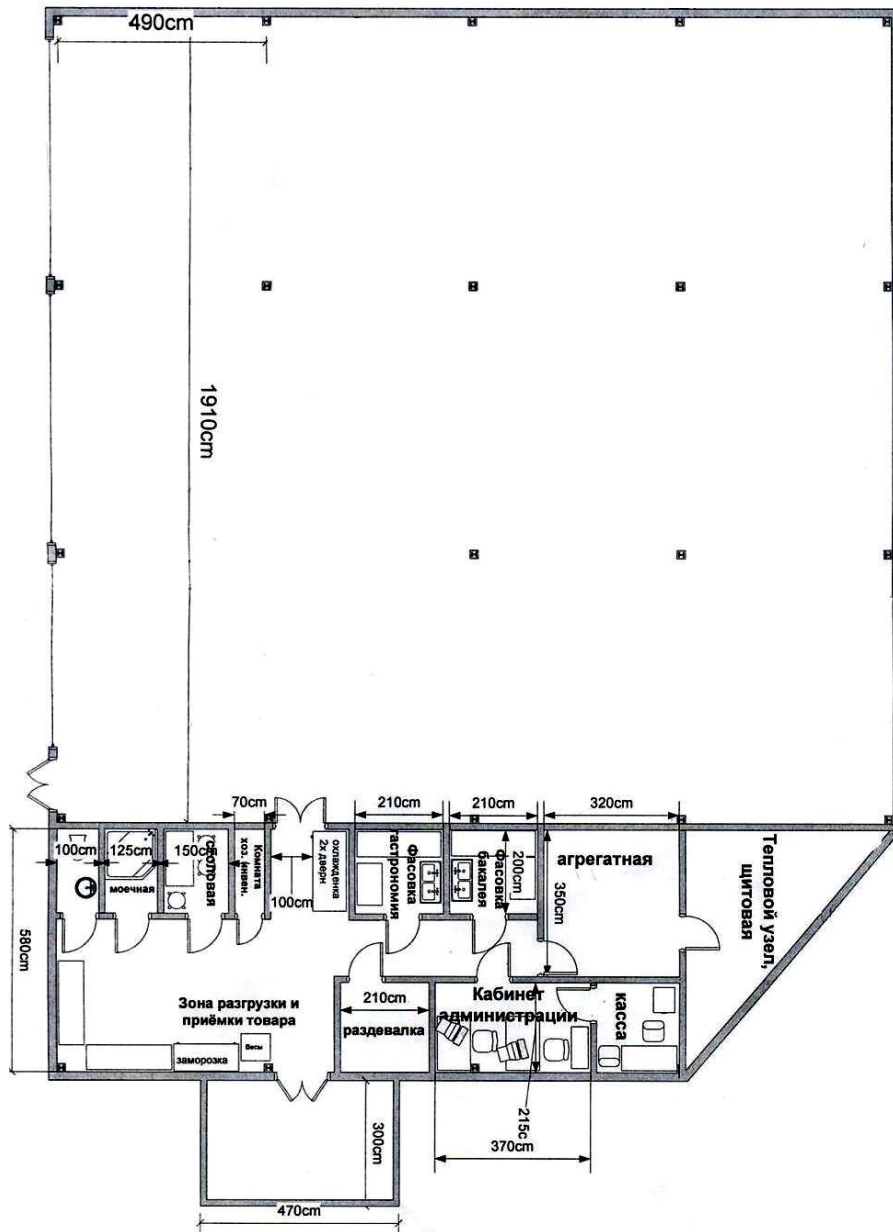


Рисунок 1- План супермаркета

1.2 Проведение расчета тепловых потерь через ограждающие конструкции.

Количество теплотерь через ограждающие конструкции определяется, как сумма всех теплотерь наружных и внутренних ограждений.

При расчете тепловых потерь помещений, необходимо учесть как основные, так и добавочные потери.

$$Q_{m,n}^{orp} = \frac{F}{R^{np}} (t_e - t_n) \cdot n(1 + \sum \beta), \text{ кВт/ч}, \quad (1)$$

где

F – значение наружной площади ограждения, м²;

R^{np} – значение приведенного термического сопротивления теплопередачи, $m^2 \cdot K / \text{кВт}$;

t_b – значение расчётной внутренней температуры воздуха помещения, $t_b = 15$ $^{\circ}\text{C}$ [10];

t_n – значение расчётной наружной температуры, $t_n = -40$ $^{\circ}\text{C}$ [10];

n – коэффициент, который характеризует как располагается ограждение,

β – добавочные теплопотери;

$1 + \Sigma\beta$ – коэффициент добавочных тепловых потерь.

Расчет основных теплопотерь суммируются из тепловых потерь через каждое отдельное ограждение помещения, по следующей формуле

$$Q_{m,n}^{orp} = \frac{F}{R^{np}} (t_b - t_n) \cdot n, \text{ кВт/ч} \quad (2)$$

Для нахождения расчетной площади ограждения, применяют правила обмера, которые являются условными.

Проведем расчет значений сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций.

$$R = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H}, \text{ м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C/Вт} \quad (3)$$

где α_B – величина коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкций, принимаем равным $\alpha_B = 8,7$ $\text{Вт/м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$, [11, табл.4];

α_H – значение коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаем равны $\alpha_H = 23$ $\text{Вт/м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$, [11, табл. 6];

R_K – расчетное значение термического сопротивление ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C/Вт}$.

$$R_K = \sum_{i=1}^n R_n + R_{B.IIP}, \text{ м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C/Вт} \quad (4)$$

где $\sum_{i=1}^n R_n$ – сумма термических сопротивлений всех слоев ограждающей

конструкции, $\text{м}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C/Вт}$;

$R_{в.пп}$ – значение термического сопротивление замкнутой воздушной прослойки, $м^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, [11, прил.4].

$$\sum_{i=1}^n R_n = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт} \quad (5)$$

где δ_i – величина толщины i -го слоя, м;

λ_i – значение расчетного коэффициента теплопроводности i -го слоя материала, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, [11, приложение 3].

Проведем расчет значения термического сопротивления теплопередачи пола.

Расчет теплотерь полов осуществляется по зонам. Для этого площадь пола необходимо разделить на полосы, ширина которых составляет два метра. Откладывают такие полосы от наружной стены, параллельно ей. В итоге получают четыре зоны для расчета. Полоса, располагающаяся ближе всего к наружной стене, характеризуется I зоной, соответственно, следующие две полосы II, III, все, что осталось, относится к IV зоне (рисунок 2)

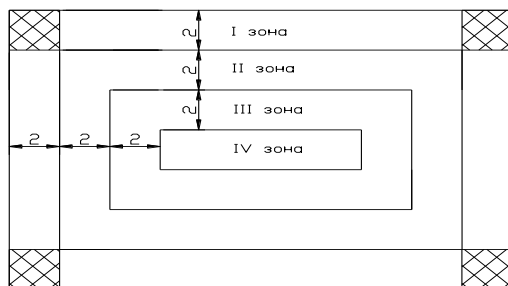


Рисунок 2- Разбивка поверхности пола на зоны

Для неутепленных полов, которые располагаются ниже уровня земли, приведенное сопротивление теплопередачи имеет значение:

I зона- $2,1 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

II зона – $4,3 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

III зона – $8,6 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

IV зона – $14,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Рассмотри применение добавочных потерь:

а) добавочные потери на ориентацию

если ограждающие конструкции обращены на север, восток, то значение добавочных потерь принимается 0,1, для юга 0, для запада 0,05.

б) угловое помещение

в угловых помещениях необходимо добавлять по 0,05.

в) если наружная дверь не оборудована воздушными или тепловыми завесами

г) добавка на ветре, принимается для наклонных и вертикальных наружных ограждений, если в местности средняя скорость ветра от 5 до 10 м/с - 0,2.

По данным таблицы 1.20-1.21 [9] подбираем строительные конструкции наружных ограждений зданий, которые в дальнейшем будут соответствовать теплотехническим нормам. Расчетные значения отобразим в таблице 1.

Таблица 1-Расчет теплотерь наружных ограждения.

Помещение	Характеристика организации			$\Delta t \cdot n$	$Q_{очн.}$ Вт	Добавки		$1 + \Sigma \beta$	$Q_{огр.}$ Вт
	Наименование	F, м ²	R, м ² ·К/Вт			на ориентацию	Прочие		
$t_{в} = 15^{\circ}\text{C}$ $t_{н} = -40^{\circ}\text{C}$	НС (Ю)	72,4	2,04	55	1951,96	-	0,2	1,2	2342,35
	Н (СЗ)	69,2	2,04	55	1865,69	0,05	0,2	1,25	2332,11
	Н (СВ)	15,2	2,04	55	409,80	0,1	0,2	1,3	532,75
	НС (С)	66,5	1,08	3	184,72	-	-	1	184,72
	ДВ	1,8	1,67	55	59,28	0,1	0,84	1,94	115,01
	ОК	56,32	1,67	55	1854,85	0,1	-	1,1	2040,34
	ЧП	394,78	2,04	55	10643,58	-	-	1	10643,58
	П –I зона	141,3	2,1	55	3700,71	-	0,05	1,05	3885,75
	П –II зона	109,3	4,3	55	1398,02	-	0,05	1,05	1467,92
	П –III зона	88,3	8,6	55	564,71	-	0,05	1,05	592,95
	П –IV зона	51,2	14,2	55	198,31	-	0,05	1,05	208,23

Всего: $Q_o = 24346$ Вт

Примечание: НС (З, С, В, Ю) – наружная стена, ОК – тройное остекление; ДВ – дверь, П – пол, ЧП – потолок.

По формуле (6) можно получить, какое количество теплоты расходуется, для того, чтобы нагреть инфильтрующийся воздух, [9, прил. 10]

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot \sum G \cdot c \cdot (t_в - t_н) \cdot k, \text{ Вт} \quad (6)$$

где G – величина расхода воздуха, который, через неплотности наружных ограждений, инфильтруется в помещении, кг / ч ;

$c = 1, \text{ кДж/кг} \cdot \text{°C}$ – величина удельной теплоемкости воздуха;

$t_в, t_н$ – значение наружной и внутренней температуры, °C ;

$k = 0,7$ – значение коэффициента, который учитывает как влияет величина встречного потока тепла в конструкциях.

Определим величину расхода воздуха, который, через неплотности наружных ограждений, инфильтруется в помещении. [9, прил 10]

$$G = 0,216 \cdot \sum \frac{A \cdot \Delta p_i^{0,67}}{R_{и}}, \text{ кг/ч} \quad (7)$$

где A – величина площади двери и светового проема (окон), которая равна $60,2 \text{ м}^2$;

$R_{и}$ – значение сопротивления воздухопроницанию, которое выбирается по, $\text{м}^3 \text{ ч Па/кг}$, [11, С.23];

Δp_i – величина разности между двумя давлениями (наружной и внутренней) поверхности ограждающей конструкций, [9, прил 10], Па .

1.2.5.2 Сопротивление воздухопроницанию составляет

$$R_{и} = \frac{\Delta p}{G^H}, \text{ м}^3 \text{ ч Па/кг}; \quad (8)$$

где $G^H = 5,0$ – величина нормативной воздухопроницаемости ограждающей конструкций, $\text{кг/м}^2 \text{ ч}$ [11,табл.12*];

Δp – величина разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па [11, С.23].

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0,03 \cdot \gamma_н \cdot g^2, \text{ Па}$$

(9)

где H – величина высоты помещения, равная 4 м;

$\vartheta = 5,2$ – показатель средней скорости ветра, в холодный период, м/с [9, прил 8];

γ_n, γ_e – значения удельного веса, для воздуха внутри помещения, а также наружного. Определяем эти значения по следующим формулам, Н/м³.

$$\gamma_n = \frac{3463}{(273 + t_n)} = \frac{3463}{(273 + (-40))} = 14,86 \text{ Н/м}^3;$$

$$\gamma_e = \frac{3463}{(273 + t_e)} = \frac{3463}{(273 + 15)} = 12,02 \text{ Н/м}^3;$$

Следовательно, теперь можно рассчитать величину перепада давления

$$\Delta p = 0,55 \cdot 4,3 \cdot (14,86 - 12,02) + 0,03 \cdot 14,86 \cdot 5,2^2 = 18,77, \text{ Па}$$

Далее определим значение сопротивления воздухопроницанию

$$R_{II} = \frac{18,77}{5,0} = 3,75, \text{ м}^3 \text{ ч Па/кг};$$

Расчетную величину разности между давлениями наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкций

$$\Delta p_i = (H - h) \cdot (\gamma_n - \gamma_e) + 0,5 \cdot \rho_n \cdot \vartheta^2 \cdot (c_{e,n} - c_{e,e}) \cdot k_i, \text{ Па} \quad (10)$$

где h – величина высота, которая берется от земли до верхушки окна, принимаем равной равная 3,8 м ;

ρ_n – при температуре наружного воздуха, значение плотности, кг / м³ ;

ϑ – в холодной период значение средней скорости ветра, м / с ;

$c_{e,n}, c_{e,e}$ – для подветренной и наветренной поверхности, значения аэродинамических коэффициентов, которые равны $c_{e,n} = 0,8$ и $c_{e,e} = -0,6$;

k_i – значение коэффициента, учитывающего изменение скоростного давления ветра, и зависящего от h здания, $k_i = 0,5$.

$$\Delta p_i = (4 - 3,8) \cdot (14,86 - 12,02) + 0,5 \cdot 1,45 \cdot 5,2^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,5 = 14,54, \text{ Па}$$

Произведем расчет расхода воздуха, который инфильтрируется внутри помещения

$$G = 0,216 \cdot \frac{60,2 \cdot 14,54}{3,75} = 50,5, \text{ кг/ч}$$

В конечном итоге, получит, какую величину теплоты необходимо затратить, для того, чтобы нагреть воздух, инфильтрующийся в помещении

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot 50,5 \cdot 1 \cdot (15 - (-40)) \cdot 0,7 = 544, \text{ Вт}$$

Также необходимо рассчитать потери тепла, которые потребляют холодильные агрегаты.

для оборудования средних температур:

$$Q'_{\text{CP}} = 0,8 \cdot Q_X^{\text{CP}} = 0,8 \cdot 39360 = 31488 \text{ Вт}$$

для оборудования низких температур:

$$Q'_H = 0,8 \cdot Q_X^H = 0,8 \cdot 11500 = 9200 \text{ Вт}$$

Следовательно, теперь можно рассчитать общее значение теплотерь помещения:

$$Q_P = Q_{\text{о.к}} + Q_{\text{инф}} + Q'_H + Q'_{\text{CP}} = 23807 + 544 + 9200 + 31488 = 65040 \text{ Вт} \quad (13)$$

2 ГРАФИКИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СЕЗОННОЙ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

График продолжительности тепловой нагрузки строится для следующих целей (графическая зависимость Россандера):

возможность установить экономичный режим работы теплофикационного оборудования,

выбор наиболее выгодных характеристик теплоносителя,

проведение технико-экономического и планового исследования

Для выполнения этих целей, необходимо иметь представления о длительности работы, при различного рода режима, системы теплоснабжения, на протяжении года.

Проведем пересчет значения тепловых потоков при текущих температурах наружного воздуха

$$Q = Q_p \cdot \frac{t_g - t_x}{t_g - t_n}, \text{ Вт} \quad (14)$$

где Q_p – величина суммарных теплопотерь;

t_x – заданная величина температуры наружного воздуха, °С;

t_g и t_n – для холодного периода температуры внутреннего и наружного воздуха

Проведем расчеты по формуле 14, и запишем полученные результаты в таблицу 2. По этим результатам строим графическую зависимость тепловых нагрузок от величин наружных температур (график 1).

Таблица 2 – Результаты тепловых нагрузок от величин наружных температур

$t_x, ^\circ\text{C}$	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	8
$Q, \text{ кВт}$	64,3	58,9	52,4	45,5	39,3	34,5	28,7	22,2	16,8	10,6	7,9

Далее в таблицу 3 занесем значения тепловой нагрузки, наружной температуры и часы длительности нагрузки. По получившимся результатам построим графическую зависимость продолжительности тепловой нагрузки при различных значениях температур наружного воздуха (график 2).

Таблица 3 – Продолжительность тепловой нагрузки и длительность их нагрузок

$t_x, ^\circ\text{C}$	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	8
$n, \text{ час}$	14	78	222	489	917	1578	2451	3313	4177	5023	5616
$Q, \text{ кВт}$	64,3	58,9	52,4	45,5	39,3	34,5	28,7	22,2	16,8	10,6	7,9

В таблицу 4 занесем величины расхода теплоты в зависимости от месяца. Значения средних температур наружного воздуха приведены [10]. На основе полученных результатов строим график расхода тепла в зависимости от месяца.

Таблица 4 – Зависимость расхода теплоты по месяцам года

Месяц	январь	февраль	март	Апрель	май*	Июнь	Июль	август	сентябрь*	Октябрь	ноябрь	декабрь
$t_{\text{ср.м}}, ^\circ\text{C}$	-19,1	-16,9	-9,9	0,0	8,7	15,4	18,3	15,1	9,3	0,8	-10,1	-17,3
$Q, \text{ кВт}$	40,1	37,5	29,1	17,5	7,3	0	0	0	6,8	16,9	29,6	38,1

* – отмечены месяцы, в которых либо отключают, либо включают тепло.

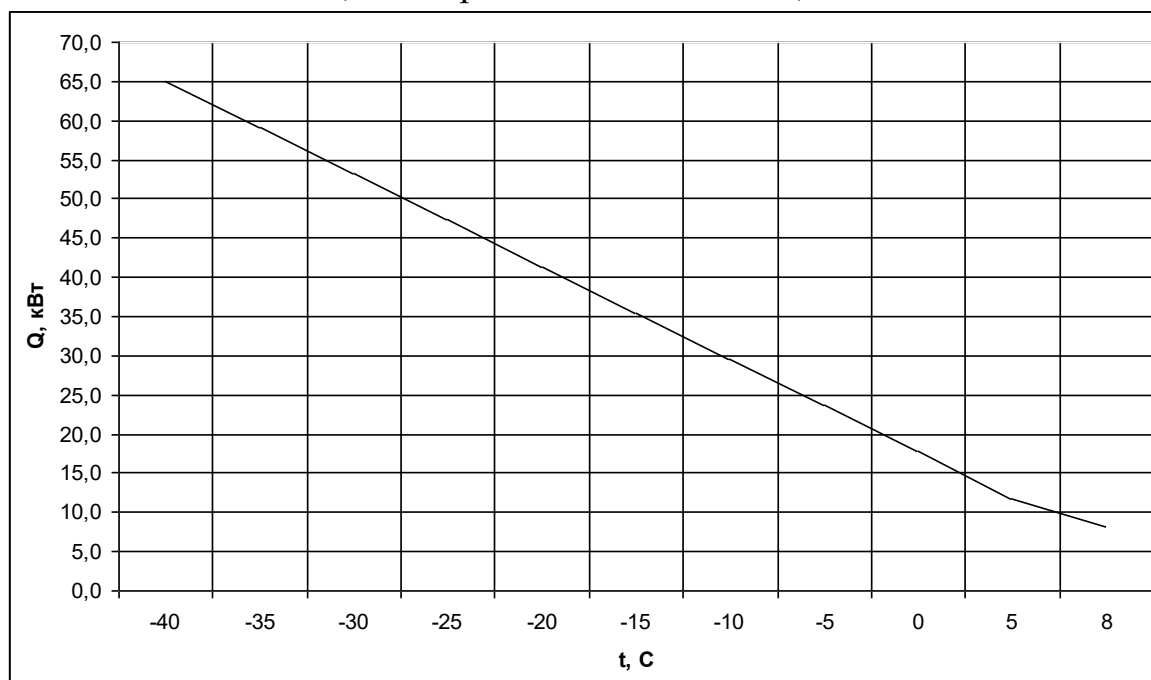


График 1 – Зависимость тепловой нагрузки от температуры наружного воздуха.

График имеет линейную зависимость. С увеличением температуры, нагрузка на отопление уменьшается.

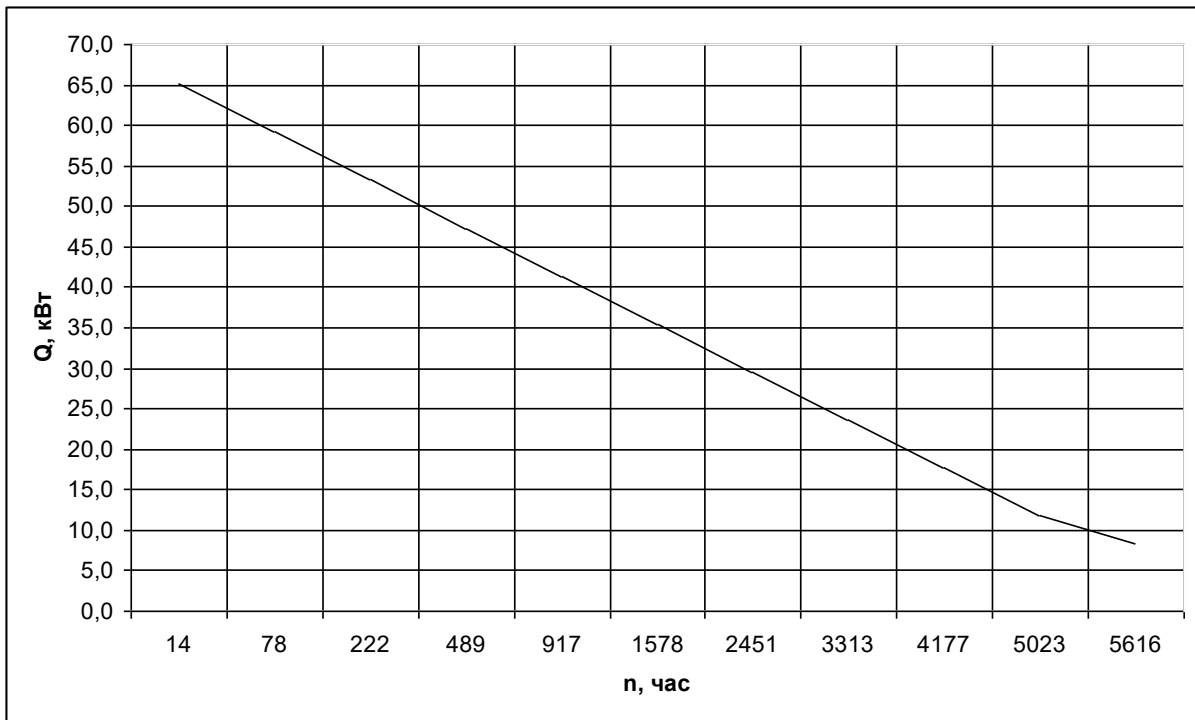


График 2 – Продолжительность тепловой нагрузки и длительность стояния
 График имеет линейную зависимость. С увеличением длительности, нагрузка на отопление уменьшается.

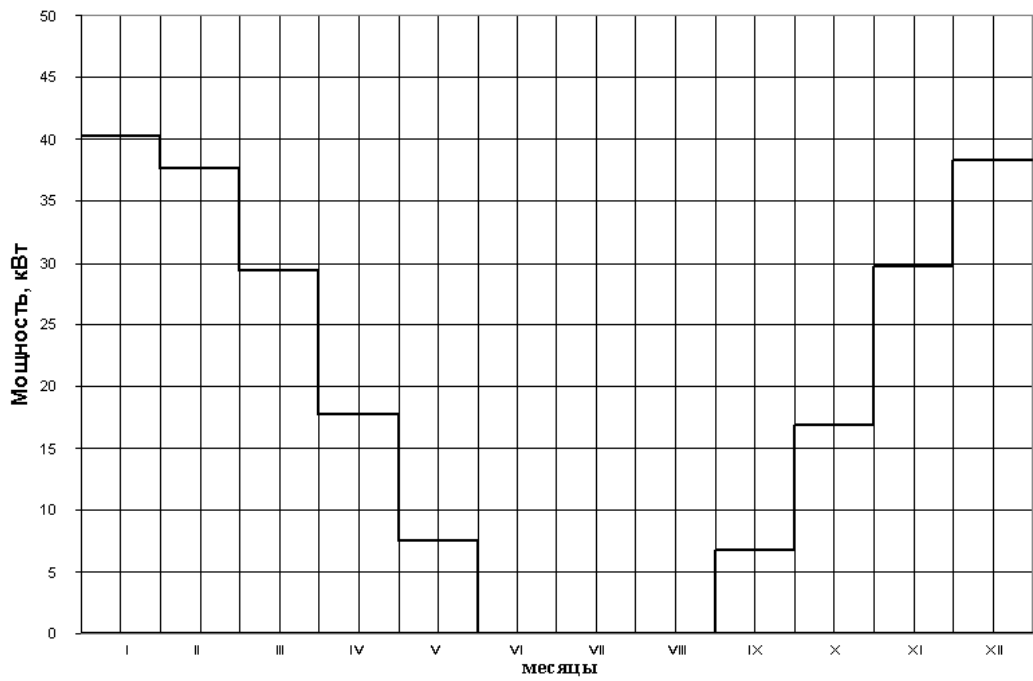


График 3 – Зависимость расхода теплоты в зависимости от месяца

3 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ВЫБОРА ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Так как в здании будет устанавливаться холодильное оборудование, предназначение которого – хранить охлажденную продукцию.

Поэтому устанавливаем следующие марки оборудования: Aspen, Malmoe2 Maxi, Berlino 2 SL.

Далее приведем характеристики и описание данного оборудования.

Бонета марки (Malmo 2 Maxi):

Располагаем бонету марки "Malmo 2 Maxi", в количестве 3х штук. Это витрина островного типа, в которой располагаются две секции, использующиеся для хранения и выкладки продуктов глубоких заморозок. Данный вид витрин используется непосредственно в торговых помещениях, имеющих большие площади. Выполняются они из высоко прозрачного стеклопакета. Стеклопакеты располагаются по всему периметру, и предоставляют хороший обзор людям продуктов. Помимо этого, в каждой секции можно настроить необходимый температурный режим. В таблице 5 приведем характеристики таких витрин.

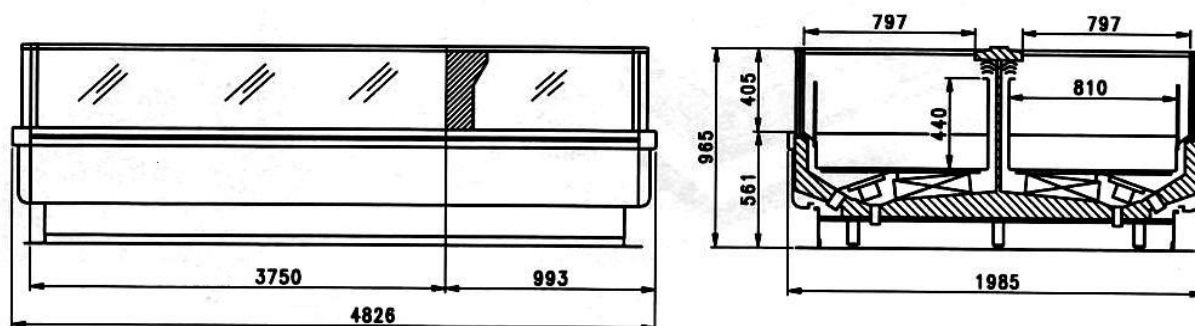


Рисунок 3- Бонета "Malmo 2 Maxi" фирмы Arneg

Таблица 5 – Технические характеристики бонеты "Malmo 2 Maxi".

Описание	Malmo 2 Maxi	Ед. изм
Значение длина без учета боковой стенки	3800	мм
Величина рабочей температуры	-18 ⁰ С/ -24 ⁰ С	⁰ С
Величина допустимой температуры	Макс. +30 ⁰ С Мин. -36 ⁰ С	⁰ С
Значение площади поверхности витрин	8	м ²
Значение мощности	2x1590	(Вт)
Наименование хладагента	R404A	
Термостатический клапан danfoss	TES 2-1	

Тип оттаивания	Автоматические/ Электрическое	
Питание- частота- фаза	230-50-3	В-Гц-Ф
Рабочая мощность (поглощаемая)	1250	Вт(А)
Мощность оттаивания	9750	Вт(А)
Объем загрузки	2280	дм ³

Горки Berlino 2 SL.

Данный вид холодильного оборудования представляет собой настенные вертикально открытые витрины. (рисунок 4). Их применяют для хранения молочных, колбасных продуктов, мяса, овощей и фруктов. Их необходимо оснащать несущими конструкциями, внутренними лампочками, и полки, у которых есть возможность регулировать наклон. Из за имеющегося большого полезного объема, их можно располагать как в больших, так и в средних помещениях. Технические характеристики такого оборудования приведем в таблице 6.

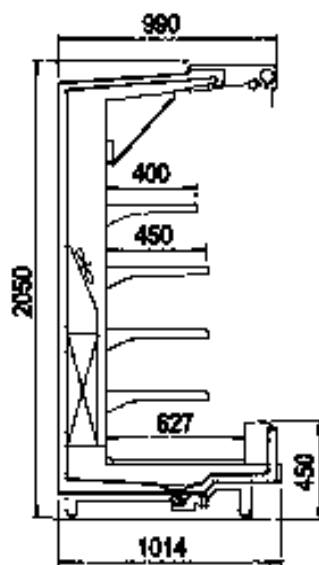


Рисунок 4 – Горка Berlino 2 SL фирмы Arneg.

Таблица 6 – Техническая характеристика горки Berlino 2 SL.

Описание	100/205	Ед.изм
Величина длина без учета боковой стенки	3750	мм
Величина рабочей температуры	+2 °С/ +4 °С	°С
Величина площади поверхности витрин	10,72	м ²
Значение мощности	5750	(Вт)
Питание- Частота- Фаза	230 V / 50 Hz/ 1	
Наименование хладагента	R404A	
Макс. доп. Давление	20	бар
Термостатический клапан Danfoss	т.ч.2-2-2	

Тип оттаивания	Простая остановка	
Рекомендуемые типы оттаивания	4х 30 мин	
Объем загрузки	2575	дм ³

Витрины Aspen.

Витрины марки Aspen применяются для продажи и хранения замороженных и охлаждающих продуктов.

Внешний вид таких витрин зависит, от того, где ведется торговля. Например, если в магазин с продавцами, то оборудование используется с закрытыми витринами из стекла. Такой вид модели может позволить установить в одну линию ни одну витрину. Если на предприятие осуществляется самообслуживание, то витрину устанавливают с открытой поверхностью, Это предоставить свободный доступ к продуктам покупателей. Также витрин этой марки, предназначается система вентилирующего охлаждения. Это дает гарантии на оптимальные рабочие характеристики не только в верхних объемах выкладки, но также и в нижних запасниках. Помимо этого, еще есть холодильные агрегаты со встроенным терморегулирующим клапаном, применяемым для подключения к выносным системам холодоснабжения. В таблице 7 приведем технические характеристики витрин Aspen/

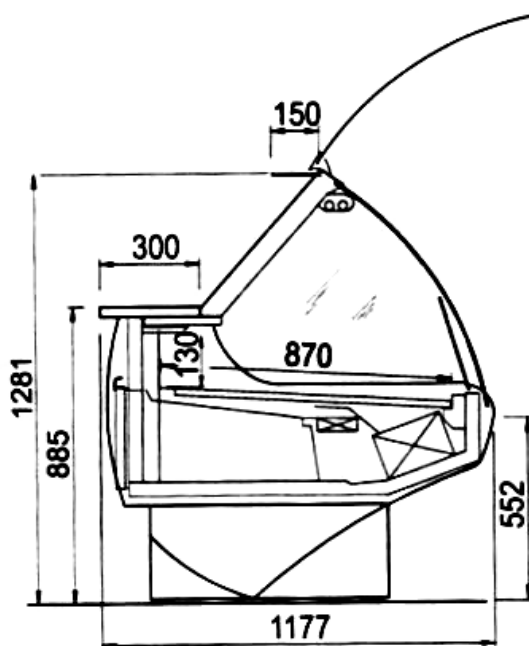


Рисунок 5- Витрина марки Aspen VCA фирмы Arneg.

Таблица 7- Технические характеристики витрины Aspen.

Описание	Aspen	Ед. изм
Величина длина без учета боковой стенки	3125	мм
Величина рабочей температуры	0 ⁰ С/ +2 ⁰ С	⁰ С
Величина допустимой температуры	Макс. +32 ⁰ С Мин. -10 ⁰ С	⁰ С
Необходимая мощность	1013	(Вт)
Наименование хладагента	R404A	
Термостатический клапан Поле N	Т.ч 2-0,45	
Тип оттаивания	Простая остановка	
питание- частота- фаза	230В-50Гц-1Ф+Н	В-Гц-Ф
Объем загрузки	350	дм ³

4 ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Основной задачей при подборе основного оборудования холодильных машин – это выбор конденсаторов и компрессоров. Они должны обеспечивать непрерывную работу всего холодильного оборудования, находящегося в торговом зале. Оборудование, которое размещено в торговых залах делится на среднетемпературное и низкотемпературное. Поэтому, подбор основного оборудования необходимо осуществлять в зависимости от температурного режима оборудования.

Оборудование, у которого рабочий температурный диапазон -18 до -25°C считается низкотемпературным. К нему будет относиться 3 бонеты "Malmo 2 Maxi" фирмы Arneg. А оборудование, у которого рабочий температурный диапазон $+3$ до $+5^{\circ}\text{C}$ считается среднетемпературным. К тому виду относятся 4 витрины Aspen фирмы Arneg и 5 горок Berlino 2 SL.

Для подбора компенсатора необходимо определить значение холодопроизводительности.

Расчет данной величины зависит от количества оборудования, находящегося в помещении.

$$Q_x = Q_x^{TO} \cdot n \cdot 1,2 \text{ кВт} \quad (15)$$

где Q_x^{TO} – величина холодопроизводительности оборудования, расположенного в торговом помещении, принимается из его паспорта, кВт;

n – количество оборудования, которое работает в одном диапазоне температур, шт.

1,2 - значение, которое характеризует, какое количество фреона тратится при его перевозке.

Определим значения холодопроизводительности:

Для оборудования низких температур:

$$Q_x^H = (2 \cdot 1,59) \cdot 3 \cdot 1,2 = 11,5 \text{ кВт}$$

Для оборудования средних температур

$$Q_x^{CP} = (5,75 \cdot 5 + 1,013 \cdot 4) \cdot 1,2 = 39,36 \text{ кВт}$$

Ткипения.

Каждое холодильное оборудование имеет свою температуру кипения, это связано с тем, что оно работает в определенных режиме температур. Следовательно,

Для ХО низких температур $t_{кип} = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

Для ХО средних температур $t_{кип} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Т конденсации

Значение данной температуры принимается на основе паспорта устройства. Принимаем значение температуры конденсации $t_K = 42 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

У конденсаторов значение производительности подбирается с тем, чтобы они работали с повышенной величиной температуры кипения. Для низких температур ХО $t'_{кип} = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, для средних температур ХО $t'_{кип} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

В таблицу 8 занесем все параметры, которые нужны для того, чтобы подобрать основное оборудование

Таблица 8 - Исходные данные для подбора основного оборудования холодильных машин

Наименование	Ед. изм.	ХО низких температур	ХО средних температур
Холодопроизводительность, Q_x	кВт	12,4	38,47
Температура кипения, $t_{кип}$	$^{\circ}\text{C}$	-34	-12
Хладагент	-	R404A	
Температура конденсации, t_K	$^{\circ}\text{C}$	44	

На основе данных таблицы 8, в качестве основного оборудования (компрессора) производится выбор. Данные заносятся в таблицу 9.

Таблица 9 - Технические характеристики основного оборудования холодильной машин

Наименование	Ед.изм	ХО низких температур	ХО средних температур
Компрессора			
Марка	-	4PC-10.2Y-40P	4TC-12.2Y-40P
Количество	шт.	2	2
Величина холодопроизводительности	кВт	5,65	20,1
Затрачиваемое значение мощность	кВт	5,45	9,21
Ток (400V)	А	10,2	15,98
Напряжение питания	В	320-420	320-420
Производительность конденсатора при $t'_{кип}$	кВт	24,2	43,1
КПД	-	1,1	2,3
Массовый расход	кг/ч	236	685
Конденсаторы			

Марка	-	СА-100-404	СА-100-404
Количество	шт.	1	2
Поверхность теплообмена	м ²	102	102
Вентиляторы	мм х шт.	400х4	400х4
Частота вращения	об./мин	1305	1305
Расход воздуха	м ³ / час	17809	17809
Холодопроизводительность	кВт	53,54	53,54

5 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

В состав холодильной машины входит 3 составляющие: испаритель, конденсатор, компрессор. На рисунке 6 приведена холодильной машины принципиальную схему.

Роль испарителя будет выполнять холодильное оборудование, находящееся в торговом зале.

Фреон в виде перегретого пара, после испарителя, подается в конденсатор (1). Для предотвращения попадания влаги в конденсатор необходимо установить фильтр-осушитель, который устанавливается между конденсатором и испарителем(14). Далее фреон, в виде пара, направляется в разделитель жидкости. Разделитель жидкости (4) необходим для того, чтобы в конденсатор фреон шел непосредственно в виде пара. Это сосуд, внизу которого собирается фреон, который находится в жидком состоянии, а пары фреона по линии всасывания движутся в компрессор. Там при помощи поршня, происходит сжатие паров фреона. На линии всасывания устанавливается прессостат по низкому давлению, для регулирования давления (18). Помимо (18), устанавливается (19) прессостат универсальный. В его задачи входит: защита компрессора от большего падения давления, а также останавливать работу компрессора, если будет иметь место повышение давления нагнетания. После компрессора необходима установка (9) клапана обратного. Если холодильный агрегат отключится, то он предотвратит возвращение фреона в компрессор. После прохождения компрессора в парах фреона остается некоторая величина масла. В дальнейшем оно ухудшит в испарителе процесс теплообмена. Следовательно, на линии нагнетания необходимо установить (5) маслоотделитель. Который необходим для сокращения до минимального количество масла, которое содержится в парах фреона. Из маслоотделителя очищенный фреон поступает в (2) конденсатор. Для предотвращения протекания фреона, между конденсатором и компрессором устанавливают следующие составляющие. Установка (11) клапан обратного, поддерживает в взвешенном состоянии давление в конденсаторе, а при его остановке, перекрывает движение

фреона. После клапана обратного фреон идет через (7) регулятор давления процесса конденсации.

Ресивера и конденсатора размещаются с наружи помещения, в холодное время, когда выключен компрессор, давление в них становится ниже чем в испарителе. Поэтому фреон в жидком состоянии переходит в зону с низким давлением в ресивере и конденсаторе. При отсутствии жидкого фреона в испарителе, увеличение температур в нем не приводит к необходимому увеличению деления. В результате чего повышение значений температур становится недостаточным для включения установки и замыкания реле. Из-за этого появляются трудности, связанные с включением компрессора, после длительной остановки. В виду этого необходимо перед конденсатором (воздушного охлаждения) установить (7) регулятор давления KVR, и клапан обратный (10) на выходной магистрали. После прохождения регулятора давления фреон отправляется (2) в конденсаторное устройство, в котором происходит конденсация хладагента, идущего по трубкам. За счет прохождения воздуха в конденсаторе, происходит процесс конденсации фреона. После конденсатора уже жидкий фреон проходит через (32) вентиль, и поступает в ресивер. Он необходим выравнивания величин неравномерности тепловых нагрузках в испарительном устройстве. Далее перед тем как отправится в испаритель, фреон в жидком состоянии поступает в (14) в фильтр-осушитель. Задача такого фильтра не допустить попадания загрязняющих частичек в испарительное устройство.

Система по возврату масла.

Такая система используется для того, чтобы обеспечить нормальную работу холодильных машин. Так как масло достаточно неплохо смешивается с хладагентом, поэтому оно в виде крохотных частичек вместе с хладагентом выходит из компрессора и попадает нагнетательную магистраль, после чего в контур. Если не применить какие либо меры, то масло распространится по всему холодильному контуру в больших количествах. Это повлечет за собой следующие последствия:

во-первых, произойдет снижение интенсивности работы процессов теплообмена (в конденсаторе и испарителе)

во-вторых, ухудшится смазка подвижных деталей компрессора из-за снижения объема масла. Поэтому, что это предотвратить, после компрессора необходимо установить (5) маслоотделитель. Перед тем как подавать масло в компрессор, оно должно пройти очистку от различного рода примесей. Для этого устанавливают (13) масляной фильтр. В его функцию входит предотвратить попадание различных частичек в регулятор уровня масла.

Смотровое стекло располагается (16) между ресивером и фильтром. Благодаря ему, появляется возможность контролировать присутствие жидкостной среды в масле.

По сигналу регуляторов уровня масла, из ресивера масло, доливается в компрессор. В ресивер масло поступает из маслоотделителя. Для снижения давления в ресивере, применяют (22) дифференциальный клапан. С помощью, которого возможно поддерживать в ресивере давление примерно такое же, как в картере компрессора. После ресивера масло, минуя вентиль (29) шаровой поступает в (20) регулятор уровня масла. Кроме того существует (21) дифференциальный регулятор давления смазки. Необходим, для того, чтобы предотвратить повреждения, если недостаточным станет давление масла. ТЭН (26) предназначен для подогрева масла, установлен в компрессоре.

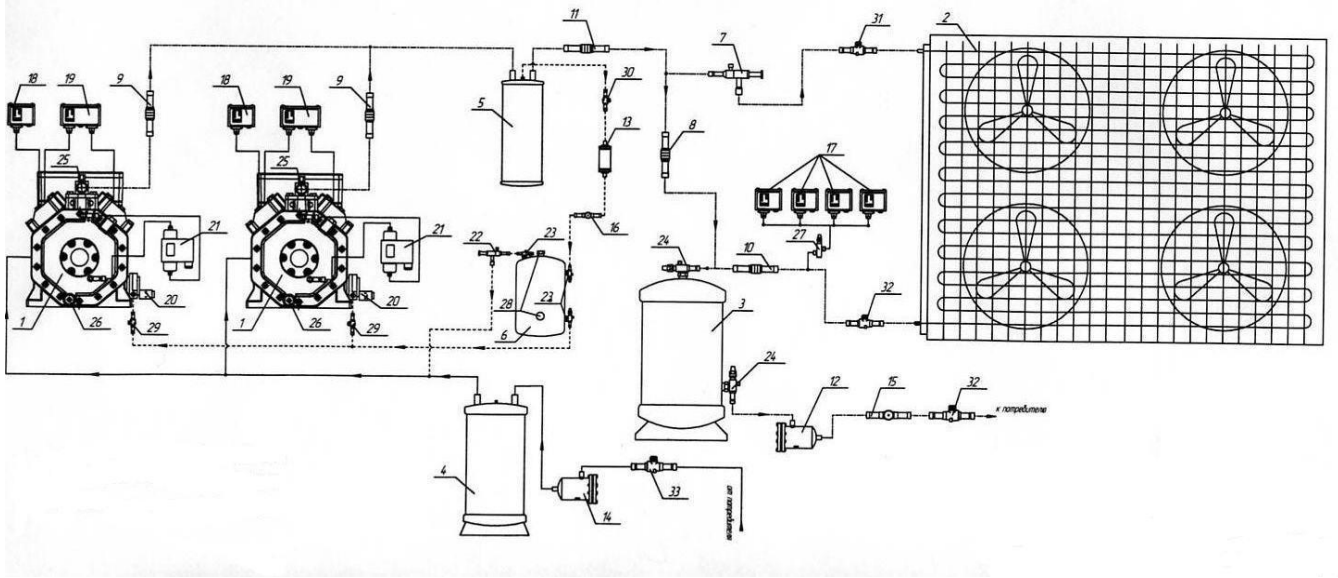


Рисунок 6- Принципиальная схема холодильных машин.

6 ПОДБОР КОМПЛЕКТУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ К ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЕ

Поставка холодильных агрегатов с завода происходит в разобранном виде. Ввиду того, что помещения, в которых происходит установка такого оборудования, имеет свои размеры, следовательно, подбор комплектующегося оборудования необходим свой подход.

Из рисунка 6, для ХО низких температур применяем регулятор KVR, а для ХО средних температур тип регулятора РМ1.

В таблицу 10 занесем следующие параметры

Таблица 10- Данные необходимые при подборе регуляторов давления конденсации.

Наименование	Ед.изм	низкотемпературное ТХО	среднетемпературное ТХО
Хладагент	-	R404A	
Холодопроизводительность	кВт	10,8	38,45
Т кипения	⁰ С	-34	-11
Т конденсации	⁰ С	40	40

Для начала, необходимо определить поправочные коэффициенты при значении температур кипения

Таблица 11 - Поправочные коэффициенты для t_e .

$t_e, ^\circ\text{C}$	-40	-30	-20	-10	0	+10
R 404A	0,83	0,91	0,96	1,1	1,07	1,1

Значения поправочных коэффициентов:

- для ХО низких температур - $t_e = 0,88, ^\circ\text{C}$

- для ХО средних температур - $t_e = 1,0, ^\circ\text{C}$

Значение скорректированной производительности испарителя

Возникает необходимость, при выполнении подбора регулятора, величину фактической производительности испарительного устройства преобразовать, применяя коэффициент. Следовательно,

для ХО низких температур $Q_E = Q^\phi \cdot t_e = 11,5 \cdot 0,88 = 10,12$ кВт,

для ХО средних температур $Q_E = Q^{\phi} \cdot t_e = 39,36 \cdot 1,0 = 39,36$ кВт.

После того, как были рассчитаны скорректированные производительности, можно выбрать, необходимый регулятор, который будет обеспечивать необходимое значение производительности.

Таблица 12- Подбор регуляторов давления конденсации типа KVR.

Тип	Температура конденсации, °С	Производительность по жидкости, кВт					Производительность по горячему пару, кВт				
		перепад давления на вентиле, бар					перепад давления на вентиле, бар				
		0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6
KVR 12	10	33,9	45,4	66,2	91,5	130,1	6,2	9,3	10,8	16,4	22,1
	20	30,1	42,5	57,7	82,5	118,4	6,2	9,5	10,9	17,1	23,4
KVR 15	30	24,5	37,5	50,2	72,4	102,8	6,2	9,7	12,8	17,3	24,5
	40	23,1	33,5	46,8	65,	92,3	6,2	9,7	12,9	17,3	24,5
KVR 22	50	20,1	25,3	38,9	54,1	79,5	6,2	9,7	12,9	17,3	24,5
KVR 28	10	86,0	120,3	162,0	239,1	347,1	16,9	22,5	31,9	44,5	59,3
	20	77,3	109,5	152,4	215,5	305,2	17,8	24,1	34,1	47,1	64,5
KVR 35	30	68,4	95,8	131,4	192,5	267,3	18,1	25,2	35,3	48,9	68,6
	40	59,3	82,6	112,3	163,5	229,4	18,5	26,4	37,6	51,7	71,7
	50	47,4	67,6	95,4	132,4	195,9	19,1	27,3	38,1	53,4	74,9

Для ХО низких температур принимает - регулятор KVR 35,

Для ХО средних температур принимает - регулятор РМ1, так как регулятор марки KVR не сможет справиться с работой.

Таблица 13- Характеристики регулятора давления типа РМ1.

Тип	Температура кипения t_e , °С	Производительность по горячему газу, кВт, при перепаде давления на вентиле Δp , бар.								
		0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	4	6	8
РМ25 1	-50	31	43	52	60	67	91	121	135	140
	-40	33	46	56	63	71	95	129	147	149
	-30	35	49	57	68	75	103	137	156	155
	-20	37	51	62	71	77	106	145	164	167
	-10	42	54	65	73	84	114	150	177	176

	0	44	56	68	76	86	118	157	179	182
	10	45	58	70	78	89	124	162	185	184

При выборе клапанов обратных (NRVH и NRV), надо помнить, что их устанавливают в нескольких местах (клапан для зимнего режима, за отделителем масла и на линии нагнетания).

По таблице 11 определяем поправочный коэффициент, принимаем равным 1.

Величина поправочного коэффициента равна 1, поэтому корректировать производительность испарителя не надо.

Необходимо обратить внимание на расположение обратных клапанов. Два клапана располагаются на линии горячего газа, еще один на линии жидкости.

Таблица 14 – Характеристики клапанов обратных по (жидкости).

Тип	Производительность по жидкости, кВт, при перепаде давления на клапане, Δp , бар			
	NRV			NRVH
	0.06	0.08	0.15	0.2
NRV/H 6		6,8	7,2	13,6
NRV/H 10		15,2	19,2	30,7
NRV/H 12	16,9	22,1	29,3	43,1
NRV/H 16	30,1	34,6	50,4	78,5
NRV/H 19	41,3	48,1	71,1	103,3
NRV/H 22	71,0	81,1	118,0	171,0
NRV/H 28	158,0	185,0	263,0	388,0
NRV/H 35	240,0	278,0	359,0	579,0

Таблица 15 – Характеристики клапанов обратных по (газу).

Тип	Производительность по горячему газу, кВт, при перепаде давления на клапане, Δp , бар			
	NRV			NRVH
	0.05	0.07	0.14	0.3
NRV/H 6		1,6	2,1	2,6
NRV/H 10		4,9	5,6	7,31
NRV/H 12	5,1	5,6	7,8	12,3
NRV/H 16	8,2	6,9	10,3	19,3
NRV/H 19	11,6	10,7	15,9	25,1
NRV/H 22	16,1	18,2	27,3	39,7
NRV/H 28	36,9	43,3	58,5	89,5
NRV/H 35	55,1	64,0	90,0	126,0

К установке принимаем следующие клапана:
после компрессора NRVH 28,
после системы зимнего регулирования NRV 35
после отделителя масла NRV 35

7 РАСЧЁТ СХЕМЫ И ПРОЦЕСС РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Сформулируем главную задачу данного раздела: необходимо определить расход рабочего агента, рассчитать тепловые нагрузки, а также затраты электроэнергии на переработку тепла.

Характеристики холодильного агрегата, работающего на фреоне R-404A, занесены в таблицу 16.

Таблица 16 – Условия эксплуатации холодильной установки.

Наименование	Ед.и зм	низкотемпературная централь	среднетемпературная централь
Т конденсации	$^{\circ}\text{C}$	40	
Т кипения,	$^{\circ}\text{C}$	-34	-11
Т на входе в компрессор,	$^{\circ}\text{C}$	-21	0

Произведем расчет параметров состояния в заданных точках:

2 точка – сухой насыщенный пар, температура, которого $t_k=t_2=40^{\circ}\text{C}$:

- ХО низких температур $P_k=P_2=19,5$ бар, $h''=h_2=273,54$ кДж/кг;
- ХО средних температур $P_k=P_2=19,5$ бар, $h''=h_2=273,54$ кДж/кг;

3 точка – кипящая жидкость, температура, которой $t_k=t_3=40^{\circ}\text{C}$:

- ХО низких температур - $P_k = P_3 = 19,5$ бар, $h'=h_3 = 267,54$, кДж/кг;
- ХО средних температур - $P_k = P_3 = 19,5$ бар, $h'=h_3 = 267,54$ кДж/кг;

4 точка – жидкая фаза, температура, которой $t_n = t_4 = 34^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_k = P_4 = 19,5$ бар:

- ХО низких температур – $h_4 = 242,47$, кДж/кг;
- ХО средних температур – $h_4 = 242,47$ кДж/кг;

5 точка – влажный пар, температура, которого $t_{\text{кип}} = t_5, ^{\circ}\text{C}$:

- ХО низких температур - $t_{\text{кип}} = t_5 = -34^{\circ}\text{C}$; $P_{\text{кип}} = P_5 = 1,72$ бар,
 $h_5 = 256,79$ кДж/кг;
- ХО средних температур - $t_{\text{кип}} = t_5 = -11^{\circ}\text{C}$; $P_{\text{кип}} = P_5 = 4,6$ бар,
 $h_5 = 256,79$ кДж/кг;

6 точка – сухой насыщенный пар, температура, которого $t_{\text{кип}} = t_6^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_{\text{кип}} = P_6$, бар:

- ХО низких температур - $t_{\text{кип}} = t_6 = -34^{\circ}\text{C}$; $P_{\text{кип}} = P_6 = 1,72$ бар,

$$h_6 = 357,05 \text{ кДж/кг};$$

- ХО средних температур - $t_{\text{кип}} = t_6 = -11^{\circ}\text{C}$; $P_{\text{кип}} = P_6 = 4,6$ бар,

$$h_5 = 382,4 \text{ кДж/кг};$$

7 точка – перегретый пар, температура, которого $t_{\text{кип}} = t_7^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_{\text{кип}} = P_7$, бар:

- ХО низких температур - $t_{\text{кип}} = t_7 = -21^{\circ}\text{C}$; $P_{\text{кип}} = P_7 = 1,72$ бар,

$$h_7 = 364,4 \text{ кДж/кг}, v_7 = 0,1162 \text{ м}^3/\text{кг}, s_7 = 1,64 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К};$$

- ХО средних температур $t_{\text{кип}} = t_7 = 0^{\circ}\text{C}$; $P_{\text{кип}} = P_7 = 4,6$ бар,

$$h_7 = 378,2 \text{ кДж/кг}; v_7 = 0,0491 \text{ м}^3/\text{кг}, s_7 = 1,634 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К};$$

1 точка – перегретый пар, давление, которого $P_k = P_1$, бар и энтропии $s_7 = s_1$:

- ХО низких температур $s_7 = s_1 = 1,64 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, $t_1 = 52,4^{\circ}\text{C}$;

$$h_1 = 397,2 \text{ кДж/кг};$$

- ХО средних температур $s_7 = s_1 = 1,634 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, $t_1 = 48,9^{\circ}\text{C}$;

$$h_1 = 391,8 \text{ кДж/кг};$$

Значения удельной тепло производительности централи:

- низких температур централь $q_T = h_1 - h_4 = 397,2 - 242,47 = 154,73$, кДж/кг;

- средних температур централь $q_T = h_1 - h_4 = 391,8 - 242,47 = 149,33$, кДж/кг.

Значение удельной холодопроизводительности централи:

- низких температур централь $q_x = h_5 - h_6 = 256,79 - 357,05 = 100,15$, кДж/кг;

- средних температур централь $q_x = h_5 - h_6 = 256,79 - 382,4 = 125,61$, кДж/кг.

Значение удельной работы компрессора при идеальном процессе сжатия:

- низких температур централь $q_p = h_1 - h_7 = 397,2 - 364,4 = 32,8$, кДж/кг;

- средних температур централь $q_p = h_1 - h_7 = 391,8 - 378,2 = 13,6$, кДж/кг.

Значение удельного перегрева:

- низких температур централь $q_{\text{пр}} = h_7 - h_6 = 364,4 - 357,05 = 7,35$, кДж/кг;

- средних температур централь $q_{\text{пр}} = h_7 - h_6 = 378,2 - 382,4 = 4,2$, кДж/кг.

Запишем выражения энергетических балансов ХО:

- низких температур централь

$$q_T = q_x + q_p + q_{пр} = 100,15 + 32,8 + 7,35 = 140,3, \text{ кДж/кг};$$

- средних температур централь

$$q_T = q_x + q_p + q_{пр} = 125,61 + 13,6 + 4,2 = 143,41 \text{ кДж/кг}.$$

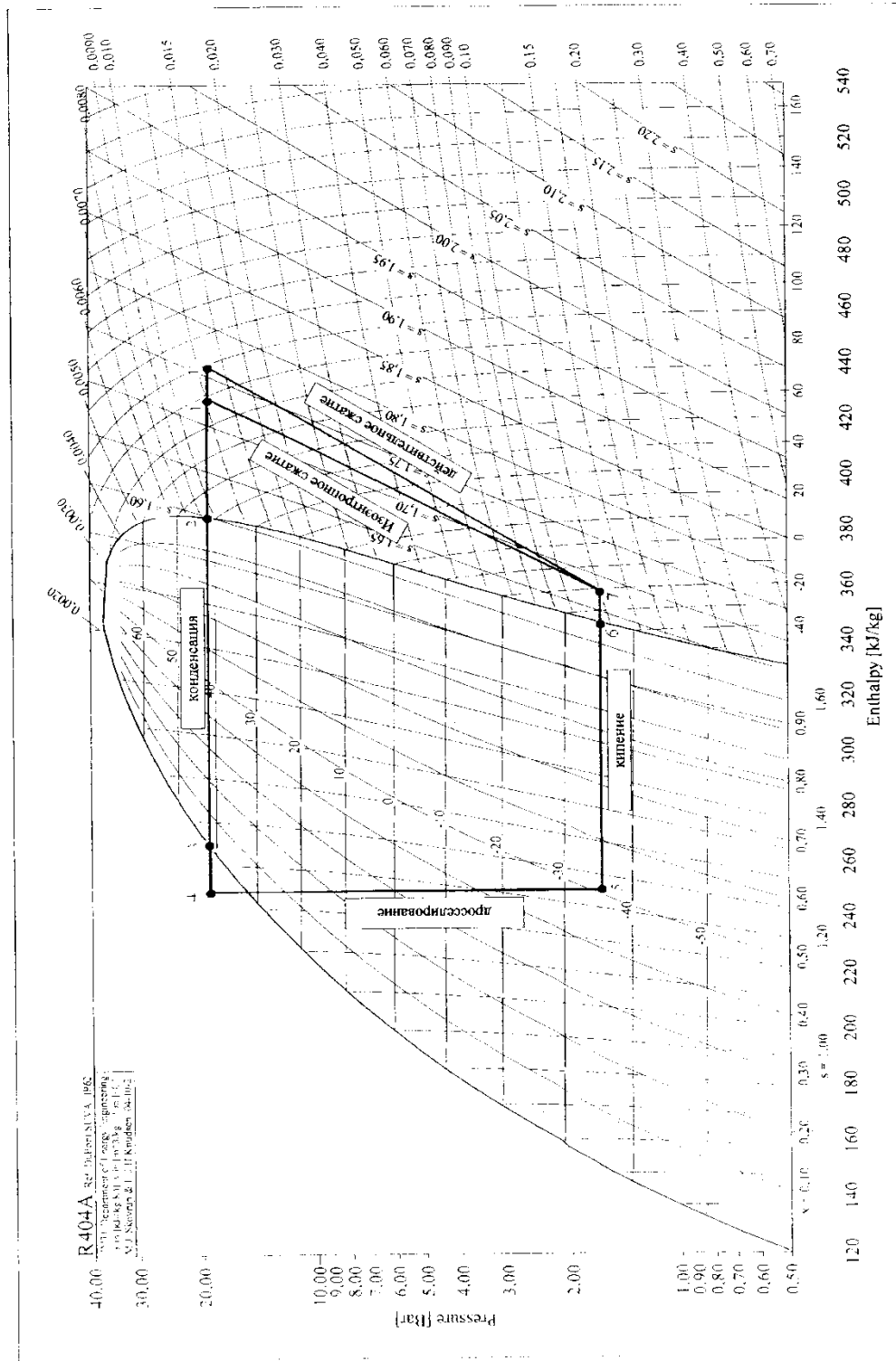


Рисунок 7 - Процесс работы низкотемпературной централи.

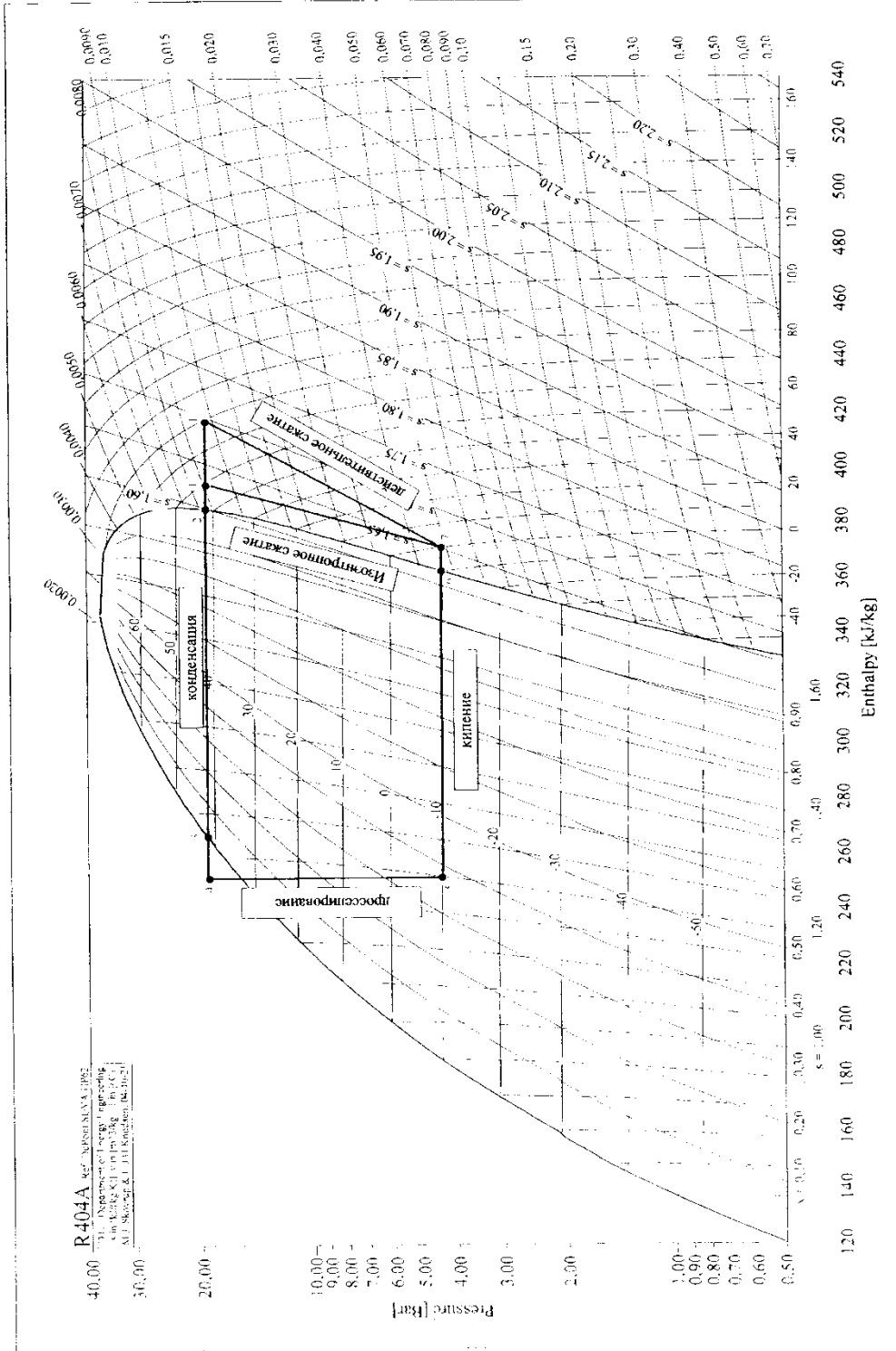


Рисунок 8- Процесс работы среднетемпературной централи.

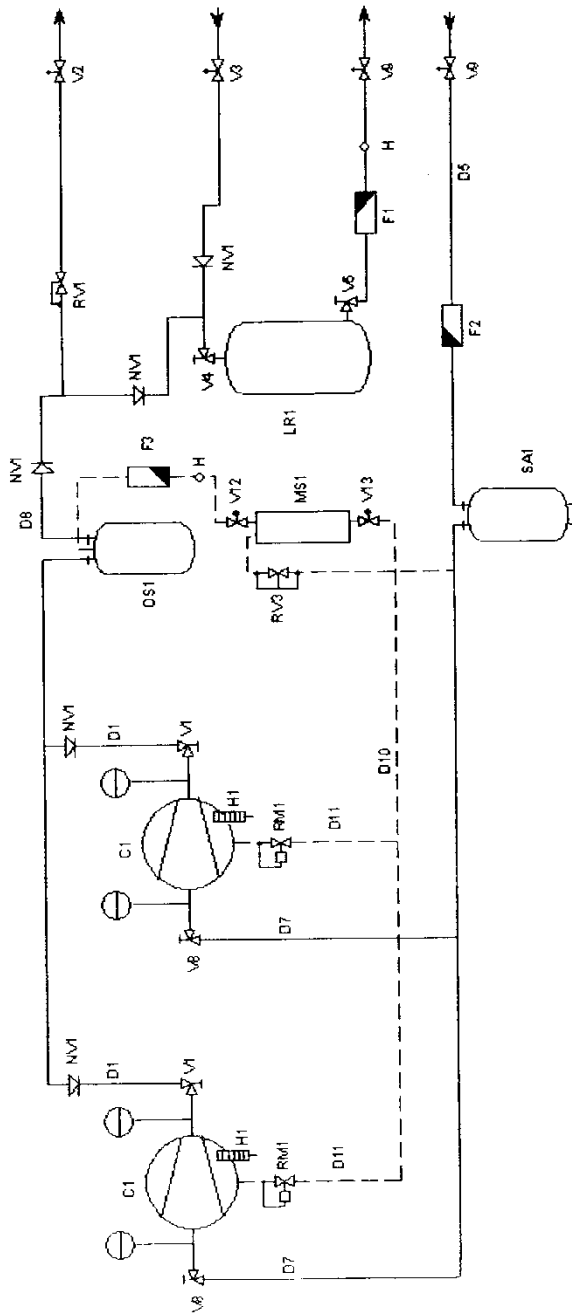


Рисунок 9- Принципиальная схема ТХО.

8 РАСЧЕТ ВОЗДУШНОГО КОНДЕНСАТОРА

Рассмотрим, что из себя представляет воздушный конденсатор. Это теплообменный аппарат, в котором происходит процесс конденсации паров хладагента, после чего получившееся тепло отдается охладителю. Воздух используют в качестве охладителя, который берут из окружающей среды. Выбираем конденсатор воздушный оребренного типа, с медными трубками, на которые насаживаются пластины из алюминия. В таблице 17 приведем некоторые характеристики конденсатора воздушного.

Таблица 17 – Характеристики воздушного конденсатора.

№ п.п	Наименование величины	Обозначение	Ед.изм	Величина
1	величина внутреннего диаметра трубки	d_{BH}	мм	9
2	величина наружного диаметра трубки	d_H	мм	10,4
3	шаг ребра пластин	U	мм	3
4	значение высоты пластины	h	мм	1300
5	величина длины пластины по направлению потока	L	мм	120
6	величина толщины пластины	δ_p	мм	0,3
7	поперечный шаг	S_1	мм	24
8	размер А	A	мм	23
9	размер Б	B	мм	27
10	значение длины трубок	l	мм	1300
11	количество трубок, охватываемое одной пластиной	n	мм	130

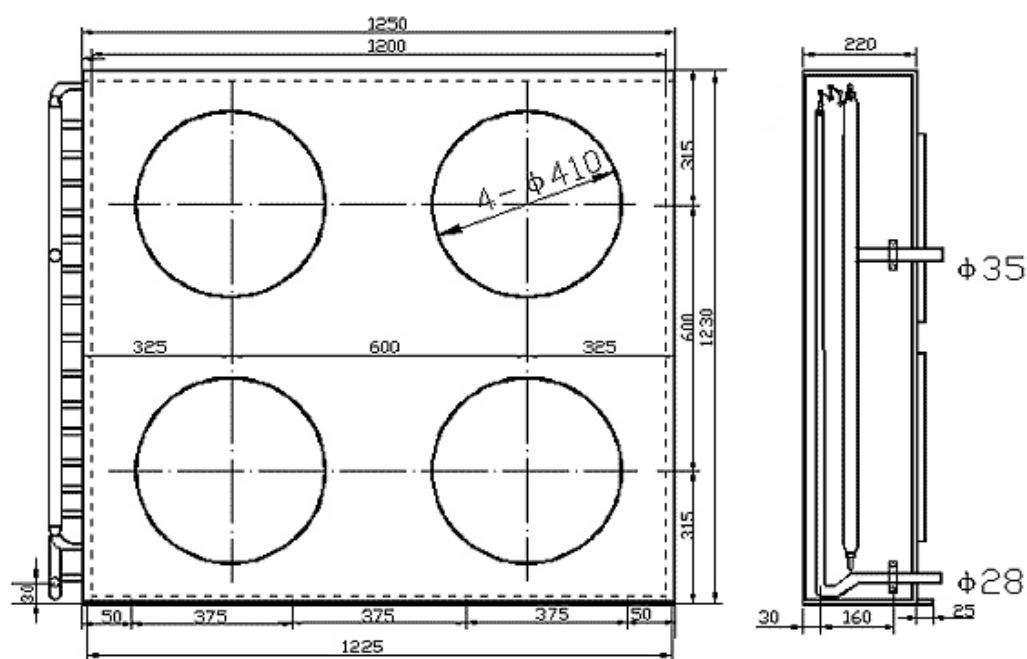


Рисунок 10- Воздушный конденсатор с принудительным охлаждением.

В формуле (16) приводится уравнение теплопередачи:

$$Q^{III} = \frac{\Delta t}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot F_{MP} \cdot l \cdot n} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot l \cdot n \cdot \lambda_{МЕД}} \cdot \ln \frac{d_H}{d_{BH}} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot F_P \cdot l \cdot n}}, \text{ кВт} \quad (16)$$

где Δt – значение среднелогарифмического температурного напора, $^{\circ}\text{C}$;

α_1 и α_2 – величины коэффициентов теплоотдачи от стенок воздуховода, и при процессе конденсации фреона, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$;

F_{MP} – значение площади свободной от поверхности ребра наружной поверхности труб, $\text{м}^2/\text{м}$;

F_P – значение площади поверхности ребра, $\text{м}^2/\text{м}$;

Определим значение среднелогарифмического температурного напора по следующей формуле:

$$\Delta t = \frac{t_B^2 - t_B^1}{\ln \frac{t_K - t_B^1}{t_K - t_B^2}} = \frac{36,9 - 30}{\ln \frac{42 - 30}{42 - 36,9}} = 14,2, \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (17)$$

где t_B^1 – величина температуры воздуха при входе в конденсатор $^{\circ}\text{C}$;

t_B^2 – величина температуры воздуха на выходе из него (задаем $t_B^2 = 36,9$), $^{\circ}\text{C}$;

t_K – величина температуры конденсации фреона, $^{\circ}\text{C}$;

При процессе конденсации фреона, определим величину коэффициента теплоотдачи.

$$\alpha_1 = 0,56 \cdot B \cdot (\theta \cdot d_{BH})^{-0,25}, \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \quad (18)$$

где θ – величина разности между температурами конденсации фреона t_K и стенки трубы $t_{CT} = 34,6^{\circ}$,

которую можно найти следующим образом: $\theta = t_K - t_{CT} = 40 - 34,6 = 5,4^{\circ}\text{C}$;

d_{BH} – значение внутреннего диаметра трубки, м;

B – величина, которая зависит от физических свойств фреона, и находится по справочникам $B = 1283$.

Следовательно, зная все величины, рассчитаем значение коэффициента теплоотдачи:

$$\alpha_1 = 0,56 \cdot 1283 \cdot (5,4 \cdot 0,008)^{-0,25} = 1456,6, \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С} \quad (19)$$

От стенок ребер величина коэффициента теплоотдачи определится

$$\alpha_2 = \alpha_{\text{ВОЗ}} \cdot \left(\frac{F_P}{F_{\text{ОП}}} \cdot E_P \cdot \psi + \frac{F_{\text{МП}}}{F_{\text{ОП}}} \right), \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С} \quad (20)$$

где $\alpha_{\text{ВОЗ}}$ – значение коэффициента теплоотдачи от стенки ребер к воздуху, $\text{Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}$

F_P – значение площади поверхности пластины, м^2 ;

$F_{\text{ОП}}$ – величина полной наружной площади теплообмена, м^2 ;

E_P – значение эффективности ребер;

ψ – коэффициент, который учитывает неравномерность теплоотдачи по ребер ($\psi = 0,75$);

$F_{\text{МП}}$ – величина свободной, от поверхности ребер площадь наружных поверхностей труб, м^2 .

Определим величину коэффициента теплоотдачи воздуха $\alpha_{\text{ВОЗ}}$.

$$\alpha_{\text{ВОЗ}} = \frac{Nu \cdot \lambda_B}{d_\Delta}, [\text{Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}] \quad (21)$$

где Nu – величина числа Нуссельта;

λ_B – значение коэффициента теплопроводности воздуха, $\text{Вт/м } ^\circ\text{С}$.

Определим значение числа Рейнольдсв

$$Re = \frac{\omega_{\text{СР}} \cdot d_\Delta}{\nu_B}; \quad (22)$$

где $\omega_{\text{СР}}$ – значение средней скорости воздуха, м/с ;

d_Δ – величина эквивалентного диаметра ребра пластины, м ;

ν_B – величина коэффициента кинематической вязкости воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$.

Величина средней скорости воздуха

$$\omega_{\text{СР}} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{3,4 + 9,4}{2} = 6,408, \text{ м/с} \quad (23)$$

где ω_1, ω_2 – значение скоростей воздуха на входе и выходе из конденсатора, м/с;

Значение эквивалентного диаметра определим по следующему выражению

$$d_{\text{э}} = \frac{2 \cdot (S_1 - d_H) \cdot (U - \delta_p)}{(S_1 - d_H) + (U - \delta_p)} = \frac{2 \cdot (0,025 - 0,00952) \cdot (0,0025 - 0,00025)}{(0,025 - 0,00952) + (0,0025 - 0,00025)} = 0,0039, \text{ м} \quad (24)$$

где S_1 – величина поперечного шага, м;

d_H – значение наружного диаметра трубок, м;

U – значение шагов ребра пластины, м;

δ_p – значение величины толщины пластины, м.

$$\text{Re} = \frac{\omega_{\text{CP}} \cdot d_{\text{э}}}{\nu_B} = \frac{6,408 \cdot 0,0039}{1,6 \cdot 10^{-5}} = 1562. \quad (25)$$

Величина числа Нуссельта

$$\text{Nu} = C \cdot \text{Re}^n \cdot \left(\frac{L}{d_{\text{э}}} \right)^m = 0,137 \cdot 1562^{0,636} \cdot \left(\frac{0,11}{0,0039} \right)^{-0,155} = 8,77. \quad (26)$$

где C, n, m – показатели, которые зависят от того какой режим движения воздуха;

L – значение длина пластины по направлению потока, м.

Показатель C рассчитаем по следующей формуле:

$$C = 0,518 - 0,02315 \cdot \left(\frac{0,11}{0,0039} \right) + 0,425 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{0,11}{0,0039} \right)^2 - 3 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{0,11}{0,0039} \right)^3 \cdot \left(1,36 - 0,24 \cdot \frac{1562}{1000} \right) = 0,137$$

Показатели n и m определим по формулам (28) и (29)

$$n = 0,45 + 0,0066 \cdot \frac{L}{d_{\text{э}}} = 0,45 + 0,0066 \cdot \frac{0,11}{0,0039} = 0,636 \quad (28)$$

$$m = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{\text{Re}}{1000} = -0,28 + 0,08 \cdot \frac{1562}{1000} = -0,155 \quad (29)$$

Следовательно, величина коэффициента теплоотдачи воздуха $\alpha_{\text{ВОЗ}}$:

$$\alpha_{\text{ВОЗ}} = \frac{8,77 \cdot 0,0267}{0,0039} = 60, \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (30)$$

Значение коэффициента для шахматного расположения пучка, необходимо повысить на 10 %.

$$\alpha_B = \alpha \cdot 1,1 = 60 \cdot 1,1 = 66 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (31)$$

Величина площади пластин определяется исходя из следующей формулы:

$$F_p = 2 \cdot \left(\frac{L \cdot h}{n} - 0,785 \cdot d_H^2 \right) \cdot \frac{1}{U}, \text{ м}^2/\text{м}. \quad (32)$$

$$F_p = 2 \cdot \left(\frac{0,11 \cdot 1,2}{120} - 0,785 \cdot (9,52 \cdot 10^{-3})^2 \right) \cdot \frac{1}{0,0025} = 0,823 \text{ м}^2/\text{м}$$

где L – значение длины пластины по направлению потока, м;

h – значение высоты пластины, м;

n – количество трубок, которое охватывает одна пластина, шт;

d_H – величина наружного диаметра трубки, м;

U – шаг ребер пластины, м.

Площадь свободная от поверхности ребер наружной поверхности труб.

$$F_{MP} = 3,14 \cdot d_H \cdot \left(1 - \frac{\delta_p}{U} \right) = 3,14 \cdot (9,52 \cdot 10^{-3}) \cdot \left(1 - \frac{0,00025}{0,0025} \right) = 0,027, \text{ м}^2/\text{м}. \quad (33)$$

Определим полную наружную площадь теплообмена

$$F_{OP} = F_p + F_{MP} = 0,823 + 0,027 = 0,85, \text{ м}^2/\text{м}. \quad (34)$$

Значение приведенного коэффициента теплопередачи от стенок ребер к воздуху

$$\alpha_2 = 66,05 \cdot \left(\frac{0,823}{0,85} \cdot 0,9 \cdot 0,75 + \frac{0,027}{0,85} \right) = 45,27, \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (35)$$

Опираясь на уравнение теплопередачи, определим необходимое количество тепла, которое было передано воздуху от фреона

$$Q^{TH} = \frac{14,16}{\frac{1}{1456,6 \cdot 0,027 \cdot 1,2 \cdot 120} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 120 \cdot 384} \cdot \ln \frac{0,00952}{0,008} + \frac{1}{45,27 \cdot 0,823 \cdot 1,2 \cdot 120}} = 38,95,$$

Запишем следующее уравнение, характеризующее тепловой баланс:

$$Q^{TB} = G \cdot c_B \cdot (t_B^2 - t_B^1) \quad (36)$$

где G – величина массовой производительности конденсатора, кг/с;

c_B – значение теплоемкости влажного воздуха $c_B = 1,0056, \text{ кДж/кг } ^\circ\text{C}$;

t_B^1 и t_B^2 – значения температур воздуха на входе и выходе из конденсатора, °С.

Определим величину массовой производительности конденсатора

$$G = V \cdot \rho = 4,92 \cdot 1,128 = 5,55 \text{ кг/с}, \quad (37)$$

где V – величина объемной производительности конденсатора, м³/с;
 ρ – значение плотности воздуха $\rho = 1,128$, кг/м³.

$$V = l \cdot h \cdot \omega_1 = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 3,146 = 4,92 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (38)$$

где ω_1 – значение скорости воздуха на входе в конденсатор, м/с;

l – величина длины трубки конденсатора, м;

h – значение высоты пластины конденсатора, м.

Необходимое количество теплоты, нужное для нагрева воздуха

$$Q^{TB} = G \cdot c_B \cdot (t_B^2 - t_B^1) = 5,55 \cdot 1,0056 \cdot (36,9 - 30) = 38,51 \text{ кВт} \quad (39)$$

Рассчитаем погрешность:

$$\delta = \frac{Q^{ТП} - Q^{TB}}{Q^{ТП}} \cdot 100\% = \frac{38,95 - 38,51}{38,95} \cdot 100\% = 1,14\% \quad (40)$$

Расчет выполнен, верно, так как погрешность для технических расчетов не превышает 4%.

Со стороны конденсации фреона уравнение теплоотдачи примет вид

$$Q^{TO} = \alpha_1 \cdot (t_K - t_{CT}) \cdot \pi \cdot d_{BH} \cdot l \cdot n = 1456,6 \cdot (42 - 34,6) \cdot 3,14 \cdot 0,008 \cdot 1,2 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 38,99, \text{ кВт} \quad (41)$$

Проведем расчет погрешности

$$\chi = \frac{Q^{TO} - Q^{ТП}}{Q^{TO}} \cdot 100\% = \frac{38,99 - 38,954}{38,99} \cdot 100\% = 0,09\% \quad (42)$$

Расчет выполнен, верно, так как погрешность для технических расчетов не превышает 4%.

9 РАСЧЕТ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ

В настоящее время идет непрерывное развитие систем с воздушным отоплением. Один из таких видов - местное воздушное отопление. Данный вид отопления применяется, если отсутствуют центральные системы приточных вентиляций.

Обращаясь к нормативной документации [14], появляется возможность применять воздушные системы отопления в помещениях супермаркетов. Также они позволяют улучшить санитарно-гигиеническое состояние помещения, обеспечить пожарную безопасность.

Основным преимуществом местной системы воздушного отопления по сравнению с водяным – это капитальные вложения. Проведем расчет воздушного отопления для торгового зала, применяя расчет, изложенный в работе [15].

Определим, какое количество тепла можно получить, используя воздушное отопление:

$$Q_{BO} = \frac{L_B \cdot \rho_B}{3600} \cdot c \cdot (t_B^2 - t_B^1), \text{ кВт}, \quad (43)$$

где L_B – величина расхода отапливаемого воздуха, берется из паспортных данных конденсатора, м³/час;

ρ_B – значение плотности воздуха, кг/м³.

c – величина массовой теплоемкости воздуха, кДж/(кг·К);

t_B^2 – значение температуры горячего воздуха, значение которой $t_B^2 = 36,9$ °С [см. глава 8];

t_B^1 – значение температуры воздуха перед в конденсатором, °С.

$$Q_{BO} = \frac{17709 \cdot 1,128}{3600} \cdot 1 \cdot (36,9 - 30) = 38,29, \text{ кВт} \quad (44)$$

Аэродинамический расчет воздуховодов систем воздушного отопления.

В задачу аэродинамического расчета входит – определить сечение воздуховода, потери давления и величину увязки во всех точках.

В помещение приток воздуха осуществляется за счет вентиляторов, которые располагаются над конденсаторами. Значение производительности системы воздушного отопления $L = 17709 \cdot 2 = 35418 \text{ м}^3/\text{час}$.

Выполняются воздуховоды круглого сечения, оцинкованной листовой стали. В помещении воздух подается при помощи однорядных воздухораспределительных решеток типа РВ (1-1).

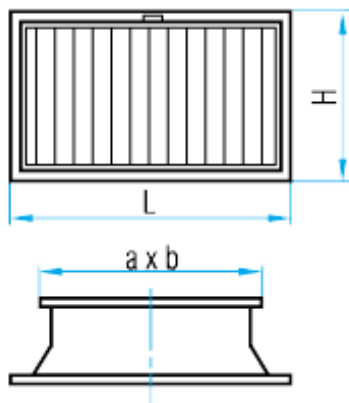


Рисунок 11 - Воздухораспределительная решетка типа РВ 1-1

Решетка типа РВ 1-1 имеет следующие характеристики:

$a \times b$, мм 150×150 ;

$L \times H$, мм 175×175 ;

масса, кг 0,86.

Потери давления положены в основу для аэродинамического расчета

$$\Delta P = \Delta P_{\lambda} + \Delta P_{\xi} = \lambda \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho = Rl + z, \quad (45)$$

где λ – значение коэффициента сопротивления трению;

v – величина скорости воздуха, м/с;

ρ – величина плотности воздуха, кг/ м³;

l – значение длины воздуховода, м;

d – величина диаметра воздуховода, м;

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

Скорость воздушного потока, при проектировании воздуховода, равна 9,0 м/с. В таблицах 18, 19 приводится расчете воздуховодов.

Таблица 18 - Сумма коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке воздуховода.

№ участка	D, мм	Наименование местных сопротивлений	ξ	$\sum \xi$
	1		2	3
<i>Магистраль</i>				
1	400	<i>отвод на 90⁰, решетка</i>	1,3+1,1	2,4
2	400	<i>тройник, сужение потока</i>	0,05+0,1	0,15
4	560	<i>тройник, сужение потока</i>	0,04+0,1	0,14
6	710	<i>тройник, сужение потока</i>	0,04+0,05	0,09
8	800	<i>отвод на 90⁰</i>	1,2	1,2
9	800	<i>отвод на 90⁰</i>	1,2	1,2
10	800	<i>отвод на 90⁰</i>	1,2	1,2
11	800	<i>тройник, отвод на 90⁰, сужение потока</i>	0,04+1,2+0,15	1,32
1 [^]	400	<i>отвод на 90⁰, решетка</i>	1,3+1,1	2,4
2 [^]	400	<i>тройник, сужение потока</i>	0,03+0,14	0,17
4 [^]	560	<i>тройник, сужение потока</i>	0,04+0,12	0,16
6 [^]	710	<i>тройник, сужение потока</i>	0,04+0,06	0,1
8 [^]	800	<i>отвод на 90⁰</i>	1,2	1,2
9 [^]	800	<i>отвод на 90⁰</i>	1,2	1,2
10 [^]	800	<i>отвод на 90⁰</i>	1,2	1,2
12	1120	<i>свободный выход</i>	1,2	1,2
<i>Ответвления</i>				
3	400	<i>тройник, решетка, сужение потока</i>	4,0	4,0
5	400	<i>тройник, решетка, сужение потока</i>	4,0	4,0
7	400	<i>тройник, решетка, сужение потока</i>	4,5	4,5
3 [^]	400	<i>тройник, решетка, сужение потока</i>	4,0	4,0
5 [^]	400	<i>тройник, решетка, сужение потока</i>	4,0	4,0
7 [^]	400	<i>тройник, решетка, сужение потока</i>	4,5	4,5

Таблица 19 - Расчетная таблица сети воздухопроводов, обеспечивающих приток воздуха для отопления помещения.

№ участка	Количество воздуха $L, \text{ м}^3/\text{ч}$	Длина $l, \text{ м}$	Диаметр $d, \text{ мм}$	Скорость $v, \text{ м/с}$	Потери давления на трение, кг/м^2		сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$	Скоростное давление $H_0, \text{ кг/м}^2$	Потери давления на местные сопротивления $Z, \text{ кг/м}^2$	Общие потери давления на участке $R \cdot l + Z, \text{ кг/м}^2$	Суммарные потери давления на участках от начала сети $H_{\Sigma}, \text{ кг/м}^2$
					на 1м $R,$	на всем участке $R \cdot l$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Магистраль</i>											
<i>1 ветвь</i>											
1	4527	0,5	520	10,2	0,301	0,05	2,5	5,868	13,497	13,545	13,545
2	4527	6,2	520	10,2	0,301	1,34	0,2	5,868	1,056	2,394	15,939
4	9054	6,2	580	11,0	0,180	0,96	0,15	6,110	0,794	1,746	17,658
6	13581	6,2	730	9,8	0,110	0,62	0,1	5,284	0,423	1,033	18,718
8	17909	1	820	10,2	0,110	0,09	1,3	5,868	6,455	6,539	25,257
9	17909	4,2	820	10,2	0,110	0,4	1,3	5,868	6,455	6,854	32,111
10	17909	1,2	820	10,2	0,110	0,11	1,3	5,868	6,455	6,56	38,671
11	17909	11,5	820	10,2	0,110	1,22	1,4	5,868	7,511	8,729	47,4
12	17909	0,5	820	10,2	0,110	0,023	1,1	5,868	5,868	5,889	53,289
<i>2 ветвь</i>											
1`	4427	0,2	400	9,8	0,239	0,048	2,5	5,868	13,497	13,545	13,545
2`	4427	6,0	400	9,8	0,239	1,434	0,2	5,868	1,056	2,49	16,035
4`	8854	6,0	560	10,0	0,170	1,02	0,15	6,110	0,794	1,814	17,849
6`	13281	6,0	710	9,3	0,109	0,654	0,1	5,284	0,423	1,077	18,926
8`	17709	0,6	800	9,8	0,105	0,063	1,3	5,868	6,455	6,518	25,444
9`	17709	3,8	800	9,8	0,105	0,399	1,3	5,868	6,455	6,854	32,298
10`	17709	8,0	800	9,8	0,105	0,84	1,4	5,868	6,455	7,295	39,593
11`	17709	0,2	800	9,8	0,105	0,021	1,1	5,868	5,868	5,889	45,482

Продолжение таблицы 19.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Ответвления</i>											
3	4427	0,2	400	9,8	0,239	0,048	3,0	5,868	17,605	17,652	

невязка(3;4) $\frac{17,685-17,652}{17,685} \cdot 100\% = 0,19\%$											
5	4427	0,2	400	9,8	0,239	0,048	3,0	5,868	17,605	17,652	
невязка(5;6) $\frac{18,718-17,652}{18,718} \cdot 100\% = 5,69\%$											
7	4428	0,2	400	9,8	0,239	0,048	4,1	5,868	24,06	24,108	
невязка(7;8) $\frac{24,108-25,257}{24,108} \cdot 100\% = 4,77\%$											
3`	4427	0,2	400	9,8	0,239	0,048	3,0	5,868	17,605	17,652	
невязка(3`;4`) $\frac{17,652-17,849}{17,652} \cdot 100\% = 1,12\%$											
5`	4427	0,2	400	9,8	0,239	0,048	3,0	5,868	17,605	17,652	
невязка(5`;6`) $\frac{17,652-18,926}{17,652} \cdot 100\% = 7,22\%$											
7`	4428	0,2	400	9,8	0,239	0,048	4,1	5,868	24,06	24,108	
невязка(7`;8`) $\frac{24,108-25,444}{24,108} \cdot 100\% = 5,54\%$											

Принимая во внимание то, что невязка на всех участках сети не превышает предельно допустимой величины - 10% - аэродинамический расчет приточной системы считаем законченным.

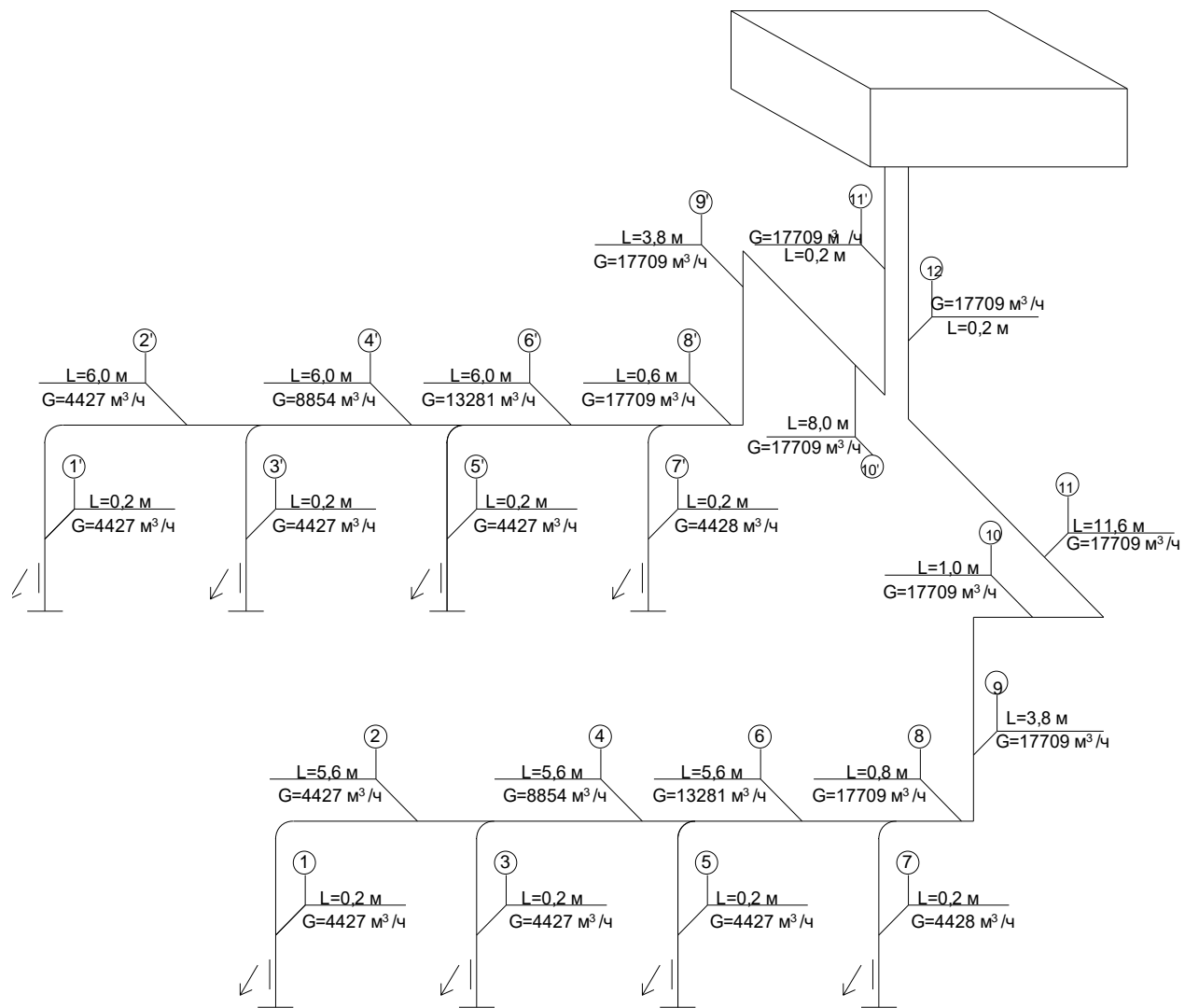


Рисунок 12- Схема подачи нагретого воздуха в помещение.

Как уже было сказано, что выполнены воздуховоды круглого сечения, из оцинкованной листовой стали. Такой вид воздуховода расходует меньшее количество материала и затрат на трудоемкость работы, при одинаковых аэродинамических показателях, являются более экономичными, нежели прямоугольного вида. К достоинствам круглых воздуховодов относятся:

- создают меньшее аэродинамическое сопротивление,
- прочнее,
- затрачивают на их изготовление меньше металла, чем на прямоугольные,
- обладают высоким пределом огнестойкости.

10 РАСЧЁТ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Чтобы получить нужное значение теплового режима, необходимо рационально разместить отопительные приборы. Наилучшим вариантом будет размещение приборов под окнами. Данный вариант приведет к увеличению значения температуры в нижней части стены, а также снижает величину охлаждения. Перед установкой прибора, необходимо соблюсти следующие моменты: учесть удобства осмотра, его очистку и ремонт. Также есть возможность оградить прибор декоративным укрытием. Но при таком варианте, необходимо учесть возможное снижение величины теплоотдачи от прибора.

Прежде, чем произвести выбор приборов отопления, необходимо учесть величину давления в системе, состав воздушной среды помещения, и качество теплоносителя. Для установки принимаем следующие приборы: чугунные радиаторы марки МС-140-98. В верхних точках системы устанавливаются воздухоотборники, с помощью которых возможно удалять воздух из системы отопления. Также применяется установка шаровых кранов. В качестве магистральных трубопроводов используются трубы не оцинкованные стальные водогазопроводные. Прокладываются с использованием теплоизоляции «Термафлекс ФРЗ Е». Для опорожнения системы отопления в нижних точках предусмотрены штуцеры с запорными клапанами для присоединения гибких шлангов и отвода воды в канализацию.

Задачей теплового расчета отопительных приборов является: определить площади нагреваемой поверхности, которая обеспечивает величину необходимого теплового потока в помещение от теплоносителя.

Определим по формуле (46) значение расхода воды, который требуется на отопление

$$G_{\text{ГВС}} = \frac{Q \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{\text{ex}} - t_{\text{вых}})} = \frac{65040 \cdot 1,03 \cdot 1,02 \cdot 3600}{4187 \cdot (95 - 70)} = 2350 \text{ кг/ч.} \quad (45)$$

Величина комплексного коэффициента

$$\varphi = \left(\frac{t_{cp}}{70}\right)^m \cdot \left(\frac{G}{320}\right)^k \cdot c \cdot b \cdot \psi = \left(\frac{67,5}{70}\right)^{1,15} \cdot \left(\frac{2350}{320}\right)^{0,08} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,102 = 1,239 \quad (46)$$

Величина требуемого номинального теплового потока

$$Q_{н. тр.} = \frac{Q \cdot 0,95}{\varphi} = \frac{65040 \cdot 0,95}{1,239} = 49869 \text{ Вт}; \quad (47)$$

Найдем примерное количество секций

$$N = \frac{Q_{н.тр.}}{Q_{н.у.}} = \frac{49869}{174} = 287 \quad (48)$$

Определим наименьшее число секций:

$$N_{\min} = \left(\frac{Q_{н.тр.}}{Q_{н.у.}}\right) \cdot \left(\frac{\beta_4}{\beta_3}\right) = \left(\frac{49869}{174}\right) \cdot \left(\frac{1,05}{0,98}\right) = 307 \quad (49)$$

где β_4 - поправочный коэффициент, который учитывает, как установлен радиатор в помещении;

β_3 - поправочный коэффициент, который характеризует количество секций в одном радиаторе.

Задаемся, что в приборе будет по 19 секций, таким образом, определили, что будет 16 приборов.

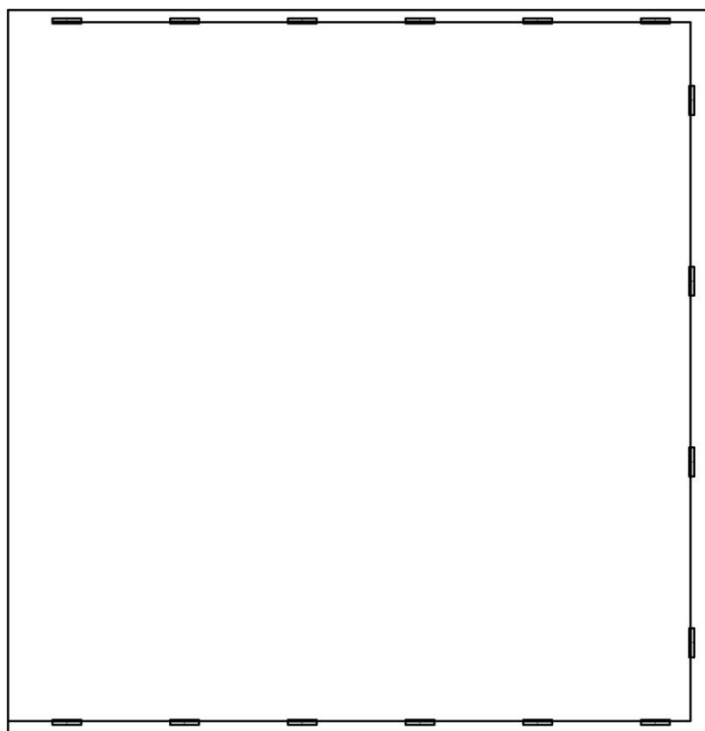


Рисунок 13 – Расположение отопительных приборов

Одним из важнейших разделов является расчет гидравлики.

Такой расчет включает в себя следующие задачи:

- определить величину диаметра трубопровода;
- определить падение давления (напора);
- определить величину давления (напора) в различных точках сети.

После выполнения расчета гидравлики, можно получить следующие данные:

- 1) для расчета металла, капиталовложений.
- 2) для установки и выбора подпиточных и циркуляционных насосов.
- 3) разработки режимов эксплуатации системы теплоснабжения.

Выбираем двухтрубную горизонтальную систему отопления.

Определяем величину расхода воды в систему отопления

$$G = \frac{Q_{т/п}}{C \cdot (t_{под} - t_{обр})}, \text{ кг/ч}, \quad (50)$$

где $Q_{т/п}$ – количество тепловых потерь в помещении;

c – величина теплоемкости воды;

$t_{под}$, $t_{обр}$ – температурный перепад воды в системе.

$$G = \frac{65040 \cdot 3600}{4187 \cdot (95 - 70)} = 2236,9 \text{ кг/ч};$$

Величина расхода воды в приборе:

$$G_{пр} = \frac{Q_{пр}}{c \cdot (t_{под} - t_{обр})};$$

$$G_{пр} = \frac{3306 \cdot 3600}{4187 \cdot (95 - 70)} = 113,7 \text{ кг/ч};$$

Для создания циркуляции воды в систему отопления, расчетное давление определится по следующей формуле:

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4\Delta p_e,$$

где Δp_n - величина давление, которое создается циркуляционным насосом; Δp_e - естественное циркуляционное давление, не учитываем, так как данная величина менее $0,1 \Delta p_n$.

Принимаем $\Delta p_n = 6800 \text{ Па}$

Значение средней удельной потери давления на трение:

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot \Delta p_p}{\sum l} = \frac{0,65 \cdot 6800}{85,4} = 51,7 \text{ Па/м}. \quad (51)$$

Суммарные потери давления:

$$\Delta p_{\text{вч}} = Rl + Z, \text{ Па}, \quad (52)$$

где l – значение длины участка, м; R – удельные линейные потери давления, Па/м; Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Таблица 20 - Результаты гидравлического расчета

№ уч	G, кг/ч	L, м	D, мм	ω , м/с	R, Па/м	Rl, Па	ξ	z	Rl+z
1	2236,90	1,2	40	0,396	60	72	3,5	304,01	376,01
2	2123,20	2,4	32	0,54	140	336	2	323,03	659,03
3	2009,50	2,4	32	0,5	120	288	2	276,94	564,94
4	1895,80	2,4	32	0,45	100	240	2	224,33	464,33
5	1782,10	2,4	32	0,43	90	216	2	204,83	420,83
6	1668,40	2,4	32	0,392	75	180	2	170,23	350,23
7	1554,70	4,12	32	0,364	60	247,2	2	146,78	393,98
8	1441,00	4,12	32	0,317	50	206	2	111,32	317,32
9	1327,30	4,12	32	0,283	40	164,8	2	88,72	253,52
10	1441,00	4,12	32	0,317	50	206	2	111,32	317,32
11	1554,70	2,4	32	0,364	60	144	2	146,78	290,78
12	1668,40	2,4	32	0,392	75	180	2	170,23	350,23
13	1782,10	2,4	32	0,43	90	216	2	204,83	420,83
14	1895,80	2,4	32	0,45	100	240	2	224,33	464,33
15	2009,50	2,4	32	0,5	120	288	2	276,94	564,94
16	2123,20	2,4	32	0,54	140	336	2	323,03	659,03
17	2236,90	18,5	40	0,396	60	1110	3,5	304,01	1414,01
									8281,62

11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

11.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

11.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В данной работе рассматривается проект системы отопления здания супермаркета, расположенного в г.Асино. Также рассматривается возможность замены водяного отопления воздушной. Следовательно, к потенциальным потребителям можно отнести предприятия и организации, деятельность, которых связана с энергетикой.

Первым этапом необходимо провести сегментирование рынка услуг. Для этого приведем критерии, по которым будет проводиться анализ.

Таблица 21 – Карта сегментирования рынка

	Размер предприятия		
	Мелкое	Среднее	Крупное
Монтаж системы	1,2,3	1,2,3	1,2
Затрат на основное оборудование	1,2	1,2	1,2,3
Соответствие нормам и правилам	1	1,2	1,2,3
Энергоэффективность	1,2,3	1,2,3	1,2,3,

1 – помещения магазинов, 2 – крытые рынки, 3 – помещения, в которых, по габаритным размерам, выгодней использовать воздушное отопление.

11.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений проводится следующими методами и технологиями: QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ, ФСА-анализ, метод Кано, морфологический анализ.

1. Рассмотрим с помощью технологии QuaD (QUality ADvisor), которая позволяет описывать качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский

проект. Анализ конкурентно технического решения проводим в табличной форме (таблица 1), где каждый показатель оценивается экспертным путем по 100-балльной шкале: 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 22 – Оценочная карта для сравнения технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	100	100	1	10
2. Помехоустойчивость	0,015	1	100	0,01	0,015
3. Надежность	0,085	100	100	1	8,5
4. Унифицированность	0,05	100	100	1	5
5. Уровень материалоемкости разработки	0,025	100	100	0,01	2,5
6. Уровень шума	0,025	100	100	1	2,5
7. Безопасность	0,1	100	100	1	10
8. Потребность в ресурсах памяти	0,025	1	100	0,01	0,025
9. Функциональная мощность (представляемые возможности)	0,02	100	100	1	2,0
10. Простота эксплуатации	0,055	100	100	1	5,5
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,025	100	100	1	2,5
12. Ремонтопригодность	0,075	100	100	1	7,5
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,05	100	100	1	5
14. Уровень проникновения на рынок	0,025	1	100	0,01	0,025
15. Перспективность рынка	0,05	100	100	1	5
16. Цена	0,1	1	100	0,01	0,1
17. Послепродажное обслуживание	0,05	100	100	1	5
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	1	100	0,01	0,05
19. Срок выхода на рынок	0,05	1	100	0,01	0,05
20. Наличие сертификации разработки	0,025	100	100	1	2,5
Итого	1				72,775

В случае оценки конкурентной способности распределенной системы теплоснабжения с независимым подключением источников тепла и потребителей средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки равно $P_{cp} = 72,775$, что позволяет судить о перспективности выше среднего.

2. SWOT-анализ используется для определения слабых и сильных сторон проекта

Таблица 23 – SWOT-анализ

<p>Сильные стороны научно- исследовательского проекта:</p> <p>C1. Уменьшение величины капитальных затрат за счет отсутствия габаритных отопительных приборов.</p> <p>C2. Применение системы оперативно диспетчерского контроля, которая сокращает время устранения аварийных повреждений</p> <p>C4. Технологичность при изготовлении и монтаже систем</p> <p>C5. Соответствие нормам и правилам</p> <p>C6. Простота проектирования систем</p> <p>C7. Повышение надежности систем отапливающих здания</p>	<p>Слабые стороны научно- исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Необходимость в монтаже объемных и дорогостоящих установок</p> <p>Сл.2. Обучение рабочих бригад новым технологиям</p> <p>Сл3. Необходимость закупа материала за рубежом</p> <p>Сл.4 Качество теплоносителя</p>
<p>Возможности:</p> <p>B1. Разработка проекта на базе развитого города и наличие в городе высококвалифицированных трудовых ресурсов, рабочей силы нужной специальности</p> <p>B2. Высокая актуальность в реализации проекта</p> <p>B3. Высокий темп развития рекламных и информационных технологий</p> <p>B4. Поддержка со стороны поставщиков материалов</p>	<p>Угрозы:</p> <p>У1. Высокий процент по кредитам</p> <p>У2. Отсутствие инвесторов</p> <p>У3. Увеличение цен на энергоресурсы</p> <p>У4. Увеличение списка обязанностей производства, требований к предприятию, его энергоаудиту и пр.</p> <p>У5. Отсутствие поддержки со стороны администрации города и населения</p>

По полученным результатам можно сделать вывод, что разрабатываемая технология является перспективным проектом, что свидетельствует большое количество сильных сторон и маловероятные угрозы. Для того, чтобы определить необходимость стратегических изменений, необходимо соответствие слабых сильных сторон выявить соответствие сильных и слабых сторон.

Таблица 24 – Интерактивная матрица по выявлению сильных сторон и возможностей

Возможности		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	B1	+	+	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	0	-	0	+
	B3	0	+	-	0	0	-	+
	B4	+	+	-	+	+	-	-

Анализ данной интерактивной таблицы показал коррелирующие сильные стороны и возможности: B1C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7, B,C1C2C3C7; B3C2,C7; B4C1,C2,C4,C5. Далее рассмотрим корреляцию слабых сторон

Таблица 25 – Интерактивная матрица по выявлению слабых сторон и возможностей

Слабые стороны					
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	0	+	0	0
	B2	-	-	-	0
	B3	-	+	0	-
	B4	+	-	-	+

Корреляции слабых сторон и возможностей следующие: B1Сл2; B3Сл2, B4Сл1,Сл4 .

Таблица 26 – Интерактивная матрица по выявлению сильных сторон и угроз.

Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	У1	+	0	-	-	-	-	0
	У2	+	+	-	0	0	-	+
	У3	+	-	0	0	-	-	+
	У4	+	-	-	-	-	-	0
	У5	+	+	-	-	0	-	-

Возможна следующая корреляция сильных сторон и угроз: У1С1, У2С1,C2,C7, У3С1,C7,C8, У4С1, У5С1,C2

Таблица 27 – Интерактивная матрица по выявлению слабых сторон и угроз

Слабые стороны					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Угрозы	У1	0	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	У3	-	0	+	+
	У4	-	-	0	0
	У5	+	-	+	+

Могут быть получены следующие результаты: У1Сл2,Сл3,Сл4, У2Сл1Сл2Сл3Сл4, У3Сл3Сл4, У5Сл1,Сл3,Сл4.

11.2 Планирование работ и оценка времени их выполнения

Для расчета заработной платы составляется перечень работ и оценка времени их выполнения.

Таблица 28 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	Формулирование задачи	Руководитель темы
2	Составление технического задания на проект	Студент
3	Расчет тепловых потерь	Студент
4	Построение графиков тепловой нагрузки	Студент
5	Подбор холодильного оборудования	Студент
6	Выбор комплектующих элементов к холодильной машине	Студент
7	Расчет схемы и процесса работы холодильной машины	Студент
8	Расчет воздушного отопления	Студент
9	Расчет водяного отопления	Студент
10	Анализ результатов	Руководитель, студент
11	Разработка экономической части	Студент
12	Расчет БЖД	Студент
13	Оформление работы	Студент

Определение трудоемкости выполнения работ:

Чтобы определить ожидаемое (среднее) значение трудоемкости воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}$$

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел. дн

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел. дн.

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел. дн.

Далее определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} .

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, чел

Проведем расчет для первого пункта и занесем полученные значения в таблицу

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 1}{5} = 1, \text{ чел.-дн}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1}{2} = 0,5, \text{ раб.дн}$$

Таблица 29 – Перечень работ с количеством необходимых дней

№ работы	Наименование работы	$t_{\min i}$, день	$t_{\max i}$, день	У, человек	$t_{ожі}$, день	T_{pi} раб.дн
1	Формулирование задачи	1	2	2	2	1
2	Составление технического задания на проект	1	2	1	1	1
3	Расчет тепловых потерь	4	8	1	6	6
4	Построение графиков тепловой нагрузки	3	5	1	4	4
5	Подбор холодильного оборудования	3	5	1	4	4
6	Выбор комплектующих элементов к холодильной машине	2	4	1	3	3
7	Расчет схемы и процесса работы холодильной машины	2	5	1	4	4

8	Расчет воздушного отопления	1	3	1	2	2
9	Расчет водяного отопления	1	4	2	3	2
10	Анализ результатов	1	2	1	1	1
11	Разработка экономической части	1	2	1	1	1
12	Расчет БЖД	1	6	1	3	3
13	Оформление работы	1	6	1	3	3

Разработка графика проведения работ

Для построение графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней необходимо перенести в календарные дни.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot \kappa_{кал}$$

T_{ki} – продолжительность выполненной i работы в календарных днях

$\kappa_{кал}$ – коэффициент календарности

Коэффициент календарности определим по следующей формуле

$$\kappa_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}$$

$T_{кал}$ – количество календарных дней в году,

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году,

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году

$$\kappa_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 118} = 2$$

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ								
				Апрель								
				1-4	5-8	9-11	12-14	16-19	20-23	24-25	26-27	
1	Формулирование задачи	Руководитель темы	2									
2	Составление технического задания на проект	Студент	2									
3	Расчет тепловых потерь	Студент	12									
4	Построение графиков тепловой нагрузки	Студент	8									
5	Подбор холодильного оборудования	Студент	8	■								
6	Выбор комплектующих элементов к холодильной машине	Студент	6			■						
7	Расчет схемы и процесса работы холодильной машины	Студент	8					■				
8	Расчет воздушного отопления	Студент	4							■		
9	Расчет водяного отопления	Студент	4									
10	Анализ результатов	Руководитель, студент	2									
11	Разработка экономической части	Студент	2									
12	Расчет БЖД	Студент	6									
13	Оформление работы	Студент	6									

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ								
				Май								
				11-14	15-16	17	18	19-21	22-24	25-27	28-30	
1	Формулирование задачи	Руководитель темы	2									
2	Составление технического задания на проект	Студент	2									
3	Расчет тепловых потерь	Студент	12									
4	Построение графиков тепловой нагрузки	Студент	8									
5	Подбор холодильного оборудования	Студент	8									
6	Выбор комплектующих элементов к холодильной машине	Студент	6									
7	Расчет схемы и процесса работы холодильной машины	Студент	8									
8	Расчет воздушного отопления	Студент	4									
9	Расчет водяного отопления	Студент	4									
10	Анализ результатов	Руководитель, студент	2									
11	Разработка экономической части	Студент	2									
12	Расчет БЖД	Студент	6									
13	Оформление работы	Студент	6									

11.3 Расчет сметы затрат на разработку проекта

Для расчета сметы затрат на разработку проекта воспользуемся следующей формулой:

$$K_{np} = K_{mat} + K_{ам} + K_{зн} + K_{со} + K_{пр} + K_{нр}$$

Где:

K_{mat} – материальные затраты, руб.;

$K_{ам}$ – затраты на амортизацию, руб.;

$K_{зн}$ – затраты на заработанную плату, руб.;

$K_{со}$ – затраты на социальные отчисления, руб.;

$K_{пр}$ – прочие затраты, руб.;

$K_{нр}$ – накладные расходы, руб.

11.3.1. Материальные затраты при проведении работы

В ходе работы были истрачены: бумага формата А-4, А-1 для принтеров, краска в принтере, канцелярские товары.

Материальные затраты примем в размере 3000 руб.

11.3.2. Амортизация основных фондов и нематериальных актив

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные приведены в таблице

Таблица 31 – Расходные материалы [2], [3], [4]

Вид техники	Количество	Стоимость техникит, Цк.т.	Норма амортизации, Там.	Кам.
Компьютер, Принтер	1	31000 руб.	20%	543,56 руб.

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.к.т.}}{T_{кал.дней}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам}} \quad (53)$$

Где:

$T_{исп.к.т.}$ – время использования компьютера (дней);

$T_{кал.дней}$ – количество календарных дней;

$C_{к.т.}$ – стоимость техники;

$T_{ам}$ – 5 лет-норма амортизации.

$$K_{ам\ комп} = \frac{32}{365} \cdot 31000 \cdot \frac{1}{5} = 543,56 \text{ руб.}$$

11.3.3. Затраты на зарплату

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам);
- оплата в соответствии с действующим законодательством очередных ежегодных и дополнительных отпусков (компенсация за неиспользованный отпуск);

Фактическая заработная плата рассчитывается по формуле

$$K_{факт. зп} = \frac{ЗП_{мес. пл.} \cdot n}{21} \quad (54)$$

Где:

21 – число рабочих дней в месяце;

n – количество фактически затраченных дней;

для инженера $n = 40$ дней, а для руководителя $n = 2$ дней.

$K1$ – коэффициент, учитывающий отпуск, равен 1,1(10%);

$K2$ – районный коэффициент, равен 1,3(30%);

$ЗПо$ – оклад инженера, примем равным 17000 руб.,

$ЗПо$ – оклад руководителя, примем равным 26300 руб.

Зарплата инженера:

$$ЗП_{мес. пл. инж} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.},$$

Зарплата руководителя:

$$ЗП_{мес. пл. рук} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб.}$$

Расчет фактической заработной платы

$$K_{\text{факт. зп. инж}} = \frac{24310}{21} \cdot 40 = 46304,76 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{факт. зп. рук}} = \frac{37609}{21} \cdot 2 = 3581,81 \text{ руб.},$$

Затраты на заработную плату составят:

$$K_{\text{зп}} = K_{\text{факт. зп. инж}} + K_{\text{факт. зп. рук}} = 46304,76 + 3581,81 = 49886,57 \text{ руб.}$$

11.3.4. Социальные отчисления

Отчисления на социальные нужды - обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования от элемента «затраты на оплату профилактики труда» (30%)

$$K_{\text{соц}} = 30\% \cdot K_{\text{зп}}$$

$$K_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 49886,57 = 14965,97 \text{ руб.}$$

11.3.5. Прочие затраты

К элементу «Прочие затраты» себестоимости продукции (работы, услуг) относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ; вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения; затраты на командировки; плата сторонним организациям за пожарную и сторожевую охрану; за подготовку кадров; оплата услуг связи, вычислительных центров, банков; плата за аренду; представительские расходы; затраты на ремонт.

Прочие затраты это 10% от суммы всех предыдущих затрат

$$K_{\text{пр}} = 10\% \cdot (K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{зп}} + K_{\text{соц}})$$

$$K_{\text{пр}} = 0,1 \cdot (3000 + 543,59 + 49886,57 + 14965,97) = 6839,6 \text{ руб.}$$

11.3.6. Накладные расходы

При выполнении проекта на число базе можно НИТПУ, в стоимости проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, система затраты на ремонт

зданий и сооружений, заработную плату административных сотрудников и т.д. Накладные зависимость расходы рассчитываются как 200% от затрат на оплату труда.

$$K_{np} = 2 \cdot K_{\Sigma}$$

$$K_{np} = 2 \cdot 49886,57 = 99773,14 \text{ руб.}$$

Таким образом, суммарное количество вложений составили:

$$K_{np} = 3000 + 543,56 + 49886,57 + 14965,97 + 6839,6 + 99773,14 = 175008,84 \text{ руб.}$$

Все полученные результаты сводим в таблицу 5 и находим капитальные вложения в проект:

Таблица 32 – Смета затрат на проектирование.

Элементы затрат	Стоимость, руб.
1	2
Материальные затраты, K_{mat}	3000
Амортизация компьютерной техники, $K_{ам}$	543,56
Затраты на заработную плату, инженера и научного руководителя, $K_{з / пл}$	49886,57
Затраты на социальные нужды, $K_{с . о}$	14965,9
Прочие затраты, K_{np}	6839,6
Накладные расходы, $K_{накл}$	99773,14
Итого, K_k	175008,84

11.4 Оценка ресурсоэффективности

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}},$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Рассчитаем интегральный финансовый показатель для двух исполнений. В первом варианте стоимость исполнения берем из расчетов, таблица 5, а во втором варианте принимаем стоимость исполнения равной 190000. Максимальное значение стоимость исполнения научно-исследовательского проекта – 220000.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{\text{р1}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{175008,84}{220000} = 0,8 ,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{р2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{190000}{220000} = 0,86 ,$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \cdot b_i ,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,4	5	5
3. Помехоустойчивость	0,05	4	4
4. Энергосбережение	0,2	5	4
5. Надежность	0,1	4	5
6. Материалоемкость	0,05	4	4
ИТОГО	1		

$$I_{\text{p-исп1}} = 0,2 \cdot 5 + 0,4 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 = 4,8 ;$$

$$I_{\text{p-исп2}} = 0,2 \cdot 4 + 0,4 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 = 4,5 .$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{p-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}}} = \frac{4,8}{0,8} = 6,0 ,$$

$$I_{исп.2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр}} = \frac{4,5}{0,86} = 5,23.$$

С целью определения наиболее целесообразного варианта из предложенных сравним интегральные показатели эффективности вариантов исполнения разработки и определим сравнительную эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = \frac{6,0}{5,23} = 1,15.$$

Таблица 34 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	0,86
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4,7
3	Интегральный показатель эффективности	6,0	5,23
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,15	

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило понять, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является выполнение работы по первому исполнению.

Таким образом, данный проект получился экономически эффективным, так как при затратах около двухсот тысяч рублей позволяет предотвратить различные чрезвычайные ситуации. Тем самым в малые сроки выбрать оптимальную тактику борьбы с ними, что позволит предотвратить экологические и экономические потери.

12 Социальная часть

Введение

Круг практических задач БЖД прежде всего обусловлен выбором средств, обеспечивающих комфортное состояние среды жизнедеятельности. Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества. Обращается внимание на необходимость широкого применения прогрессивных форм научной организации труда, сведения к минимуму ручного, малоквалифицированного труда, создания обстановки, исключающей профессиональные заболевания и производственный травматизм.

Социальной ответственностью является сознательное отношение субъекта социальной деятельности к требованиям социальной необходимости, гражданского долга, социальных задач, норм и ценностей, понимание последствий осуществляемой деятельности для определенных социальных групп и личностей, для социального прогресса общества. В свою очередь социальная ответственность может быть как корпоративная, так и индивидуальная.

Корпоративная социальная ответственность (КСО, также называемая корпоративная ответственность, ответственный бизнес и корпоративные социальные возможности) — это концепция, в соответствии с которой организации учитывают интересы общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на фирмы и прочие заинтересованные стороны общественной сферы.

Индивидуальная ответственность отлична от корпоративной тем, что данную ответственность несет не организация, а отдельная личность.

На рабочем месте должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов производства. Уровни этих факторов не должны превышать предельных значений, оговоренных правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами, которые обязывают к созданию на рабочем месте таких условий труда, при которых влияние опасных

и вредных факторов на работающих либо устранено совсем, либо находится в допустимых пределах.

В данном разделе выпускной квалификационной работы будет проведен анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте проектировщика, а также при внедрении и эксплуатации холодильных установок и системы воздушного отопления (как альтернативы водяному).

Кроме того, будет проанализировано влияние объектов исследования на окружающую среду и способы их уменьшения (по возможности устранения).

12.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР) использовались ЭВМ. Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно - эмоциональной нагрузкой, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной работы.

требования к организации труда пользователей ПК.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количественных и конструктивных особенностей, а также характера выполняемой работы. Высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах 680–800 мм, при отсутствии такой возможности его высота должна быть не менее 725 мм.

На поверхности рабочего стола для документов необходимо предусматривать размещение специальной подставки, расстояние которой от глаз должно быть аналогичным расстоянию от глаз до клавиатуры. Модульными размерами рабочей поверхности стола, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

Под столешницей рабочего стола должно быть свободное пространство для ног с размерами по высоте не менее 600 мм, по ширине 500 мм, по глубине 650 мм.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе, что позволит изменять позу для снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.

Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и с регулируемым углом наклона сиденья и спинки, а также расстоянием спинки от переднего края сиденья. При этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Рабочее кресло должно иметь подлокотники. Ширина и глубина поверхности сиденья должна составлять не менее 400 мм. Высота опорной поверхности спинки должна быть не менее 300 мм, ширина – не менее 380 мм. Радиус ее кривизны в горизонтальной плоскости 400 мм. Угол наклона спинки должен изменяться в пределах 90–110 ° к плоскости сидения.

Материал покрытия рабочего кресла должен обеспечивать возможность легкой очистки от загрязнений. Поверхности сидения и спинки должны быть полумягкими, с нескользящим, неэлектризующим и воздухопроницаемым покрытием.

При организации рабочих мест для работы на ПЭВМ необходимо предусматривать:

- пространство по глубине не менее 850 мм с учетом выступающих частей оборудования для нахождения инженера-проектировщика;
- пространство для ног глубиной и высотой не менее 150 мм и шириной не менее 530 мм;
- расположение устройств ввода-вывода информации, обеспечивающее оптимальную видимость экрана;
- легкую досягаемость органов ручного управления в зоне моторного поля: по высоте – 900–1300 мм, по глубине – 400–500 мм;

- расположение экрана ПЭВМ в месте рабочей зоны, обеспечивающее устройство зрительного наблюдения в вертикальной плоскости под углом + 30 градусов от нормальной линии взгляда оператора, а также устройство использования ПЭВМ (ввод-вывод информации при корректировке основных параметров технологического процесса, отладка программ и др.), одновременно с выполнением основных производственных операций (наблюдение за зоной обработки на станке с программным управлением и др.);

- возможность поворота экрана вокруг горизонтальной и вертикальной осей.

12.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Рабочие места должны соответствовать требованиям.

Как уже было неоднократно отмечено, при работе с персональным компьютером очень важную роль играет соблюдение правильного режима труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках.

При работе монитора на экране кинескопа накапливается электростатический заряд, создающий электростатическое поле (ЭСП). При этом люди, работающие с монитором, приобретают электростатический потенциал. Заметный вклад в общее электростатическое поле вносят электризующиеся от трения поверхности клавиатуры и мыши. Эксперименты показывают, что даже после работы с клавиатурой, электростатическое поле быстро возрастает с 2 до 12 кВ/м.

У работающих за монитором от 2 до 6 часов в сутки функциональные нарушения центральной нервной системы происходят в среднем в 4,6 раза чаще, чем в контрольных группах, болезни сердечно-сосудистой системы – в 2 раза чаще, болезни верхних дыхательных путей – в 1,9 раза чаще, болезни опорно-двигательного аппарата – в 3,1 раза чаще.

Согласно [10], поверхностный электростатический потенциал экрана видеомонитора не должен превышать 500 В.

Основным источником неблагоприятного воздействия на здоровье пользователя компьютера является средство визуального отображения информации на электронно-лучевой трубке. Ниже перечислены основные факторы его неблагоприятного воздействия:

- Эргономические параметры экрана монитора:
- снижение контраста изображения в условиях интенсивной внешней засветки;
- зеркальные блики от передней поверхности экранов мониторов;
- наличие мерцания изображения на экране монитора.

Основными составляющими частями персонального компьютера (ПК) являются: системный блок (процессор) и разнообразные устройства ввода-вывода информации: клавиатура, дисковые накопители, принтер, сканер, и т.п. Электромагнитное поле обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека.

Биологическое воздействие ЭМП зависит от длины волны, интенсивности, продолжительности режимов воздействия, размеров и анатомического строения органа, подвергающегося влиянию ЭМП. Механизм нарушений, происходящих в организме под влиянием ЭМП, обусловлен их специфическим и тепловым действием.

Тепловое воздействие ЭМП характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию. Интенсивность нагрева зависит от скорости оттока тепла от облучаемых участков тела.

При работе с компьютером допустимые уровни электромагнитных полей указаны в таблице 35.

Таблица 35 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Из общего объема данных человек получает визуальным путем около 80%. Качество поступающей информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное количественное или качественное, оно не только утомляет зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом.

Шум и вибрация.

Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда.

Уровень шума на рабочем месте проектировщика не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

Недостаточная освещенность

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности.

Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

В помещениях, в которых происходит эксплуатация компьютеров, искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения.

Расчет освещенности помещения

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения. Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Расчет освещения производится для комнаты площадью 15 м^2 :

длина $A=3 \text{ м}$, ширина $B=5 \text{ м}$, высота потолков $H=3 \text{ м}$.

Для определения числа ламп построим план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

В помещении можно разместить светильники типа ОД в один ряд, причём в ряду будет 3 светильника с длиной $l = 1,23 \text{ м}$.

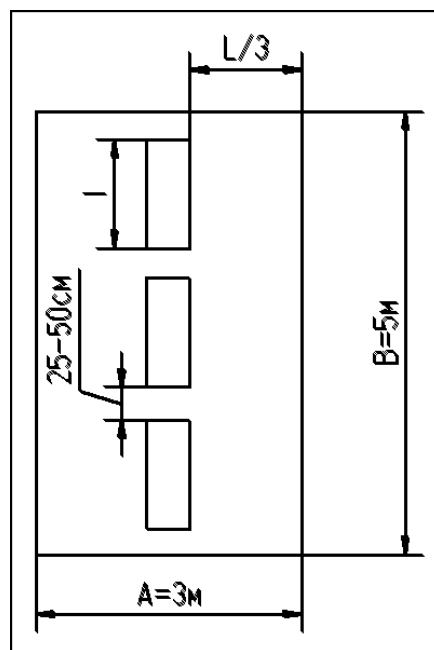


Рисунок 14 – Схема расположения светильников в помещении

Воспользуемся методом светового потока [4].

Для определения количества светильников определим световой поток, падающий на поверхность по формуле:

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta} \text{ Лм,}$$

где $E_n = 300 \text{ лк}$ - нормированная минимальная освещенность, т.к. работа проектировщика, в соответствии табличными данными, относится к разряду точных работ;

$S = 15\text{м}^2$ - площадь освещаемого помещения;

$Z = 1,1$ - отношение средней освещенности к минимальной (принимается равным $1,1 \dots 1,2$);

K - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (его значение зависит от типа помещения и характера проводимых в нем работ и в нашем случае $K = 1,5$);

$\eta = 0,45$ - коэффициент использования, (выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы; зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых

коэффициентами отражения от стен (РС) и потолка (РП)), значение коэффициентов РС и РП были указаны выше: РС=40%, РП=60%.

Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{3 \cdot 5}{2,12 \cdot (3 + 5)} = 0,88,$$

где h - расчетная высота подвеса, h = 2,12 м.

Учитывая, что в каждом светильнике по 2 лампы, общее число ламп N = 6 шт.

Подставим все значения в формулу для определения светового потока F:

$$F = \frac{300 \cdot 15 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{6 \cdot 0,45} = 2750 \text{ Лм},$$

Для освещения выбираем люминесцентные лампы типа ЛБТ [4] мощность 40 Вт, 200В, световой поток которых составит F = 2850 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем:

$$-10\% \leq 3,51\% \leq +20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 6 \cdot 40 = 240 \text{ Вт}.$$

Микроклимат в помещении

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению

относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата.

Таблица 36 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры.

Период года	Параметры микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Таблица 37 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры.

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого свежего воздуха, м ³ / на одного человека в час.
Объемом до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20...40 м ³ на человека	Не менее 20
Более 40 м ³ на человека	Естественная вентиляция

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

Расчет потребного воздухообмена

Потребный воздухообмен определяется по формуле [6]:

$$L = \frac{G \cdot 1000}{\chi_H - \chi_B}, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

где L , м³/ч – потребный воздухообмен;

G , г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения;

χ_B , мг/м³ – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно [5].

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение $n < \lambda$ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n = \frac{L}{V_n}, \text{ ч}^{-1}$$

где V_n – внутренний объем помещения, м^3 .

Определим требуемую кратность воздухообмена в помещении, где работают 2 человека.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания CO_2 : для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) – $0,5 \text{ л/м}^3$.

Количество углекислоты в зависимости от выполняемой работы, приведены в табл. 1.4 [6]:

$$g = 23 \text{ л/ч.}$$

По таблице 1.5 [6] определяем допустимую концентрацию CO_2 :

$$\chi_{\text{в}} = 1 \text{ л/м}^3;$$

$$\chi_{\text{н}} = 0,5 \text{ л/м}^3 \text{ в наружном воздухе для больших городов.}$$

Требуемый воздухообмен составит:

$$L = \frac{g \cdot n}{\chi_{\text{н}} - \chi_{\text{в}}} = \frac{23 \cdot 2}{1 - 0,5} = 92 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Согласно [8], кратность воздухообмена $n > 10$ недопустима. В данном случае кратность воздухообмена в норме и составляет 2 ч^{-1} .

12.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении и эксплуатации ходильных установок и системы воздушного отопления

При эксплуатации холодильных установок возможно воздействие на работников ряда опасных и вредных производственных факторов, в том числе:

1) хладагента (жидкого, газообразного под давлением) и хладоносителей при возможных разрушениях элементов холодильных установок и трубопроводов;

2) повышенной загазованности воздуха рабочих зон (из-за возможных утечек хладагента из холодильных установок и вследствие пожара);

3) пониженной температуры воздуха рабочих зон (в холодильных камерах, а также при обслуживании холодильных установок зимой на наружных площадках);

4) повышенной или пониженной температуры поверхностей холодильных установок и трубопроводов;

5) повышенного уровня шума и вибрации на рабочих местах;

6) повышенной подвижности воздуха в холодильных камерах и на наружных (открытых) площадках;

7) недостаточной освещенности рабочих зон;

8) замыкания электрических цепей через тело человека;

9) подвижных частей холодильных установок (компрессоры, насосы, вентиляторы);

10) падающих предметов (элементов оборудования) и инструмента;

11) движущихся транспортных средств, грузоподъемных машин, перемещаемых материалов и инструмента;

12) расположения рабочих мест на значительной высоте относительно поверхности земли (пола, площадки);

13) физических и нервно-психических перегрузок.

Для защиты работников от последствий возможных разрушений элементов оборудования и трубопроводов холодильных установок следует, в частности, предусматривать: приборы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ); предохранительные устройства по давлению; своевременное освидетельствование аппаратов (сосудов) и трубопроводов.

При внедрении и эксплуатации системы воздушного отопления могут появиться такие негативные воздействия как шум, механические повреждения, повышенная запыленность воздуха в помещении (т.к. забор воздуха происходит с улицы). При промышленном использовании системы эти факторы не имеют существенного значения, так как санитарные нормы не нарушаются.

Для предотвращения негативного воздействия необходимо соблюдение норм и правил эксплуатации торгово-холодильного оборудования и системы отопления:

- Для обслуживания оборудования, трубопроводов, арматуры и других элементов, расположенных на высоте выше 1,8 м от пола (земли), должны предусматриваться соответствующие площадки, лестницы, стремянки.

- Для аварийного (ремонтного) освобождения от хладагента охлаждающих устройств, сосудов и аппаратов в централизованных (разветвленных) схемах хладообеспечения с постоянным или некруглосуточным обслуживанием предусматривается дренажный ресивер или коллектор для слива хладагента в баллоны;

- Запрещается допускать посторонних лиц к осмотру, ремонту холодильной машины и регулировке приборов автоматики, а также выполнять эти работы своими силами, прикасаться к движущимся частям холодильного агрегата во время работы и автоматической ост допускать посторонних лиц к осмотру, ремонту холодильной машины и регулировке приборов автоматики, а также выполнять эти работы своими силами;

- Не прикасаться к движущимся частям агрегатов во время работы и автоматической остановки;

- Не загромождать агрегаты и проходы посторонними предметами, затрудняющими технический осмотр и проверку их работы, а также препятствующими нормальной циркуляции воздуха.

- включать холодильную машину при снятой крышке агрегата.

12.3 Экологическая безопасность

С экологической точки зрения любая низкотемпературная холодильная техника характеризуется как положительным, так и отрицательным воздействием на окружающую среду. Положительное значение заключается в том, что холодильная техника способствует сохранению огромной массы производимой скоропортящейся продукции. Отрицательное воздействие холодильной техники на экологию связано с тем, что на ее эксплуатацию затрачивается более 20% производимой в мире энергии. Если еще учесть затраты материалов и энергии на изготовление оборудования, становится очевидным, что холодильная техника, призванная сохранять окружающую среду, одновременно способствует ее загрязнению.

Однако соотношение полезного и вредного влияния холодильной техники на экологию более благоприятно, чем в других отраслях. Задача научно-технического прогресса в ближайшей перспективе состоит в том, чтобы в максимально возможной степени изменить это соотношение в пользу первого. В конечном счете, такая работа будет способствовать решению главной экологической проблемы будущего века - обеспечение условий, при которых биосферные восстановительные процессы смогут противодействовать негативному воздействию техносферы.

Одним из условий эффективного развития всего холодильного хозяйства розничной торговой сети, является применения в качестве рабочих веществ холодильных агентов, обладающих хорошими термодинамическими, теплофизическими, физико-химическими, физиологическими свойствами. Важное значение имеет также их стоимость и доступность. Холодильные агенты не должны быть ядовиты, не должны вызывать удушья и раздражения слизистых оболочек глаз, носа и дыхательных путей человека.

Кроме описанного выше фактора, большое влияние оказывают бытовые сточные воды предприятий, которые образуются при эксплуатации на его территории душевых, туалетов, прачечных и столовых. Предприятие не отвечает

за качество данных сточных вод и направляет их на городские (районные) станции очистки.

В результате того, что проектируемая система воздушного отопления не несет для окружающей среды никакого вредного воздействия (отсутствуют газообразные выбросы в атмосферу, отходы в сточную воду и др.), считаем ее экологически безопасной.

Использование для отопления воздуха обеспечивает пожарную безопасность и улучшает санитарно-гигиеническое состояние помещений, причем имеется возможность полного устранения отопительных приборов, [12], что является преимуществом по сравнению с водяной системой отопления.

Количество тепла, получаемого за счет воздушного отопления.

$$Q_{BO} = \frac{L_B \cdot \rho_B}{3600} \cdot c \cdot (t_B^2 - t_B^1), \text{ кВт},$$

где L_B – количество отапливаемого воздуха, принимается из характеристики конденсаторов м³/час;

ρ_B – плотность воздуха, кг/м³.

c – массовая теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);

t_B^2 – температура горячего воздуха, принимается в соответствии равной $t_B^2 = 36,9$ °С [см. глава 8];

t_B^1 – температура воздуха на входе в конденсатор, °С.

Таким образом, количество тепла, которое можно получить с одного конденсатора составит:

$$Q_{BO} = \frac{17709 \cdot 1,128}{3600} \cdot 1 \cdot (36,9 - 30) = 38,29, \text{ кВт}.$$

В результате возможных отрицательных воздействий на окружающую среду в современном обществе резко возросла роль промышленной экологии, призванной на основе оценки степени вреда разрабатывать и совершенствовать инженерно-технические средства защиты окружающей среды.

В качестве дополнительных средств защиты применяют: аппараты и системы для очистки газовых выбросов, сточных вод от примесей. Эти средства

защиты постоянно совершенствуются и широко внедряются в технологические и эксплуатационные циклы во всех отраслях народного хозяйства.

12.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одной из наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации холодильной установки и системы отопления является пожароопасность.

Пожарная безопасность регламентируется ФЗ №123 от 22 июля 2008 года.

Система пожарной защиты предусматривает, наряду с мерами предотвращения возникновения пожара и распространение его за пределы очага возгорания, также применение средств пожаротушения и пожарной сигнализации.

Для тушения пожаров применяют первичные средства тушения, к которым относятся водяные и воздушно-пенные пожарные стволы, присоединенные при помощи рукавов к системе пожарного водопровода при помощи пожарных кранов, располагаемых в наиболее доступных и безопасных местах здания.

12.4.1 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

В целях повышения пожарной безопасности запрещены кабели с полиэтиленовой изоляцией и оболочкой, необходимо применять только кабели с негорючими покрытиями. Трассы кабеля должны проходить на безопасных расстояниях от нагретых поверхностей, следует предусматривать их защиту от внешних воздействий и перегрева. При аварийной ситуации на оборудовании (загорание электрооборудования, разрыв трубопроводов, внеплановый останов основного и вспомогательного оборудования и т.д.) необходимо прекратить выполнение плановой работы и действовать согласно требованиям инструкции по ликвидации аварий и производственных инструкций по обслуживанию оборудования. Принять меры к восстановлению нормального режима работы или ликвидации аварийного положения и предотвращении развития аварии и несчастных случаев с персоналом.

При возникновении несчастного случая немедленно оказать первую медицинскую помощь согласно инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве.

При угрозе несчастного случая вывести людей из зоны поражения, оградить опасную зону, по возможности отключить аварийное оборудование.

О замеченном загорании на объекте необходимо сообщить дежурному персоналу объекта, в пожарную часть и преступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения, соблюдая при этом меры безопасности. Там, где имеется оперативный план тушения пожара, необходимо действовать в соответствии с этим планом.

Тушить пожар на электрооборудовании, находящемся под напряжением следует только углекислотными огнетушителями.

Тушение пожара в сильно задымленных помещениях без снятия напряжения с электроустановок и кабельных линий запрещается.

Необходимо знать, что обычный противогаз не способен защитить человека и обеспечить его нормальное дыхание в задымленном помещении.

Выводы по разделу:

В данном разделе выпускной квалификационной работы были изложены требования к рабочему месту инженера – проектировщика, описаны возможные вредные и опасные факторы, возникающие на рабочем месте проектировщика. На основании изученной литературы по данной проблеме был проведен выбор системы и расчет оптимального освещения производственного помещения и потребного воздухообмена на рабочем месте. Соблюдение условий, определяющих оптимальную организацию рабочего места инженера - проектировщика, позволит сохранить хорошую работоспособность в течение всего рабочего дня, повысит как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда проектировщика.

Кроме того, были проанализированы вредные и опасные факторы, возникающие при внедрении и эксплуатации ходильных установок и системы

воздушного отопления. При соблюдении норм и правил эксплуатации можно избежать воздействия данных негативных факторов на человека.