

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Кафедра «Техносферная безопасность»

Ю. М. Бебкевич

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ АВТОГАРАЖА ДЛЯ  
НОРМАЛИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА**

Выпускная квалификационная работа

Екатеринбург

2019

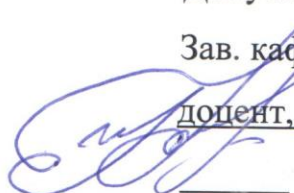
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Факультет управления процессами перевозок  
Кафедра «Техносферная безопасность»  
Направление подготовки «Техносферная безопасность»

Допускается к защите

Зав. кафедрой

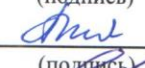
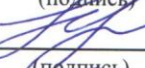

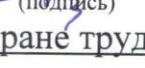
доцент, к.биол.н. Гаврилин И.И.

 « 20 » июня 2019 г.

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Разработка системы отопления автогаража для нормализации  
микроклимата  
(пояснительная записка)

20.03.01.13.ВКР.ТБп-415.01.ПЗ  
(шифр документа)

Разработал: студент	ТБп-415		19.06.2019	Бабкевич Ю.М.
(обучающийся)	(группа)	(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Руководитель: к.т.н., профессор			20.06.2019	Попова Н.П.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Консультанты: к.биол.н., доцент			08.05.2019	Лугаськова Н.В.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
доцент			30.05.2019	Коротков А.К.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Н. контролер: ст. преподаватель			19.06.19	Сафронова Е.Б.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)
Рецензент: ведущий специалист по охране труда			19.06.19	Силина Н.М.
(должность, звание)		(подпись)	(дата)	(Ф.И.О.)

Екатеринбург

2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Факультет управления процессами перевозок

Кафедра «Техносферная безопасность»

Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

доцент, к.биол.н. Гаврилин И.И.

«20» Мая 2019 г.

**Задание**

на выпускную квалификационную работу обучающемуся

Бибкевич Юлия Михайловна

(Фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта: Разработка системы отопления автогаража для нормализации микроклимата

Утверждена приказом по университету от «22» апреля 2019 г. №654-со «О темах дипломных проектов и руководителях дипломного проектирования»

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта «21» июня 2019 г.

3. Исходные данные к проекту Нормативно-правовая база, справочная литература, материалы практики

4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) общая характеристика предприятия, оценка условий труда, разработка системы отопления, система автоматического регулирования теплопотребления, расчет капитальных затрат и экономическая выгода, расчет инвентаризации выбросов в атмосферу загрязняющих веществ.

5. Презентационные материалы презентация Microsoft Office

6. Дата выдачи задания 11.03.2019

Руководитель Гаврилин И.И.

(подпись)

Задание принял к исполнению студент Бибкевич Ю.М.

(подпись)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Примечание
1.	<i>Введение</i>	<i>29 марта 2019 г.</i>	<i>5%</i>
2.	<i>Общая характеристика предприятия</i>	<i>5 апреля 2019 г.</i>	<i>10%</i>
3.	<i>Оценка условий труда</i>	<i>12 апреля 2019 г.</i>	<i>20%</i>
4.	<i>Разработка системы отопления</i>	<i>26 апреля 2019 г.</i>	<i>30%</i>
5.	<i>Система автоматического регулирования теплопотребления</i>	<i>10 мая 2019 г.</i>	<i>10%</i>
6.	<i>Экономическая эффективность</i>	<i>11 июня 2019 г.</i>	<i>10%</i>
7.	<i>Безопасность и экологичность проекта</i>	<i>11 июня 2019 г.</i>	<i>10%</i>
8.	<i>Оформление пояснительной записки</i>	<i>14 июня 2019 г.</i>	<i>5%</i>

Обучающийся \_\_\_\_\_



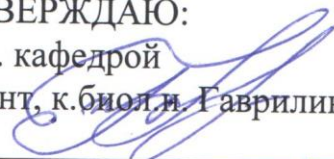
(подпись)

Руководитель \_\_\_\_\_



(подпись)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
доцент, к.биол.н. Гаврилин И.И.  
  
«20» июня 2019 г.

**Задание**

**на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Бибкевич Юлия Михайловна Группа ТБп-415  
(Фамилия, Имя, Отчество)

Экономическая эффективность  
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Разработка системы отопления автогаража для нормализации микроклимата

Утверждена приказом по университету от «22» апреля 2019г. №654-со «О темах дипломных проектов и руководителей дипломного проектирования»

Выпускающая кафедра «Техносферная безопасность»

Руководитель ВКР Попова Н.П., профессор, к.т.н.

2. Консультант раздела Коротков А.К., доцент  
(Фамилия, инициалы, должность)

Кафедра, ведущая специальный раздел «Экономика транспорта»

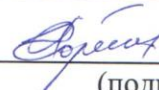
3. Исходные данные Нормативно-правовая база, справочная литература


4. Срок сдачи студентом законченного раздела 11.06.2019

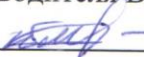
5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов) смета расходов на приобретение товаров, расчет капитальных затрат, расчет экономической выгоды.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов)

Экономическая выгода от внедрения системы САРТ

7. Дата выдачи задания 30.05.2019 Консультант   
(подпись)

Согласовано: 30.05.2019   
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 30.05.2019   
(дата и подпись студента-дипломника)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

доцент, к.биол.н. Гаврилин И.И.

«20» июня 2019 г.

**Задание**

**на специальный раздел ВКР**

Обучающийся Бибкевич Юлия Михайловна Группа ТБп-415

Безопасность и экологичность проекта

(название специального раздела)

1. Тема ВКР: Разработка системы отопления автогаража для нормализации микроклимата

Утверждена приказом по университету от «22» апреля 2019г. №654-со «О темах дипломных проектов и руководителей дипломного проектирования»

Выпускающая кафедра «Техносферная безопасность»

Руководитель ВКР Попова Н.П., профессор, к.т.н.

2. Консультант раздела Лугаськова Н.В., доцент, к.биол.н.

Кафедра, ведущая специальный раздел «Техносферная безопасность»

3. Исходные данные Расчеты ВКР. Нормативные документы.

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 11.06.2019

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов) Расчет инвентаризации выбросов в атмосферу загрязняющих веществ при выполнении сварочных работ.

6. Название демонстрационно-графического(их) материала(ов) Расчет инвентаризации выбросов в атмосферу загрязняющих веществ при выполнении сварочных работ.

7. Дата выдачи задания 06.05.2019 Консультант 

(подпись)

Согласовано:

06.05.2019



(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению

6.05.2019



(дата и подпись студента-дипломника)

## РЕФЕРАТ

В данной выпускной квалификационной работе всего: 74 страницы, 15 рисунков, 9 таблиц, 16 формул, 17 использованных источников.

### ОХРАНА ТРУДА, ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ, МИКРОКЛИМАТ, СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ, САРТ.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является разработка системы отопления в автогараже.





Предметом исследования выпускной квалификационной работы является разработать систему отопления для нормализации микроклимата.

Целью данной выпускной квалификационной работы является создание на рабочих местах допустимых параметров микроклимата: температуру воздушной среды.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены функции и задачи предприятия. Выявлены вредные и производственные факторы, действующие на работников. Выбрано необходимое средство коллективной защиты для рассматриваемых рабочих мест. Разработана система отопления.

Изучено воздействие вредных выбросов в атмосферу на здоровье работника при выполнении сварочных работ и рассчитана инвентаризация выбросов в атмосферу загрязняющих веществ.

Составлена смета расходов на приобретение товаров, рассчитаны капитальные затраты и экономическая выгода от внедрения системы автоматического регулирования теплотребления.

					20.03.01.13.ВКР.ТБ.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.		Бибкевич Ю.М.		19.06.19	Разработка системы отопления автогаража для нормализации микроклимата	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Попова Н.П.		20.06.19		У	1	74
Н. Контр.		Сафронова Е.Б.		19.06		УрГУПС, кафедра «Техносферная безопасность»		
Утверд.		Гаврилин И.И.		20.08				

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

**ОТЗЫВ**

О выпускной квалификационной работе обучающейся гр.ТБп-415

Бибкевич Юлии Михайловны

Факультет управления процессами перевозок

(наименование)

Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код, наименование)

на тему: Разработка системы отопления автогаража для нормализации микроклимата

При выполнении выпускной квалификационной работы студентка Бибкевич Ю.М. изучила работу предприятия, в состав которого входит автогараж, детально исследовала его работу, изучила ограждающие строительные конструкции, рассмотрела действующие на работников автогаража производственные факторы. Выяснила, что для улучшения условий труда, достижения допустимых параметров микроклимата необходимо разработать и в последующем реализовать систему отопления. Для разработки системы отопления с необходимой тепловой мощностью был произведен расчет теплопотерь через наружные ограждения.

Поскольку источником тепла в районе расположения автогаража является вода с параметрами 105 – 70 °С, на эти параметры теплоносителя был произведен расчет системы отопления и подобраны нагревательные приборы (регистры из чугунных ребристых труб). Для определения необходимости установки в системе отопления подкачивающих насосов был проведен расчет потерь давления в системе.

В работе рассмотрены вопросы автоматического регулирования подачи тепла на отопление в зависимости от режима работы предприятия и температуры наружного воздуха.

Тема ВКР раскрыта полностью, все полученные результаты обоснованы расчетами, работа имеет практическую значимость – после некоторой доработки данную систему отопления можно рекомендовать к внедрению.

Студентка работала ритмично, работоспособна, прилежна.

Оформлена работа в соответствии с требованиями УрГУПС к выпускным квалификационным работам.

**ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Работа интересная, выполнена на актуальную тему, имеет практическую значимость, соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам. При соответствующей защите рассматриваемая ВКР заслуживает оценки «отлично», а ее автор Бибкевич Ю.М. – присвоения квалификации «Бакалавр» по направлению подготовки «Техносферная безопасность».

Руководитель

Попова Нина Павловна

(Фамилия, имя, отчество)

к.т.н., с.н.с., профессор кафедры

«Техносферная безопасность»,

Андрей 17.06.19 Попова Н.П.  
(Ученая степень, ученое звание, должность, фамилия, имя, отчество)





ЕКАТЕРИНБУРГСКАЯ ДИРЕКЦИЯ СВЯЗИ - ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ СВЯЗИ -

ФИЛИАЛА ОАО «РЖД»

## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу студента 4 курса очной формы обучения Уральского Государственного Университета Путей Сообщения факультета управления процессами перевозок по направлению подготовки «Техносферная безопасность» Бебкевич Юлии Михайловны на тему: «РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ АВТОГАРАЖА ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА»

### **Актуальность темы квалификационной работы:**

В выпускной квалификационной работе рассматривается тема в части приведения рабочих мест к допустимым параметрам микроклимата.

### **В работе рассмотрены следующие основные проблемы:**

Технологические процессы автогаража. Проанализированы условия труда работников автогаража. Определен производственный фактор, который негативно влияет на здоровье работников, а также разработаны мероприятия по решению данной проблемы. Рассчитаны затраты на установку оборудования и его срок окупаемости.

### **Наиболее интересным представляется разработка следующих вопросов:**

Раздел «Разработка систем отопления». В нем рассмотрены виды систем отопления и наглядно проиллюстрированы, произведен расчет теплотеря автогаража для проектирования отопления. Выбрана система водяного отопления, которая наиболее эффективна для помещений автогаража, сконструирована схема системы отопления, при расчете учтены потери давления на преодоление местных сопротивлений, подобрано соответствующее оборудование для разработанной системы.

### **Научно-практическая значимость работы:**

Результаты проведенной работы могут быть использованы при реконструкции системы отопления автогаража дистанции сигнализации, централизации и блокировки.

### **К недостаткам работы следует отнести:**

К недостаткам квалификационной работы можно отнести погрешности редакционного характера.

### **Вопрос, возникающий при прочтении ВКР:**

По какой причине выбрана двухтрубная, а не однотрубная система отопления?

**В целом работа отвечает требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам, и заслуживает оценки «отлично».**

### **РЕЦЕНЗЕНТ:**

Ведущий специалист по охране труда  
Екатеринбургской дирекции связи—  
Центральной станции связи —  
филиала ОАО «РЖД» *19.06.2019г.*



Н.М.Силина

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. Характеристика предприятия .....	6
2. Оценка условий труда .....	10
2.1 Оценка химических факторов .....	10
2.2 Оценка шума .....	10
2.3 Оценка вибрации.....	12
2.4 Тяжесть трудового процесса .....	15
2.5 Обеспечение средствами индивидуальной защиты .....	19
2.6 Оценка микроклимата .....	21
3. Разработка системы отопления .....	29
3.1 Расчет теплотерь автогаража.....	34
3.2 Разработка системы водяного отопления для автогаража .....	40
4. Система автоматического регулирования теплотребления .....	54
5. Экономическая эффективность .....	59
6. Безопасность и экологичность проекта .....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	73

## ВВЕДЕНИЕ

Важную роль в трудовой жизни человека играет охрана труда. Одной из главных задач работодателя является обеспечить безопасные условия труда, сохранить жизнь и здоровье работников.

Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [1].

Охрана труда направлена не только на безопасность трудового процесса, на профилактику заболеваний, организацию регламентированных перерывов работников, обеспечение их спецодеждой и средствами гигиены.

Правильно организованная охрана труда позволяет работникам чувствовать себя защищенным, в результате чего повышается заинтересованность в работе. Охрана труда должна находиться на таком высоком уровне, чтобы работники могли чувствовать заботу руководства о своем здоровье – это позволит стимулировать рабочий процесс и повысить качество выпускаемой продукции.

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Метеорологические условия, или микроклимат, зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года, условий отопления и вентиляции. Микроклимат, оказывая непосредственное воздействие на один из важнейших физиологических процессов – терморегуляцию, имеет огромное значение поддержания комфортного состояния организма. Основным нормативным документом, который определяет параметры микроклимата производственных помещений, является СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [3].

Отопление – это искусственный обогрев помещений с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта или требованиям технологического процесса.

Цель работы: Создание на рабочих местах допустимых параметров микроклимата: температуру воздушной среды.

Задачи:

- 1) Изучить технологический процесс объекта;
- 2) Выбрать необходимое средство коллективной защиты для рассматриваемых рабочих мест;
- 3) Разработать систему отопления;
- 4) Провести экономическую оценку предлагаемой разработки;
- 5) Провести экологическую оценку объекта.

Выпускная квалификационная работа выполняется на базе автогаража в Каменск-Уральской дистанции сигнализации, централизации и блокировки – структурного подразделения свердловской дирекции инфраструктуры Центральной дирекции инфраструктуры - Филиала ОАО «РЖД».

# 1 Характеристика предприятия

Каменск-Уральская дистанция сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) основана в 1933 году. Дистанция СЦБ входит в состав Свердловской дирекции инфраструктуры. Она осуществляет техническое обслуживание и ремонт устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), комплекса технических средств мониторинга (КТСМ), мониторинг состояния устройств.

До передачи обслуживания устройств железнодорожной связи отдельной организации (РЦС – региональный центр связи) именовалась дистанцией сигнализации связи.

Протяженность дистанции 326 км. Обслуживают 26 станций и 28 перегонов. Штат дистанции 155 человек.

Основными задачами Дистанции являются:

- 1) Содержание в технически исправном состоянии средств железнодорожной автоматики и телемеханики в установленных границах дистанции, предупреждение и ликвидация нарушений их нормальной работы в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, нормативными документами ОАО «РЖД» и железной дороги;
- 2) Обеспечение безопасности движения поездов;
- 3) Выполнение мероприятий по повышению надежности работы средств ЖАТ, их эффективности и экономичности.

Дистанция в соответствии с возложенными на нее задачами выполняет следующие функции:

- 1) Осуществляет техническую эксплуатацию сооружений, устройств, установок, машин, механизмов, оборудования, технических и транспортных средств, находящихся на ее балансе, в соответствии с нормативными документами ОАО «РЖД»;

- 2) Проводит работу по предупреждению аварийности на дистанции и чрезвычайных ситуаций;
- 3) Проводит работу по укреплению и развитию технических, ремонтных и технологических мощностей Дистанции на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, передовых технологий и передового опыта;
- 4) Осуществляет плановую и финансово-экономическую деятельность, обеспечивает эффективное использование и сохранность имущества Дистанции;
- 5) Ведет в установленном порядке статистическую отчетность по установленным формам и несет ответственность за ее достоверность;
- 6) Проводит работу по подготовке, переподготовке, повышению квалификации работников Дистанции, их техническому обучению на основе нормативных документов в ОАО «РЖД»;
- 7) Осуществляет мероприятия по улучшению условий труда, предупреждению производственного травматизма, соблюдению требований нормативных документов по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности;
- 8) Проводит мероприятия по обеспечению социальной защиты работников, укреплению трудовой и технологической дисциплины;
- 9) Выполняет мероприятия по улучшению режима экономии в использовании трудовых и материальных ресурсов, показателей использования основных фондов и оборотных средств, широкому вовлечению вторичных ресурсов в хозяйственный оборот;
- 10) Выполняет организационно-технические мероприятия по повышению безопасности движения поездов, надежности действия устройств СЦБ и приведению их к требованиям нормативных правовых актов Российской Федерации и нормативных документов ОАО «РЖД»;
- 11) Организует работу по повышению доходности и оптимизации эксплуатационных затрат;

- 12) Организует в установленные сроки выполнение запланированных строительно-монтажных работ и заданий по вводу в эксплуатацию законченных строительством объектов;
- 13) Обеспечивает выполнение плана капитального ремонта основных средств;
- 14) Формирует заявки и контролирует поставку сертифицированного оборудования и материалов для нужд Дистанции, участвует в проведении претензионно-рекламационной работы, в соответствии с нормативными документами ОАО «РЖД»;
- 15) Разрабатывает и выполняет мероприятия по развитию и укреплению материально-технической базы Дистанции;
- 16) Обеспечивает укомплектование и использование страхового (аварийно-восстановительного) запаса и других запасов материальных ресурсов Дистанции в соответствии с установленными в ОАО «РЖД» нормативами;
- 17) Организует внедрение прогрессивных форм организации и стимулирования труда;
- 18) Организует изучение работниками Дистанции нормативных актов Российской Федерации и ОАО «РЖД» в объеме, необходимом для исполнения должностных обязанностей, проводит в установленном порядке проверку знаний работников;
- 19) Ведет делопроизводство и осуществляет хранение документов в порядке, установленном железной дорогой;
- 20) Соблюдает установленный в ОАО «РЖД» режим секретности, подготавливает предложения, связанные с реализацией мероприятий по противодействию деятельности иностранных технических разведок и технической защите информации при всех видах работ со сведениями, составляющими государственную и коммерческую тайну;
- 21) Подготавливает предложения и выполняет мероприятия по мобилизационной подготовке и гражданской обороне и другие мероприятия в условиях особого периода и чрезвычайного положения;

- 22) Взаимодействует с другими структурными подразделениями железной дороги по вопросам технической эксплуатации средств ЖАТ;
- 23) Выполняет мероприятия по промышленной безопасности опасных производственных объектов и охране окружающей среды, предусмотренные законодательством Российской Федерации и нормативными документами ОАО «РЖД»;
- 24) Организует изобретательскую и рационализаторскую работу [2].



## **2 Оценка условий труда**

### **2.1 Оценка химических факторов**

Водители автотранспорта подвергаются воздействию производственных факторов химической природы, которые зависят от типа сгораемого топлива в агрегатах. На организм водителя оказывают отрицательное влияние такие вредные вещества, как свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, винилхлорид, сероуглерод, окись углерода, таллий. Это может привести к артериальной гипертензии, тромбоэмболии легочной артерии на фоне флеботромбоза или тромбофлебиту варикозно расширенных вен, острому токсическому трахео-бронхо-бронхиолиту. Пневмокониозы (в том числе силикоз), хронический пылевой бронхит, хронический токсический бронхит, хроническая обструктивная болезнь легких профессионального генеза, профессиональная бронхиальная астма и другие заболевания могут проявляться при работе в автогараже.

### **2.2 Оценка шума**

Шум – это беспорядочные колебания разной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. С физиологической точки зрения шум – это неблагоприятный воспринимаемый звук.

Источниками звука являются упругие колебания материальных частиц и тел, передаваемых жидкой, твердой и газообразной средой.

По временным характеристикам шума выделяют:

- а) постоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день

или за время измерения изменяется не более, чем на 5 дБА;

б) непостоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день, рабочую смену или за время измерения изменяется более чем на 5 дБА;

в) импульсный шум, воспринимается как отдельные импульсы или удары. Состоит из одного или нескольких звуковых событий, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука отличаются не менее чем на 7 дБ.

Шум, в котором звуковая энергия распределена по всему спектру, называется широкополосным. А если прослушивается звук определенной частоты, шум называется тональным.

В зависимости от характера спектра шумы разделяются на низкочастотные, у которых максимальное звуковое давление меньше 400 Па; среднечастотные, у которых звуковое давление от 400 до 1000 Па; и высокочастотные, у которых звуковое давление больше 1000 Па.

Значительный эффект снижения шума от оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм от рабочего места или зоны обслуживания машины.

Измерения уровней шума в производственных условиях производят приборами шумомерами. Нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА.

Основное физиологическое влияние шума заключается в том, что повреждается внутреннее ухо, вероятны изменения электрической проводимости кожи, биоэлектрической активности головного мозга, сердца и скорости дыхания, общей двигательной активности, а также изменения размера некоторых желез эндокринной системы, кровяного давления, сужение кровеносных сосудов, расширение зрачков глаз. Работник в условиях длительного шумового воздействия испытывает раздражительность, головную боль, головокружение, ухудшение памяти, повышенную утомляемость, снижение голода, нарушение сна. В шумном фоне ухудшается общение людей, в итоге чего временами иногда возникает чувство

одиночества и неудовлетворенности, собственно, что имеет возможность привести к несчастным случаям.

Шум звукового диапазона замедляет реакцию человека на поступающие от технических устройств сигналы, это приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ. Шум угнетает центральную нервную систему (ЦНС), вызывает изменения скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, язвы желудка, гипертонической болезни.

При воздействии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при ещё более высоких (более 160 дБ) — и смерть [3].

Также, согласно, перечню профессиональных заболеваний на 2019 год, производственный шум в автогараже может вызвать шумовой эффект внутреннего уха, двустороннюю нейросенсорную тугоухость у работника [4].

### **2.3 Оценка вибрации**

Вибрация — это механические колебания машин и механизмов, которые характеризуются такими параметрами, как частота, амплитуда, колебательная скорость, колебательное ускорение. Вибрацию порождают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе машин.

По способу передачи на человека выделяют:

1) общую вибрацию, передаваемую на тело через опорные поверхности: для стоящего - через ступни ног, для сидящего - через ягодицы, для лежащего человека - через спину и голову;

2) локальную вибрацию, передающуюся через руки, ступни ног сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими рабочими поверхностями.

По источнику возникновения вибраций различают:

1) локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;

2) локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (например, рихтовочных молотков), приспособлений и обрабатываемых деталей;

3) общую вибрацию 1 категории - транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах подвижного состава железнодорожного транспорта. К источникам транспортной вибрации относят: автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и так далее); самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт и другое оборудование;

4) общую вибрацию 2 категории - транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные; шахтные погрузочные машины; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт и другое оборудование;

5) общую вибрацию 3 категории - технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические и энергетические установки, насосные агрегаты и вентиляторы и другое оборудование.

Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

1) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий – 3а;

2) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию – 3б;

3) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда – 3в.

Воздействие производственной вибрации в автогараже на работников вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются у водителя и электромеханика на рабочем месте в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма проявляются в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни у работников автогаража.

Согласно перечню профессиональных заболеваний на 2019 год, вибрационная болезнь, связанная с воздействием локальной вибрации может вызвать у работника, который работает в автогараже, полинейропатию верхних конечностей, в том числе с сенсорными и вегетативно-трофическими нарушениями, периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей (в том числе синдром Рейно), синдром карпального канала (компрессионная невропатия срединного нерва), миофиброз предплечий и плечевого пояса, артрозы и периартрозы лучезапястных и локтевых суставов). При общей вибрации может проявиться периферический ангиодистонический синдром (в том числе синдром Рейно), полинейропатия верхних и нижних

конечностей, в том числе с сенсорными и вегетативно-трофическими нарушениями, полинейропатия конечностей в сочетании с радикулопатией пояснично-крестцового уровня, церебральный ангиодистонический синдром). Водители подвержены общей вибрации [4].

Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

## **2.4 Тяжесть трудового процесса**

Реакция организма человека на физическую нагрузку рассматривается как разновидность рабочего напряжения, проявляющаяся в функциональном напряжении нейромышечного и опорно-двигательного аппаратов, регулирующих (нервная, гормональная) и обеспечивающих кровообращение, дыхание, газообмен и терморегуляцию систем организма.

Физический труд характеризуется большой нагрузкой на организм, требующей преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения, а также оказывает влияние на функциональные системы (сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, дыхательную и др.), стимулирует обменные процессы. Основным его показателем является тяжесть. Энергозатраты при физическом труде в зависимости от тяжести работы составляют 4000 – 6000 ккал в сутки, а при механизированной форме труда энергетические затраты составляют 3000 – 4000 ккал.

Тяжесть трудового процесса может вызвать заболевания, которые связаны с физическими перегрузками и функциональным перенапряжением отдельных органов. Согласно, перечню профессиональных заболеваний на 2019 год, одними из них являются полинейропатия верхних и нижних

конечностей, связанная с воздействием функционального перенапряжения или комплекса производственных факторов, а также радикулопатия пояснично-крестцового уровня.

Согласно приказу Минтруда России тяжесть трудового процесса делится по классификатору вредных и опасных производственных факторов на физическую динамическую нагрузку, массу поднимаемого и перемещаемого груза вручную, стереотипные рабочие движения, статическую нагрузку, рабочую позу, наклоны корпуса тела работника и перемещение в пространстве [5].

*1. Физическая динамическая нагрузка* оценивается она как произведение массы груза (деталей, изделий, инструментов и т. д.) на расстояние его перемещения. Для этого на рабочем месте фиксируется количество повторов, масса деталей и расстояние, на которое рабочий переместил детали. Т.е это не что иное, как сумма произведений веса деталей на расстояние, на которое они были перемещены. Причем рассчитывается среднее расстояние, на которое работник перемещает груз путем сложения расстояния всех перемещений и деления их на число перемещений.

*2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную.* Имеются два показателя, которые оценивают максимальную массу поднимаемого или перемещаемого работником груза за один раз:

- подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час);
- подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены.

Массу поднимаемого и перемещаемого вручную груза следует оценивать по максимальным значениям.

Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены оценивается как:

- суммарная масса груза, перемещенного с рабочей поверхности за час смены или как

– суммарная масса груза, перемещенного с пола за час смены.

*3. Стереотипные рабочие движения* – элементарные, многократно повторяющиеся движения, при которых задействованы одни и те же группы мышц. Стереотипные движения по амплитуде движений делятся на локальные и региональные. Если амплитуда небольшая (обычно бывает, когда задействованы только мышцы пальцев рук, кистей), то это локальные стереотипные движения. Если амплитуда движений больше, и задействованы мышцы предплечья, плеча и т.д., то это уже региональные стереотипные движения.

*4. Статическая нагрузка* связана с удержанием человеком груза или приложением усилия без перемещения тела.

В производственных условиях статические усилия встречаются в двух видах: удержание обрабатываемого изделия (инструмента) и прижим обрабатываемого инструмента (изделия) к обрабатываемому изделию (инструменту). Время статического усилия определяется на основании хронометрических измерений.

*5. Рабочая поза*, точнее ее характер (свободная, неудобная, фиксированная, вынужденная) определяется визуально. Время пребывания в вынужденной позе, позе с наклоном корпуса или другой рабочей позе, определяется на основании хронометражных данных за смену, или путем наблюдения за ходом трудового процесса и опроса работников. Особое внимание при оценке тяжести труда следует обратить на оценку рабочей позы. Например, большое время в позе стоя работают станочники различных специальностей, слесари, электромонтеры, работники конвейерных линий, охранники и пр.

*Неудобная поза*, при которой работник должен прилагать усилия для удерживания отдельных частей тела (в наклонном положении корпуса до 30°, с поворотом туловища, с поднятыми выше уровня плеч руками, с неудобным расположением конечностей), характерна для слесарей по ремонту



автомобилей при нахождении в смотровых канавах, электромонтеров контактной сети и пр.

*Фиксированная поза* характерна для профессий, выполняющих работы с использованием оптических приборов, при сварочных работах, у швей, операторов ЭВМ при наборе текста, кассиров, крановщиков, водителей, многих работах на конвейере и т.п.

*К свободным позам* относят удобные позы «сидя» или «сидя-стоя», когда работник может по своему усмотрению в любой момент изменить положение тела или его отдельных частей (откинуться на спинку стула, изменить положение рук и ног), встать. К свободным относятся позы у административно-управленческого персонала, офисных работников, диспетчеров, и т.п.

*6. Наклоны корпуса.* Наклон более 30 градусов означает, что человек совершает наклон до поверхности, расположенной на высоте не более 50 см от пола. Нормой для допустимого класса условий труда является 51 – 100 наклонов за рабочую смену.

*7. Перемещение в пространстве* – переходы, обусловленные технологическим процессом в течение смены по горизонтали или вертикали – по лестницам, пандусам и др.

Перемещением по вертикали можно считать перемещения по лестницам или наклонным поверхностям, угол наклона которых более 30° от горизонтали.

Основными средствами для измерений показателей тяжести трудового процесса являются секундомер, динамометр, шагомер, лазерная линейка.

Для электромеханика при обслуживании электрических машин и станков, и водителя при работе с автомобилем характерны масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, статическая нагрузка, рабочая поза, наклоны корпуса тела работника.

## 2.5 Обеспечение средствами индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – это средства, используемые работником для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения. Применяются в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

Средства индивидуальной защиты подразделяются на три группы:

1. Специальная одежда и специальная обувь
2. Технические средства
3. Средства личной гигиены

Специальная одежда и специальная обувь предназначены для защиты работающих от загрязнений, механического травмирования, избыточного тепла и холода, агрессивных жидкостей (комбинезоны, халаты, костюмы, сапоги, ботинки, валенки, косынки, кепи).

Технические средства индивидуальной защиты предназначены для защиты органов дыхания (маски, респираторы, противогазы), слуха (бируши, наушники, антифоны), зрения (очки, щитки, маски) от вибрации (виброзащитные рукавицы), от поражения электрическим током (диэлектрические перчатки, галоши, коврики), от механического травмирования (каска, страховочные пояса, рукавицы, перчатки) и других опасных и вредных факторов.

Средства личной гигиены предназначены для защиты кожи рук и лица от химических веществ и загрязнений (пасты, мази, моющие средства).

Трудовой кодекс РФ предусматривает в числе основных направлений государственной политики в области охраны труда установление порядка

обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты за счет средств работодателей.

Согласно ст. 221 ТК РФ на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами, которые устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

Работодатель имеет право с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников и своего финансово-экономического положения устанавливать нормы бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, улучшающие по сравнению с типовыми нормами защиту работников от имеющихся на рабочих местах вредных и (или) опасных факторов, а также особых температурных условий или загрязнения.

Работодатель за счет своих средств обязан в соответствии с установленными нормами обеспечивать своевременную выдачу специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, а также их хранение, стирку, сушку, ремонт и замену.

Согласно типовым нормам бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением водителю автомобиля должны выдавать следующий комплект. Один костюм «Механизатор-Л» или один комбинезон для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; 4 пары перчаток

с полимерным покрытием; 4 пары трикотажных перчаток; юфтевые ботинки на полиуретановой подошве, а также сигнальный жилет 2 класса защиты. Зимой дополнительно должны выдавать костюм для защиты от пониженных температур «Механизатор», шапку-ушанку со звукопроводными вставками, утепленные юфтевые сапоги на нефтеморозостойкой подошве или валенки с резиновым низом, также утепленные рукавицы или перчатки. Электромеханику должны выдавать костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; дежурные боты или галоши диэлектрические; дежурные диэлектрические перчатки; 12 пар перчаток с полимерным покрытием или перчатки с точечным покрытием до износа; защитный лицевой щиток или защитные очки [6].

## **2.6 Оценка микроклимата**

Микроклимат производственных помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, и скорости движения воздуха. Микроклимат оказывает влияние на процесс теплообмена и характер работ. Длительное воздействие на человека неблагоприятных условий резко ухудшает его самочувствие, снижается производительность труда, и приводит к заболеванию.

1) воздействие высокой температуры быстро утомляет, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профессиональным заболеваниям.

2) низкая температура – местное или общее охлаждение организма, причина простудных заболеваний или обморожения.

3) высокая относительная влажность при высокой температуре способствует перегреву организма; при низкой усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению.

4) низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей [7].

Условия, в которых трудится человек, влияют на результаты производства - производительность труда, качество и себестоимость выпускаемой продукции. Производительность труда повышается за счет сохранения здоровья человека, повышения уровня использования рабочего времени, продления периода активной трудовой деятельности человека. Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение оптимального микроклимата.

На каждом рабочем месте в производстве, необходимо улучшать условия труда. Для нормализации микроклимата разрабатывают систему отопления.

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, люди располагают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений.

Микроклимат производственных помещений - это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей (СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах») [3]. Требования этого государственного стандарта установлены для рабочих зон – пространств высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного и временного пребывания работающих. Постоянным считают рабочее место, на котором человек находится более 50 % рабочего времени (или более 2 ч

непрерывно). Если при этом работа осуществляется в различных пунктах рабочей зоны, постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Комфортными условиями считаются:

Температура воздуха на рабочем месте, С:

- В помещении в теплый период 18-22;
- В помещении в холодный период 20-22;
- На открытом воздухе в теплый период 18-22;
- На открытом воздухе в холодный период от -7 до -10;

Относительная влажность воздуха: 40-60%;

Скорость движения воздуха, менее 0,2 м/с;

Токсичные вещества (кратность превышения ПДК): менее 0,8

Промышленная пыль (кратность превышения ПДК): менее 0,8

Микроклимат по степени влияния на тепловой баланс человека подразделяется на:

- нейтральный;
- нагревающий;
- охлаждающий.

*Нейтральный микроклимат* – это такое сочетание его составляющих, которое при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма, разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах  $\pm 2$  Вт, доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.

*Охлаждающий микроклимат* – это сочетание параметров, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека ( $> 2$  Вт).

Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает

координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

*Нагревающий микроклимат* – сочетание его параметров, при котором имеет место изменение теплообмена человека с окружающей средой, проявляющееся в накоплении тепла в организме ( $> 2$  Вт) и/или в увеличении доли потерь тепла испарением влаги ( $>30\%$ ).

Воздействие нагревающего микроклимата вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда. Нагревающий микроклимат может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

По степени влияния на самочувствие человека, его работоспособность микроклиматические условия подразделяются на:

- оптимальные;
- допустимые;
- вредные;
- опасные.

Нормативные гигиенические требования к отдельным показателям микроклимата, их сочетаниям, разработанные на основе изучения теплообмена и теплового состояния организма человека в микроклиматических камерах и в производственных условиях, а также на основе клинических и эпидемиологических исследований, изложены в СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [3].

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах в холодный период при категории работ Пб (233-290 Вт) соответствуют следующим величинам:

- Температура воздуха: 17-19 °С;
- Температура поверхностей: 16-20°С;
- Относительная влажность воздуха: 40-60 %;
- Скорость движения воздуха: 0,2 м/с.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей сменны. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.



Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах в холодный период при категории работ Пб (233-290 Вт) соответствуют следующим величинам:

– Температура воздуха:

Ниже оптимальных значений: 15,0-16,9 °С;

Выше оптимальных значений: 19,1-22,0 °С;

– Температура поверхностей: 14,0-23,0 °С;

– Относительная влажность воздуха: 15-75 %;

– Скорость движения воздуха:

Ниже оптимальных значений: 0,2 м/с;

Выше оптимальных значений: 0,4 м/с.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;

- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать 5 °С при категориях работ Па и Пб.

Конкретные параметры производственного климата устанавливаются с учетом категорий тяжести труда. Условия, в которых трудится человек, влияют на результаты производства - производительность труда, качество и себестоимость выпускаемой продукции. Производительность труда повышается за счет сохранения здоровья человека, повышения уровня использования рабочего времени, продления периода активной трудовой деятельности человека.

Улучшение условий труда и его безопасности приводит к снижению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, что сохраняет здоровье трудящихся и одновременно приводит к уменьшению затрат на оплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, на оплату последствий такой работы (временной и постоянной нетрудоспособности), на лечение, переподготовку работников производства в связи с текучестью кадров по причинам, связанным с условиями труда.

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий в рабочей зоне помещений, т. е. пространстве высотой до 2 метров над уровнем пола или площадки, где находятся рабочие места.

Профилактика перегрева организма работника в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия:

- нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к восьмичасовой рабочей смене;
- регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне;
- использование специальных средств коллективной и индивидуальной защиты, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимый тепловой режим.

Защита от охлаждения осуществляется посредством:

- одежды, изготовленной в соответствии с требованиями государственных стандартов.
- использования локальных источников тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма.
- регламентации продолжительности непрерывного пребывания на холоде и продолжительности пребывания в помещении с комфортными условиями.

Свойство человеческого организма поддерживать тепловой баланс называется терморегуляцией.

Нормальное протекание физиологических процессов в организме возможно лишь тогда, когда выделяемое организмом тепло непрерывно передается в окружающую среду. Теплоотдача происходит тремя основными способами: конвекцией, излучением и испарением.

Понижение температуры и повышение скорости движения воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи

при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. В свою очередь, при высокой температуре практически все выделяемое организмом тепло отдается в окружающую среду при испарении пота. Если микроклимат характеризуется не только высокой температурой, но и значительной влажностью воздуха, пот остается на поверхности кожи, что изнуряет организм и не обеспечивает необходимую теплоотдачу. Чем выше относительная влажность, тем медленнее испаряется пот и тем быстрее наступает перегрев тела.

Недостаточная влажность приводит к интенсивному испарению влаги со слизистых оболочек, что приводит к их пересыханию, растрескиванию, а затем и заражению болезнетворными микробами. Поэтому при длительном пребывании людей в закрытых помещениях рекомендуется поддерживать относительную влажность 30 - 70%.

Длительное воздействие высокой температуры (особенно с повышенной влажностью) может привести к значительному накоплению тепла в организме и его перегреванию выше допустимого уровня - гипертермии (состояние, при котором температура тела повышается до +38 - 40 град. Цельсия).

Производственные процессы, выполняемые при пониженной температуре, большой подвижности и влажности воздуха, могут быть причиной охлаждения и даже переохлаждения организма – гипотермии (снижения температуры тела ниже +35 град. Цельсия). При подобных характеристиках микроклимата могут возникать холодовые травмы [3].

Согласно перечню профессиональных заболеваний на 2019 год, заболевания, связанные с воздействием охлаждающего производственного микроклимата, могут вызвать полинейропатию конечностей в сенсорной форме, а также периферический ангиодистонический синдром конечностей[4].

### 3 Разработка системы отопления

Отопление — искусственный обогрев помещений с целью возмещения в них теплопотерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта и/или требованиям технологического процесса. Под отоплением понимают также устройства и системы, выполняющие эту функцию. Отопление, водоснабжение – две системы, без которых сегодня не обходится ни одно помещение. Отопление является одной из важнейших составляющих уюта и комфорта [8].

Тепловое состояние человека – это функциональное состояние организма, обусловленное его теплообменом с окружающей средой, характеризующееся содержанием и распределением тепла в глубоких и поверхностных тканях организма, а также степенью напряжения механизмов терморегуляции.

Теплового состояние человека классифицируется на:

- оптимальное;
- допустимое;
- предельно допустимое;
- недопустимое.

Тепловой баланс организма человека складывается из тепла, вырабатываемого организмом и воспринимаемого им из внешней среды, а также из тепла, отдаваемого во внешнюю среду. Величина теплообразования в организме изменяется в зависимости от возраста, работы мышц, состояния организма и других факторов. Теплопотери организма находятся в прямой зависимости от микроклиматических условий в целом, от температурных характеристик помещения, в частности от температуры воздуха в помещении, температуры внутренних поверхностей, радиационной температуры, интенсивности суммарного лучисто-конвективного теплообмена.

Расчетные параметры микроклимата в помещении определяются в зависимости от назначения помещения и характера выполняемых работ по нормативным документам.

В создании этих условий основная роль отводится системе отопления, которая должна отвечать следующим требованиям:

- любые системы отопления должны возмещать все потери тепла в помещении;
- система отопления должна независимо от колебаний наружной температуры обеспечивать установленную гигиеническими нормативами температуру в помещении;
- температура воздуха в помещении должна быть равномерной как по высоте, так и в горизонтальном направлении.

Колебания температуры по вертикали и по горизонтали должны соответствовать гигиеническим нормативам;

- колебания температуры воздуха в течение суток не должны превышать нормативные величины;
- разность температур внутренних поверхностей и воздуха не должны превышать нормируемые величины;
- средняя температура поверхности нагревательных приборов не должна превышать нормируемые;
- система отопления должна быть индустриальной в изготовлении и монтаже, экономичной в эксплуатации и безопасной в пожарном отношении.

Системы отопления классифицируются по приведенным ниже признакам:

1. По месту размещения генератора тепла относительно отапливаемых помещений:

- местные;
- центральные.

К местным относят системы, в которых генератор тепла и нагревательный прибор находятся непосредственно в отапливаемом

помещении (печное отопление, отопление газовыми и электрическими приборами).

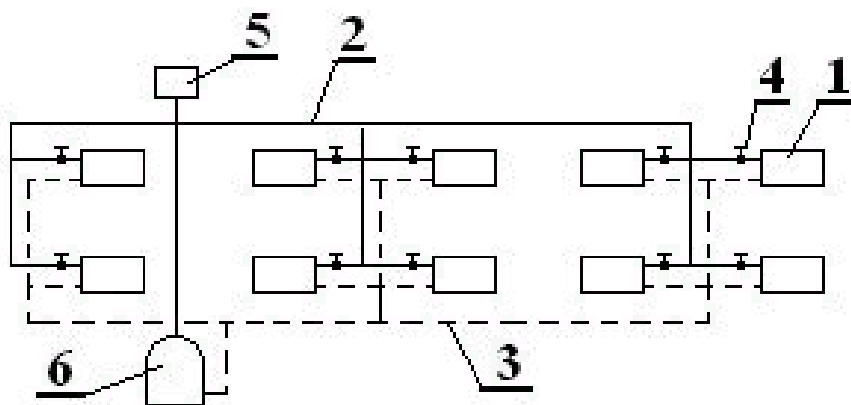
Центральными системами отопления называют системы, в которых генераторы тепла расположены вне отапливаемого помещения. Теплоноситель, нагретый в генераторе, по теплопроводам подается в отдельные помещения и, передав тепло воздуху через нагревательные приборы, возвращается в тепловой пункт.

2. По виду теплоносителя:

- водяного отопления;
- парового отопления;
- воздушного (нагрев воздуха непосредственно в здании);
- комбинированные (пароводяные, водоводяные, паровоздушные, водовоздушные, газоздушные и др.).

3. По способу перемещения теплоносителя:

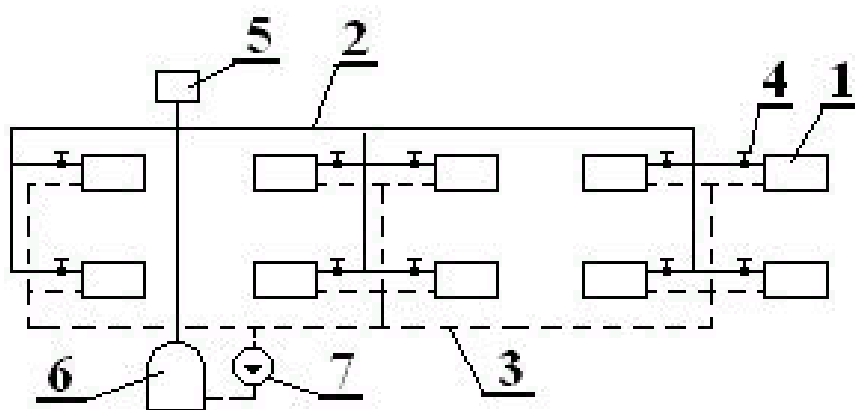
- с естественным побуждением (рисунок 3.1);



1-нагревательные приборы, 2-трубы, 3-обратный трубопровод, 4-вентили (клапаны),  
5-расширительный бак, 6-нагревательный котел (теплообменник)

Рисунок 3.1– Система отопления с естественным побуждением

- с механическим побуждением (рисунок 3.2).



1-нагревательные приборы, 2-трубы, 3-обратный трубопровод, 4-вентили(клапаны), 5-расширительный бак, 6-нагревательный котел (теплообменник), 7-циркуляционный насос

Рисунок 3.2 – Система отопления с механическим побуждением

4. По способу передачи тепла помещению:

- конвекционные;
- лучистые;
- конвекционно-лучистые.

К конвекционному относится отопление, при котором температура внутреннего воздуха поддерживается на более высоком уровне, чем радиационная температура помещения, понимая под радиационной, усредненную температуру поверхностей, обращенных в помещение, вычисленную относительно человека, находящегося в середине этого помещения.

Лучистым называют отопление, при котором радиационная температура помещения превышает температуру воздуха. Лучистое отопление при несколько пониженной температуре в помещении, более благоприятно для самочувствия человека (например, до 18-20 °С вместо 20-22 °С в помещениях гражданских зданий).

Водяные системы имеют высокие гигиенические качества, большой радиус действия, хорошо сочетаются с теплофикацией. Они позволяют осуществлять количественное, качественное и количественно-качественное

регулирование тепловой мощности нагревательных приборов применением средств автоматизации.

Водяные системы, по сравнению с паровыми и воздушными, характеризуются повышенным расходом металла и большей стоимостью первоначальных затрат. Они получили очень широкое распространение. СНиП рекомендует эти системы для жилого и культурно-бытового строительства, а с перегретой водой – для промышленного [9].

Наружные поверхности здания (стены, окна, кровля) в осенне-зимний период, находясь на открытом воздухе, интенсивно им охлаждаются, и их температура приближается температуре окружающего воздуха. Ветер значительно ускоряет охлаждение здания. Прямые солнечные лучи, наоборот, нагревают его наружные поверхности, но только в дневное время.

Изнутри здание получает тепловую энергию от системы отопления, электроприборов, электрооборудований, автомобилей, ламп накаливания и людей (температура тела человека  $+36,6$  °C), которые там находятся. При этом, вся выделяемая различными источниками (внутри здания) тепловая энергия, идет не на нагрев здания, а на компенсацию потерь тепла, которые происходят у него, за счет охлаждения холодным атмосферным воздухом снаружи.

Поэтому для нормализации микроклимата в автогараже необходимо разработать систему отопления. Это позволит работникам чувствовать себя комфортно в помещении при любой наружной температуре, сохранить здоровье, а также улучшить работоспособность. Для разработки я использую автогараж, в котором температура воздуха в рабочей зоне должна составлять  $18$  °C.



### 3.1 Расчет теплопотерь автогаража

Одноэтажное производственное здание, рисунки 3.3 и 3.4, предназначено для размещения автогаража, где выполняются работы категории Пб. Здание расположено в городе Каменск-Уральский. В здании четыре помещения.

Конструкции ограждений следующие:

Наружные стены - кирпичные, толщина стен 600 мм;

Перегородки – каменные, железобетонные;

Перекрытия – железобетонные с утеплителем, 300 мм;

Кровля – из волнистой асбофанеры;

Полы – дощатые, цементные;

Двери – алюминий 5 мм, с внутренней стороны - дерево (сосна и ель поперек волокон) толщиной 40 мм;

Окна – двойные остекленные

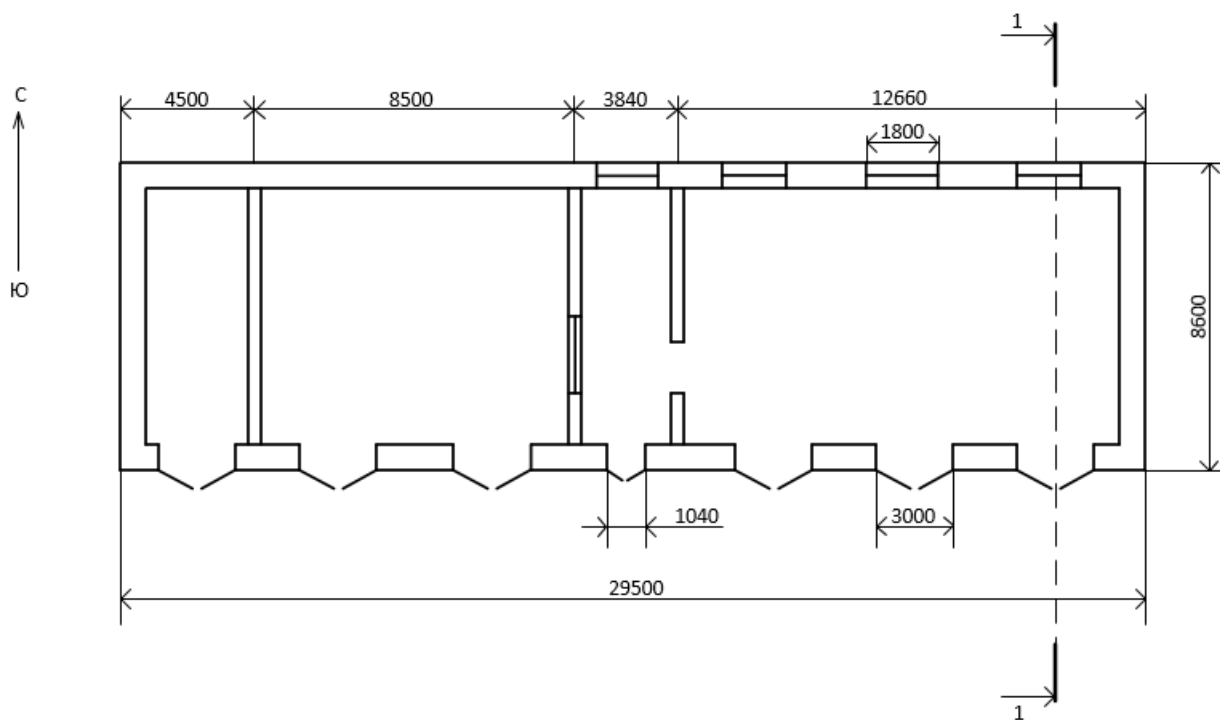


Рисунок 3.3 – План автогаража

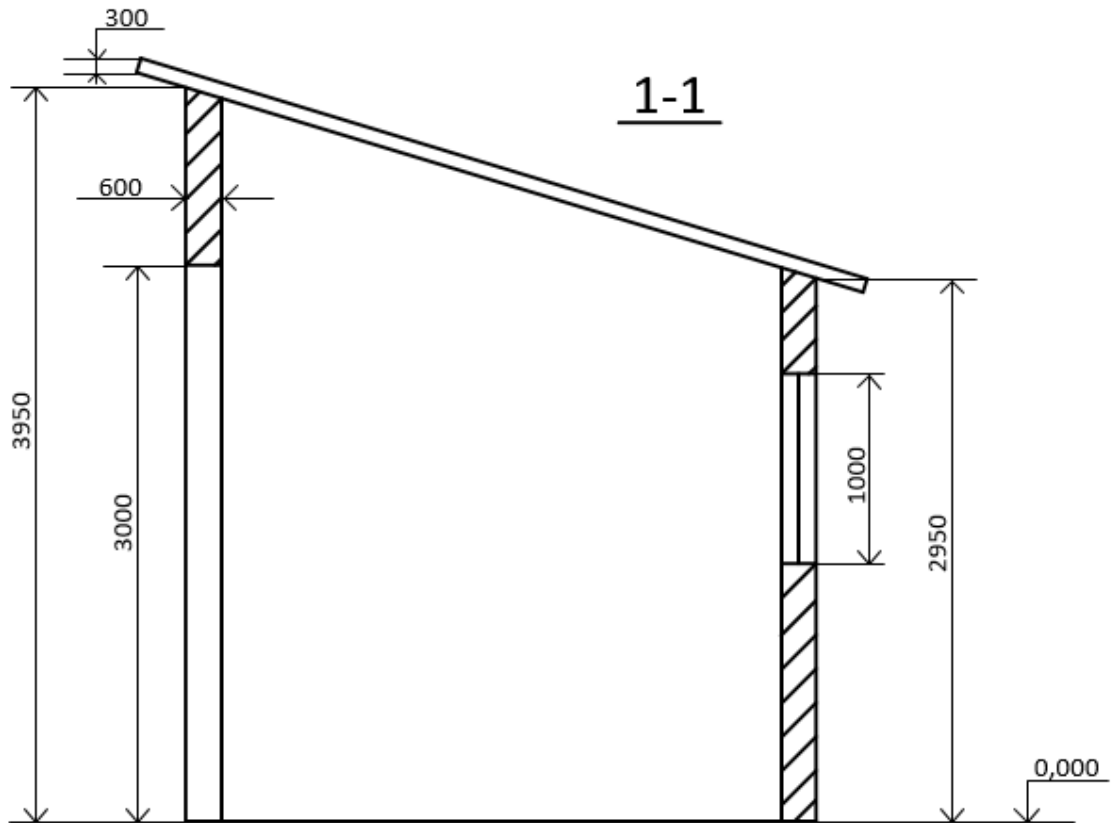


Рисунок 3.4 – Разрез 1-1

Основные теплотери через ограждения, Вт, определяем по формуле

$$Q = K * F * \Delta t, \quad (3.1)$$

где  $K$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$F$  – площадь рассматриваемого ограждения, м<sup>2</sup>;

$\Delta t$  – перепад температур, определяем, как

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}, \quad (3.2)$$

где  $t_{\text{вн}}$  – температура в рабочей зоне помещения, °С ( $t_{\text{вн}}=18$ );

$t_{\text{н}}$  – температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для района размещения здания (г. Каменск-Уральский [10]), °С ( $t_{\text{н}}= - 35$ ).

$$\Delta t = 18 - (-35) = 53 \text{ °С}$$

Коэффициент теплопередачи  $K$ , Вт/м<sup>2</sup>·°С, наружного ограждения определяем из формулы

$$K = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H}}, \quad (3.3)$$

где  $R_o$  – сопротивление теплопередаче рассматриваемого наружного ограждения, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$\alpha_B$  и  $\alpha_H$  – коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя, м;

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности  $i$ -го слоя, Вт/м·°С.

Коэффициенты теплообмена: на внутренней поверхности ограждения  $\alpha_B$  – от 8,7 до 9,9 Вт/м<sup>2</sup>·°С, на наружной поверхности ограждения  $\alpha_H$  – от 6 до 23 Вт/м<sup>2</sup>·°С, зависят от вида ограждающей конструкции.

Принимаем для внутренних ограждений  $\alpha_B = 9$  Вт/м<sup>2</sup>·°С, для наружных ограждений  $\alpha_H = 15$  Вт/м<sup>2</sup>·°С.

### Стены

Коэффициент теплопроводности стены из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе равен  $\lambda_{1(\text{кирпич})} = 0,52$  Вт/м·°С, (плотность кирпича  $\rho = 1700$  кг/м<sup>3</sup>).

Коэффициент теплопередачи через стены определяем по формуле 3.3:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{0,6}{0,52} + \frac{1}{15}} = 0,750 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$$

### Ворота

Коэффициент теплопроводности ворот из алюминия равен  $\lambda_{1(\text{алюминий})} = 221$  Вт/м·°С (плотность алюминия  $\rho = 2600$  кг/м<sup>3</sup>), внутри дерево сосна и ель

поперек волокон, коэффициент теплопроводности которого равен  $\lambda_{1(\text{дерево})} = 0,18 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ , (плотность древесины  $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ ).

Коэффициент теплопередачи через ворота определяем по формуле 3.3:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{0,005}{221} + \frac{0,04}{0,18} + \frac{1}{15}} = 2,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}$$

### Окна

Сопротивление теплопередачи двойных остекленных в спаренных переплетах окон равен  $R_0 = 0,40 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$  [11].

Коэффициент теплопередачи через окна определяем по формуле 3.3:

$$K = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}$$

### Пол

Коэффициенты теплопередачи для пола будут равны:

$$K_{I \text{ зона}} = \frac{1}{2,1} = 0,476 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}$$

$$K_{II \text{ зона}} = \frac{1}{4,3} = 0,232 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}$$

### Кровля

Толщина  $i$ -го слоя кровли: плиты железобетонные  $\delta = 220 \text{ мм}$ , утеплитель – гравий шунгизитовый  $\delta=100\text{мм}$ , гидроизоляция из рубероида  $\delta = 2 \text{ мм}$ , битумная стяжка  $\delta=10\text{мм}$ .

Коэффициент теплопроводности кровли ( $\lambda_i$ ):

Железобетонная плита= $1,69 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ ;

Засыпка из гравия керамзитового= $0,16 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ ;

Рубероид =  $0,17 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ ;

Битум нефтяной строительный =  $0,27 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$

Коэффициент теплопередачи через кровлю определяем по формуле 3.3:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{9} + \left(\frac{0,22}{1,69} + \frac{0,1}{0,16} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,01}{0,27}\right) + \frac{1}{15}} = 1,019 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{°C}$$

Обозначения в последующих таблицах:

- Н.с. – наружная стена;
- в графе 5 коэффициент теплопередачи для окон определен как разность коэффициентов теплопередачи окна и наружной стены, при этом площадь окна не вычитается;
- теплотери через ворота определены отдельно (из площади стены в этом случае исключается площадь двери, так как добавки на дополнительные теплотери у наружной стены и двери разные);
- в добавочных теплотерях учтены теплотери на ориентацию здания по сторонам горизонта и на наличие более одной наружной стены, условно не учтены теплотери на обдуваемость ветром. Расчет теплотерей сведен в таблицы 3.1 – 3.4.

Таблица 3.1 – Расчет теплотерей в помещении №1

Ограждение	Ориентация	Площадь, $F, \text{ м}^2$	Перепад температур, $\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	Коэффициент $K$ теплопередачи, $\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$	Основные теплотери, $Q, \text{ Вт}$	Добавочные теплотери, %	Общие теплотери, $Q, \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Н. с.	С	13,275	53	0,750	527,681	10+5	606,833
Н. с.	Ю	8,775	53	0,750	348,806	0+5	366,246
Н. с.	3	29,67	53	0,750	1179,383	5+5	1297,321
Ворота	Ю	9	53	2,5	1192,5	300	4770
Кровля	–	39,15	53	1,019	2114,374	–	2114,374
Пол по зонам	I	22,4	53	0,476	565,1072	–	565,1072
	II	6,46	53	0,232	79,432	–	79,432
Теплотери помещения №1 через все ограждения $Q_{\text{общ}} = 9799,31 \text{ Вт}$							

Таблица 3.2 – Расчет теплопотерь в помещении №2

Ограждение	Ориентация	Площадь, $F, \text{ м}^2$	Перепад температур, $\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	Коэффициент $K$ теплопередачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$	Основные теплопотери, $Q, \text{ Вт}$	Добавочные теплопотери, %	Общие теплопотери, $Q, \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Н. с.	С	25,075	53	0,750	996,731	10+5	1146,2406
Н. с.	Ю	15,575	53	0,750	619,106	0+5	650,0613
Ворота	Ю	18	53	2,5	2385	300	9540
Кровля	–	73,95	53	1,019	3993,818	–	3993,818
Пол по зонам	I	34	53	0,476	857,752	–	857,752
	II	28,9	53	0,232	355,354	–	355,354
Теплопотери помещения №2 через все ограждения $Q_{\text{общ}} = 16543,23 \text{ Вт}$							

Таблица 3.3 – Расчет теплопотерь в помещении №3

Ограждение	Ориентация	Площадь, $F, \text{ м}^2$	Перепад температур, $\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	Коэффициент $K$ теплопередачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$	Основные теплопотери, $Q, \text{ Вт}$	Добавочные теплопотери, %	Общие теплопотери, $Q, \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Н. с.	С	11,328	53	0,750	450,288	10+5	517,831
Н. с.	Ю	13,088	53	0,750	520,248	0+5	546,2604
Окно	С	1,8	53	2,5-0,750	166,95	10	183,645
Ворота	Ю	2,08	53	2,5	275,6	300	1102,4
Кровля	–	33,408	53	1,019	1804,266	–	1804,266
Пол по зонам	I	15,36	53	0,476	387,502	–	387,502
	II	13,056	53	0,232	160,537	–	160,537
Теплопотери помещения №3 через все ограждения $Q_{\text{общ}} = 4702,44 \text{ Вт}$							

Таблица 3.4 – Расчет теплопотерь в помещении №4

Ограждение	Ориентация	Площадь, $F, \text{ м}^2$	Перепад температур, $\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	Коэффициент $K$ теплопередачи, $\text{Вт/м}^2\cdot\text{ }^\circ\text{C}$	Основные теплопотери, $Q, \text{ Вт}$	Добавочные теплопотери, %	Общие теплопотери, $Q, \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Н. с.	С	37,347	53	0,750	1484,543	10+5	1707,224
Н. с.	Ю	23,007	53	0,750	914,528	0+5	960,254
Н. с.	В	29,67	53	0,750	1179,383	10+5	1356,2904
Окно	С	5,4	53	2,5-0,750	500,85	10	550,935
Ворота	Ю	27	53	2,5	3577,5	300	14310
Кровля	–	110,142	53	1,019	5948,439	–	5948,439
Пол по зонам	I	–	53	0,476	1388,549	–	1388,549
	II	–	53	0,232	420,572	–	420,572
Теплопотери помещения №4 через все ограждения $Q_{\text{общ}} = 26642,26 \text{ Вт}$							

### 3.2 Разработка системы водяного отопления для автогаража

Разработка системы водяного отопления для автогаража в городе Каменск-Уральский. Систему отопления принять двухтрубную, в качестве отопительных приборов использовать трубы отопительные чугунные ребристые. Температура теплоносителя в подающем трубопроводе  $t_2 = 105 \text{ }^\circ\text{C}$ , в обратном трубопроводе  $t_0 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ввод теплоносителя в здание с восточной стороны. Располагаемое давление на вводе теплоносителя в здание  $\Delta P_p = 6500 \text{ Па}$ . Остыванием воды в трубопроводах внутри здания пренебречь.

План помещения с размещением нагревательных приборов приведен на рисунке 3.5, схема системы отопления – на рисунке 3.6.

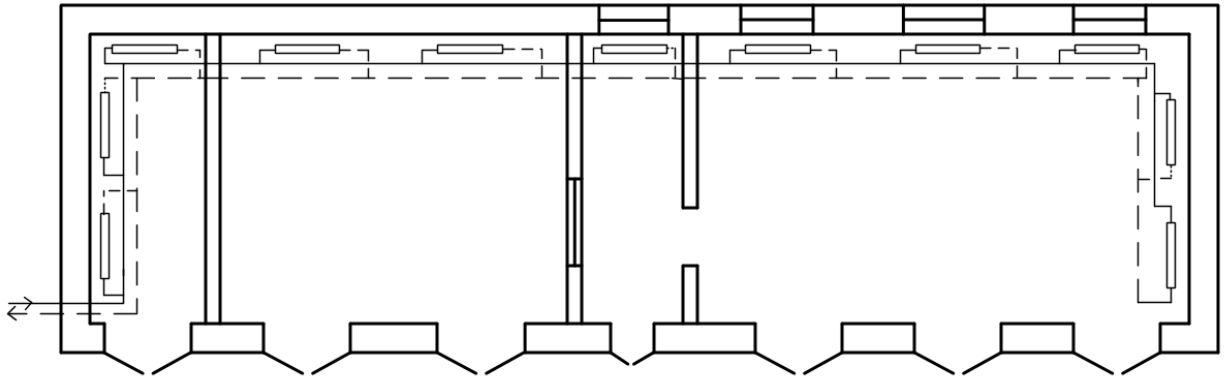


Рисунок 3.5 – План автогаража с размещением нагревательных приборов

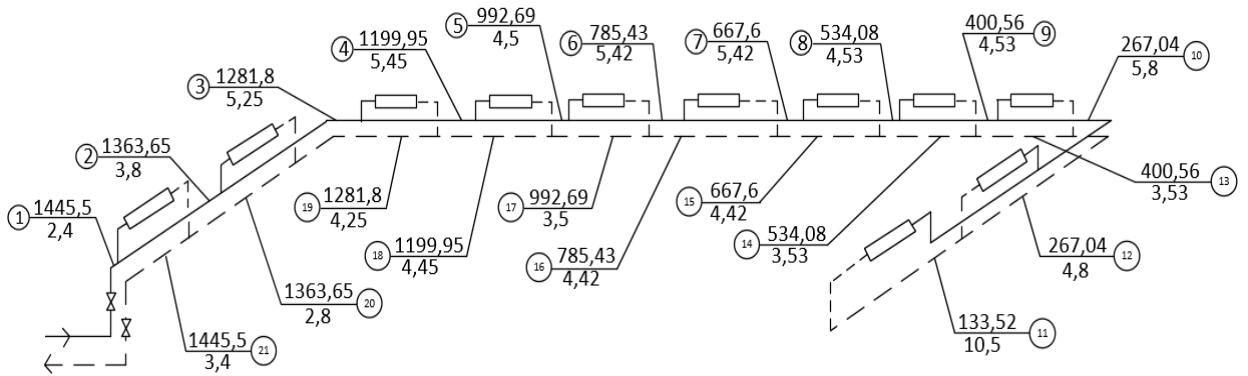
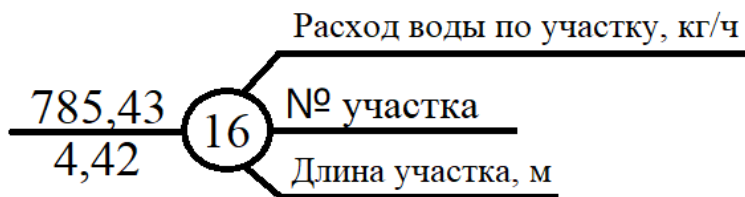


Рисунок 3.6 – Схема системы отопления автогаража

На рисунке 3.6 следующие обозначения:



Расход воды через отопительный прибор, кг/ч:

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6 * Q_{\text{пр}}}{c * (t_r - t_o)} * \beta_1 * \beta_2, \quad (3.4)$$



где 3,6 – коэффициент перевода Вт в кДж/ч;

$Q_{пр}$  – тепловая нагрузка прибора, Вт;

$c$  – удельная массовая теплоемкость воды,  $c = 4,187$  кДж/кг·°С;

$t_T$  – температура теплоносителя (воды) перед нагревательным прибором, °С;

$t_0$  – температура теплоносителя (воды) после нагревательного прибора, °С;

$\beta_1$  – коэффициент, учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, для регистров из гладких труб  $\beta_1 = 1$ ;  $\beta_2 = 1,02$  – коэффициент, учитывающий место установки прибора.

Потери давления по кольцу  $P_k$ , Па (10% оставляем на неучтенные сопротивления):

$$P_k = 0,9 * \Delta P_p, \quad (3.5)$$

$$P_k = 0,9 * 6500 = 5850 \text{ Па}$$

Теплоотдача  $Q_{пр}$  отопительного прибора пропорциональна тепловому потоку, приведенному к расчетным условиям, Вт:

$$Q_{пр} = 70 * K_{н.у} * F_{пр} * \varphi_k = Q_{н.у} * \varphi_k, \quad (3.6)$$

где 70 – номинальный температурный напор, °С;

$K_{н.у}$  – номинальный условный коэффициент теплопередачи отопительного прибора, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$F_{пр}$  – поверхность нагревательного прибора, м<sup>2</sup>;

$Q_{н.у}$  – номинальный условный тепловой поток нагревательного прибора, предназначенный для выбора типоразмера прибора, Вт;

$\varphi_k$  – комплексный коэффициент приведения номинального условного теплового потока прибора к расчетным условиям, при теплоносителе вода.

Комплексный коэффициент  $\varphi_k$ :

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70}\right)^{1+n} * \left(\frac{G_{пр}}{360}\right)^p * \psi * b * c, \quad (3.7)$$

где  $\Delta t_{cp}$  – разность средней температуры воды  $t_{cp}$  в приборе и температуры окружающего воздуха  $t_b$ , °С:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_r + t_o}{2} - t_{вн}, \quad (3.8)$$

где  $t_r$  и  $t_o$  – температура воды, входящей в прибор и выходящей из него, °С;

$$\Delta t_{cp} = \frac{105 + 70}{2} - 18 = 69,5 \text{ °С}$$

$G_{пр}$  – расход воды в приборе, кг/ч;

$b$  – коэффициент учета атмосферного давления в данной местности;

$\psi$  – коэффициент учета направления движения теплоносителя воды в приборе, для чугунных ребристых труб  $\psi = 1$ ;

коэффициенты  $n, p, c$  – экспериментальные числовые показатели.

Номинальный условный тепловой поток нагревательного прибора, предназначенный для выбора типоразмера прибора, Вт:

$$Q_{н.у} = Q_{пр} / \varphi_k, \quad (3.9)$$

Из справочной литературы ребристая труба ТР-1 длиной 1 м обеспечивает номинальный тепловой поток  $Q_{н.у.тр} = 776$  Вт, ТР-1,5 длиной 1,5 м – тепловой поток 1164 Вт, ТР-2 длиной 2 м – тепловой поток 1552 Вт. Следовательно, необходимая общая длина ребристых труб в нагревательном приборе, м [11].

$$l = Q_{н.у} / Q_{н.у.тр}, \quad (3.10)$$

## Помещение 1

В помещении 1 устанавливаем три нагревательных прибора ( $n = 3$ ).

Тепловая нагрузка на каждый нагревательный прибор, Вт:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{общ}} / n = 9799,31 / 3 = 3266,44 \text{ Вт}$$

Расход воды, кг/ч, через отопительный прибор (по формуле 3.4):

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6 * 3266,44}{4,187 * (105 - 70)} * 1 * 1,02 = 81,85 \text{ кг/ч}$$

Далее рассчитаем нагревательные приборы.

Комплексный коэффициент  $\varphi_k$  (по формуле 3.7):

$$\varphi_k = \left(\frac{69,5}{70}\right)^{1+0,25} * \left(\frac{81,85}{360}\right)^{0,07} * 0,963 * 1 * 1 = 0,86$$

Номинальный условный тепловой поток нагревательного прибора, Вт (по формуле 3.9):

$$Q_{\text{н.у}} = 3266,44 / 0,86 = 3798,19 \text{ Вт}$$

Необходимая общая длина ребристых труб в нагревательном приборе, м (по формуле 3.10):

$$l = 3798,19 / 776 = 4,9 \approx 5 \text{ м}$$

В помещении №1 возможно разместить отопительный прибор в два ряда труб по высоте, эскиз прибора представлен на рисунке 3.7.

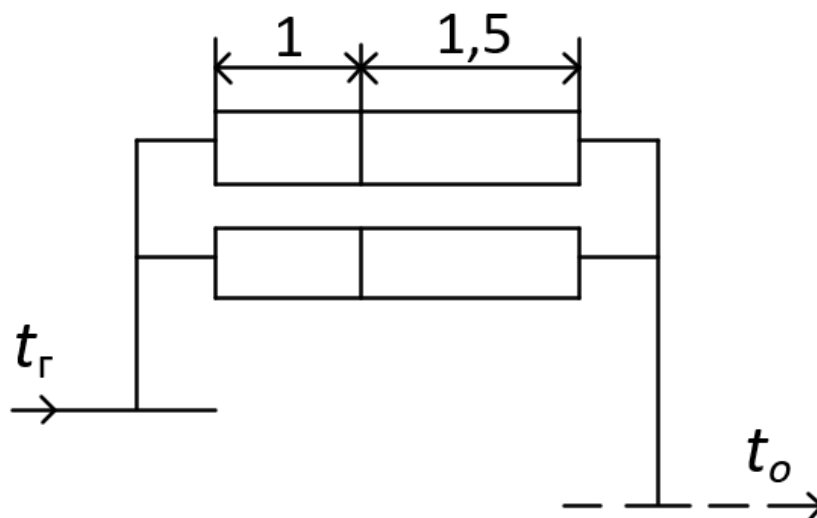


Рисунок 3.7 – Схема отопительного прибора

## Помещение 2

В помещении 2 устанавливаем два нагревательных прибора ( $n=2$ ).

Тепловая нагрузка на каждый нагревательный прибор, Вт:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{общ}} / n = 16543,23/2 = 8271,62 \text{ Вт}$$

Расход воды через отопительный прибор, кг/ч (по формуле 3.4):

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6 * 8271,62}{4,187 * (105 - 70)} * 1 * 1,02 = 207,26 \text{ кг/ч}$$

Далее рассчитаем нагревательные приборы.

Комплексный коэффициент  $\varphi_k$  (по формуле 3.7):

$$\varphi_k = \left(\frac{69,5}{70}\right)^{1+0,25} * \left(\frac{207,26}{360}\right)^{0,07} * 0,963 * 1 * 1 = 0,92$$

Номинальный условный тепловой поток нагревательного прибора, Вт (по формуле 3.9):

$$Q_{\text{н.у}} = 8271,62 / 0,92 = 8990,89 \text{ Вт}$$

Необходимая общая длина ребристых труб в нагревательном приборе, м (по формуле 3.10):

$$l = 8990,89 / 776 = 11,6 \text{ м}$$

В помещении №2 возможно разместить прибор в три ряда труб по высоте, эскиз прибора представлен на рисунке 3.8.

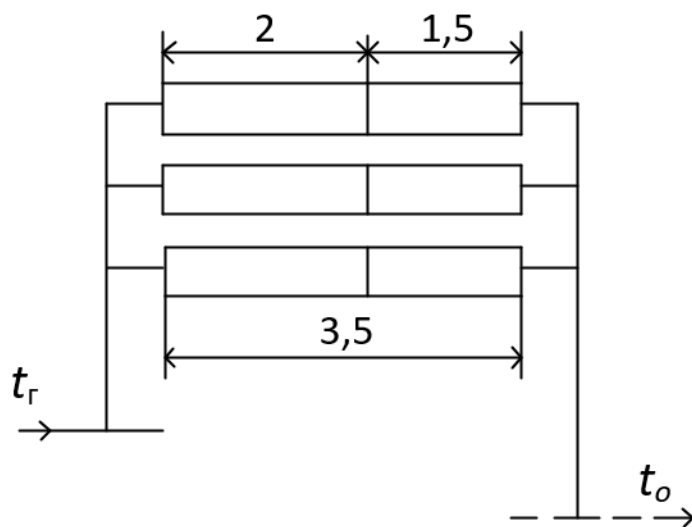


Рисунок 3.8 – Схема отопительного прибора

### Помещение 3

В помещении 3 устанавливаем один нагревательный прибор ( $n=1$ ).

Тепловая нагрузка на один нагревательный прибор, Вт:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{общ}} / n = 4702,44 / 1 = 4702,44 \text{ Вт}$$

Расход воды, кг/ч, через отопительный прибор кг/ч (по формуле 3.4):

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6 * 4702,44}{4,187 * (105 - 70)} * 1 * 1,02 = 117,83 \text{ кг/ч}$$

Комплексный коэффициент  $\varphi_k$  (по формуле 3.7):

$$\varphi_k = \left(\frac{69,5}{70}\right)^{1+0,25} * \left(\frac{117,83}{360}\right)^{0,07} * 0,963 * 1 * 1 = 0,88$$

Номинальный условный тепловой поток нагревательного прибора, Вт (по формуле 3.9):

$$Q_{\text{н.у}} = 4702,44 / 0,88 = 5343,68 \text{ Вт}$$

Необходимая общая длина ребристых труб в нагревательном приборе, м (по формуле 3.10):

$$l = 5343,68 / 776 = 6,9 \approx 7 \text{ м}$$

В помещении №3 возможно разместить отопительный прибор в три ряда труб по высоте, эскиз прибора представлен на рисунке 3.9.

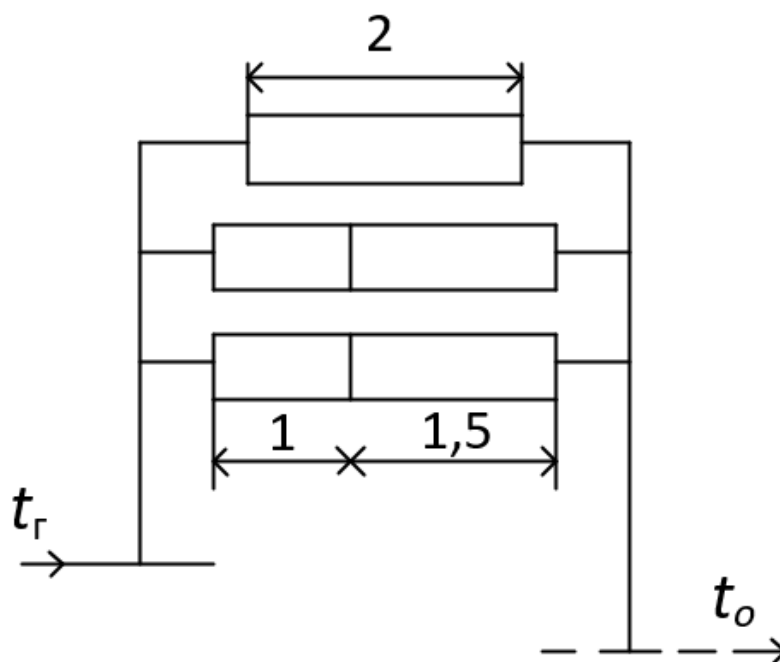


Рисунок 3.9 – Схема отопительного прибора

#### Помещение 4

В помещении 4 устанавливаем пять нагревательных приборов ( $n=5$ ).

Тепловая нагрузка на каждый нагревательный прибор, Вт:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{общ}} / n = 26642,26 / 5 = 5328,45 \text{ Вт}$$

Расход воды, кг/ч, через отопительный прибор кг/ч (по формуле 3.4):

$$G_{\text{пр}} = \frac{3,6 * 5328,45}{4,187 * (105 - 70)} * 1 * 1,02 = 133,52 \text{ кг/ч}$$

Комплексный коэффициент  $\varphi_k$  (по формуле 3.7):

$$\varphi_k = \left(\frac{69,5}{70}\right)^{1+0,25} * \left(\frac{133,52}{360}\right)^{0,07} * 0,963 * 1 * 1 = 0,89$$

Номинальный условный тепловой поток нагревательного прибора, Вт (по формуле 3.9):

$$Q_{\text{н.у}} = 5328,45 / 0,89 = 5987,02 \text{ Вт}$$

Необходимая общая длина ребристых труб в нагревательном приборе, м (по формуле 3.10):

$$l = 5987,02 / 776 = 7,7 \text{ м}$$

В помещении №4 возможно разместить отопительный прибор в три ряда труб по высоте, эскиз прибора представлен на рисунке 3.10-3.11

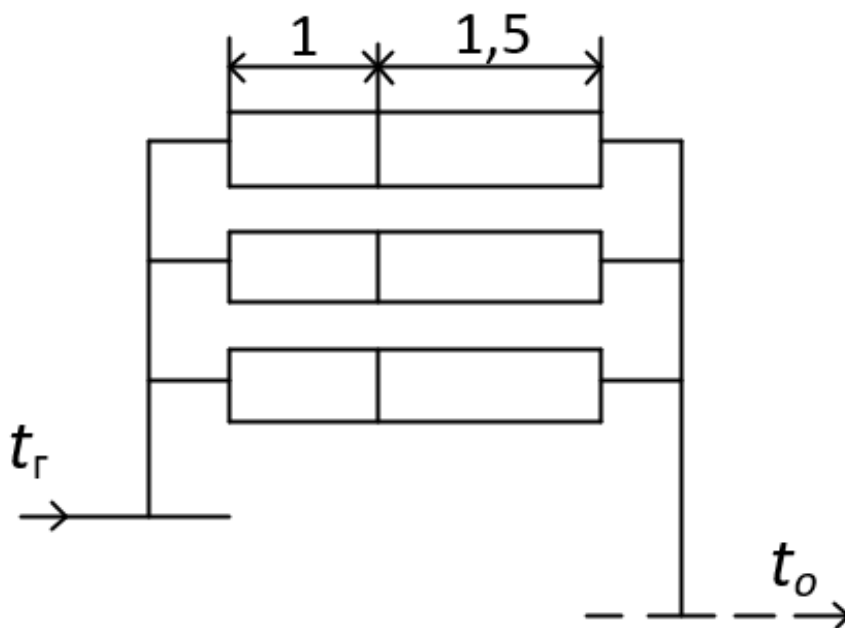


Рисунок 3.10 – Схема отопительного прибора (4 прибора)

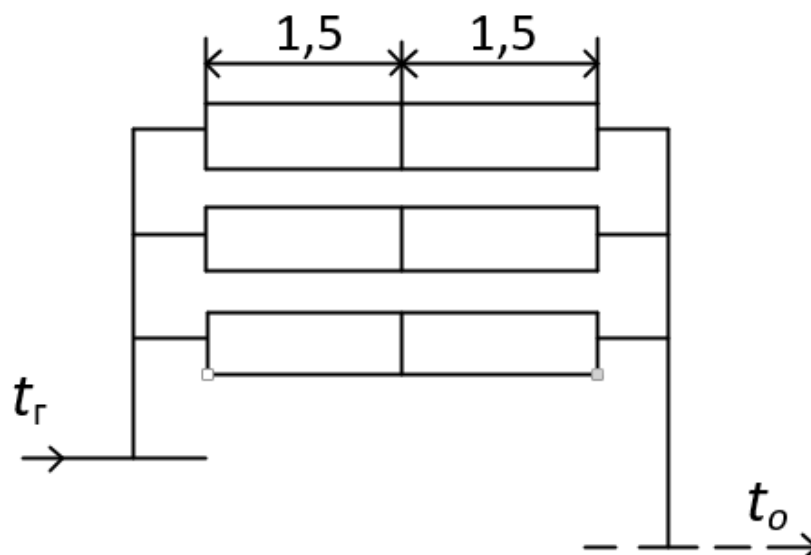


Рисунок 3.11 – Схема отопительного прибора (1 прибор)

Среднюю величину потерь давления на трение определяем по формуле

$$R_{\text{cp}} = \frac{(1-K) \cdot \Delta P_{\text{к}}}{\Sigma l}, \quad (3.11)$$




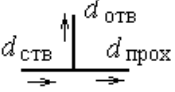

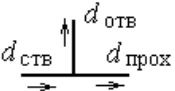


где  $K$  – коэффициент, учитывающий долю местных потерь давления в системе, для систем отопления с насосной циркуляцией воды  $K = 0,35$ ;

$\Sigma l$  – общая длина последовательных участков, составляющих расчетное циркуляционное кольцо, м.

$$R_{\text{cp}} = \frac{(1-0,35) \cdot 5850}{96,7} = 39,32 \text{ Па/м}$$

При гидравлическом расчете системы отопления необходимо определить и потери давления на преодоление местных сопротивлений системы отопления. Определение коэффициентов местных сопротивлений по участкам системы сведено в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Местные сопротивления для каждого участка рассчитываемой системы отопления

Номер участка	Схема	Вид местного сопротивления	Коэффициенты местных сопротивлений $\zeta$
1	2	3	4
1		Вентиль обыкновенный $\varnothing 40$	8
		Поворота на $90^\circ \varnothing 40$	0,4
	$\Sigma \zeta = 8,4$		
2		Разделение потока воды: $\bar{G}_{отв} = G_{отв} / G_{ств} = 1363,65/1445,8 = 0,94$	$\zeta_{отв} = 0,76$
	$\Sigma \zeta = 0,76$		
3		Разделение потока воды: $\bar{G}_{прох} = G_{прох} / G_{ств} = 1281,8/1363,65 = 0,94$	$\zeta_{прох} = 0,76$
		поворот на $90^\circ \varnothing 40$	0,4
	$\Sigma \zeta = 1,16$		
4		Разделение потока воды: $\bar{G}_{прох} = G_{прох} / G_{ств} = 1199,95/1281,8 = 0,94$	$\zeta_{прох} = 0,76$
	$\Sigma \zeta = 0,76$		
5		Разделение потока воды: $\bar{G}_{прох} = G_{прох} / G_{ств} = 992,69/1199,95 = 0,8$	$\zeta_{прох} = 0,86$
	$\Sigma \zeta = 0,86$		
6		Разделение потока воды: $\bar{G}_{прох} = G_{прох} / G_{ств} = 785,43/992,69 = 0,8$	$\zeta_{прох} = 0,86$
	$\Sigma \zeta = 0,86$		



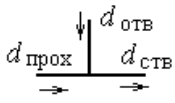
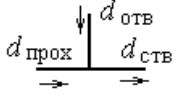


Продолжение таблицы 3.5

7		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 667,6/785,43 = 0,8$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,86$
	$\Sigma\zeta=0,86$		
8		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 534,08/667,6 = 0,8$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,86$
	$\Sigma\zeta=0,86$		
9		Слияние потоков воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 400,56/534,0,8 = 0,7$	$\zeta_{\text{прох}} = 1$
	$\Sigma\zeta=1$		
10		Слияние потоков воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 267,04/400,56 = 0,6$	$\zeta_{\text{прох}} = 1,61$
		Поворот на 90° Ø32	0,5
	$\Sigma\zeta=2,11$		
11		Слияние потоков воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 133,52/267,04 = 0,5$	$\zeta_{\text{прох}} = 2,2$
		4 поворота на 90° Ø25	2
	-	Внезапное расширение, сужение 1+0,5=1,5	1,5
	$\Sigma\zeta=5,7$		
12		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{отв}} = G_{\text{отв}} / G_{\text{ств}} = 133,52/267,0,4 = 0,5$	$\zeta_{\text{отв}} = 2,2$
		Поворот на 90° Ø32	0,5
	$\Sigma\zeta=2,7$		

Продолжение таблицы 3.5

13		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 267,04/400,56 = 0,6$	$\zeta_{\text{прох}} = 1,61$
	$\Sigma\zeta=1,61$		
14		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 400,56/534,08 = 0,7$	$\zeta_{\text{прох}} = 1$
	$\Sigma\zeta=1$		
15		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 534,08/667,6 = 0,8$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,86$
	$\Sigma\zeta=0,86$		
16		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 667,6/785,43 = 0,8$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,86$
	$\Sigma\zeta=0,86$		
17		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 785,43/992,69 = 0,8$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,86$
	$\Sigma\zeta=0,86$		
18		Разделение потока воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 992,69/1199,95 = 0,8$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,86$
	$\Sigma\zeta=0,86$		
19		Слияние потоков воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 1199,95/1281,8 = 0,94$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,76$
		Поворот на 90° Ø40	0,4
	$\Sigma\zeta=1,16$		

Окончание таблицы 3.5

20		Слияние потоков воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 1281,8/1363,65 = 0,94$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,76$
	$\Sigma\zeta=0,76$		
21		Слияние потоков воды: $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}} = 1363,65/1445,5 = 0,94$	$\zeta_{\text{прох}} = 0,76$
		Поворот на 90° Ø40	0,4
		Вентиль обыкновенный Ø40	8
	$\Sigma\zeta=9,16$		

Для каждого участка по известным скоростям движения теплоносителя и  $\Sigma\zeta$  определяем потери давления в местных сопротивлениях  $Z$ , Па, по прил. 5 [11] или по формуле

$$Z = \frac{\rho \cdot W^2}{2} \cdot \Sigma\zeta, \quad (3.12)$$

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

$W$  – скорость воды, м/с.

Гидравлический расчет системы отопления сведен в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Гидравлический расчет системы отопления

Данные по схеме системы				Принято						
Уча- сток	$Q$ , Вт	$G$ , кг/час	$l$ , м	$D_y$ , мм	$W$ , м/с	$R$ , Па/м	$R^*l$ , Па	$\Sigma\zeta$	$Z$ , Па	$R^*l+Z$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	57687,23	1445,5	2,4	40	0,300	34	81,6	8,4	352	433,6
2	54420,8	1363,65	3,8	40	0,291	32	121,6	0,76	44	165,6
3	51154,37	1281,8	5,25	40	0,271	28	147	1,16	44	191
4	47887,94	1199,95	5,45	40	0,250	24	130,8	0,76	30,5	161,3
5	39616,32	992,69	4,5	40	0,215	18	81	0,86	19,6	100,6
6	31344,7	785,43	5,42	40	0,174	12	65,04	0,86	16,7	81,74
7	26642,26	667,6	5,42	40	0,140	8	43,36	0,86	9,58	52,94
8	21313,81	534,08	4,53	40	0,120	6	27,18	0,86	7,04	34,22
9	15985,36	400,56	4,53	40	0,086	3,2	14,5	1	3,13	17,63
10	10656,91	267,04	5,8	32	0,072	2,8	16,24	2,11	6,26	22,5
11	5328,46	133,52	10,5	25	0,064	3,2	33,6	5,7	10,6	44,2
12		267,04	4,8	32	0,072	2,8	13,44	2,7	9,39	22,83
13		400,56	3,53	40	0,086	3,2	11,3	1,61	6,26	17,56
14		534,08	3,53	40	0,120	6	21,18	1	7,04	28,22
15		667,6	4,42	40	0,140	8	35,36	0,86	9,58	44,94
16		785,43	4,42	40	0,174	12	53,04	0,86	16,7	69,74
17		992,69	3,5	40	0,215	18	63	0,86	19,6	82,6
18		1199,95	4,45	40	0,250	24	106,8	0,86	30,5	137,3
19		1281,8	4,25	40	0,271	28	119	1,16	44	163
20		1363,65	2,8	40	0,291	32	89,6	0,76	44	133,6
21		1445,5	3,4	40	0,300	34	115,6	9,16	396	511,6
			$\Sigma l=96,7$							
Потери давления по циркуляционному кольцу <b>2516,72 Па</b>										

## **4 Система автоматического регулирования теплотребления**

Компания ООО «ТелеСистемы» направлена на создание, модернизацию и обслуживание объектов теплоэнергетики, реализацию энергоэффективных проектов. С целью обеспечения рационального использования тепловой энергии и создания комфортных условий для проживания и работы ООО «ТелеСистемы» предлагает внедрение системы автоматического регулирования теплотребления (САРТ). Это наиболее популярный и эффективный способ энергосбережения. Главный принцип действия таких систем – теплоснабжение осуществляется в соответствии с температурой окружающей среды и температурой внутри помещения. Такие решения давно и успешно применяются на практике и позволяют значительно, снизить затраты на теплоснабжение.

Каждый из нас не раз замечал, что в периоды потепления батареи в здании еще долго остаются такими же горячими, как в холода. К сожалению, централизованная система отопления в нашей стране характеризуется инерционностью: коррекция температуры теплоносителя на источнике теплоты производится с заметным отставанием. Более того, централизованная система всегда ориентирована на среднего потребителя, в результате чего в зданиях, расположенных ближе к источнику теплоты, всегда наблюдаются завышенные параметры теплоносителя. Стремясь обеспечить себе комфортные условия для проживания и работы, мы открываем форточки, и тепло, за которое мы платим, уходит на улицу. А, следовательно, здесь и кроется источник экономии энергоресурсов.

Сэкономить на теплотреблении можно установив в индивидуальном тепловом пункте здания систему автоматического регулирования температуры теплоносителя (САРТ). Она предназначена для регулирования

теплопотребления путем увеличения или уменьшения потока теплоносителя в здание в зависимости от его реальных потребностей в данный момент.

Основные задачи САРТ:

1. Устранение подачи на объект теплоносителя с завышенными («перетопы») и с заниженными параметрами, при этом регулирование параметров теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха происходит с минимальной инерцией - САРТ выполняет коррекцию мгновенно.

2. Регулирование температуры теплоносителя в обратном трубопроводе теплосети для исключения применения штрафных санкций со стороны энергоснабжающих организаций за превышение данной температуры. САРТ позволяет ограничить забор теплоносителя из сети и запустить его из обратного трубопровода повторно в систему отопления. И так до тех пор, пока его температура не достигнет нормы.

3. Экономия тепловой энергии за счет понижения температуры теплоносителя в ночные часы, а также в выходные и праздничные дни. Например, если цех работает в три смены без выходных, то данный режим не применим, если же в ночные часы и в выходные (праздничные) дни персонал в цехе отсутствует, то есть возможность снижать температуру теплоносителя на это время.

4. Поддержание заданного температурного режима в здании по датчикам, размещенным в контрольных помещениях. Это не даст экономии, но обеспечит комфортные условия для проживания и работы. Сложность заключается в подборе контрольного помещения для установки датчика с учетом того, что температура в нем будет влиять на климат во всем здании. Используется, как правило, для объектов с четко определенным контрольным помещением, где необходимо обеспечить наибольший комфорт с непостоянным расписанием: кинотеатры, бассейны и т.д.

Также в системе, предусматривается техническая возможность выдачи сигналов в единый диспетчерский центр о выходе регулируемых параметров

за пределы регулирования. Это значительно повышает ее надежность и минимизирует вероятность отказа системы и оборудования.

Стоимость создания САРТ (проектирование, монтаж и сдача в ЭСО) специалистами ООО «ТелеСистемы» согласно прайс-листу - от 250 тысяч рублей. Она зависит от сложности узла учета.

Рассчитанные усредненные величины возможной экономии потребления тепловой энергии с помощью применения всех алгоритмов модуля САРТ:

- применение погодного регулирования ~ 16%,
- применение регулирования по расписанию ~ 22%,

Итого: суммарная экономия составляет около 38%.

Помимо экономии и комфортных условий проживания внедрение САРТ обеспечивает балансировку системы отопления, увеличивает срок эксплуатации оборудования системы теплоснабжения, повышает привлекательность дома и обеспечивает исполнение требований законодательства по энергосбережению.

#### *Состав системы регулирования*

САРТ представляет собой систему из датчиков температуры, регулирующего клапана, насосов, контроллера и аппаратуры связи (в случае, если требуется дистанционное управление системой). С помощью устанавливаемых датчиков анализируется температура снаружи и внутри дома, а также температура в подающем и обратном трубопроводе. Эти данные передаются в контроллер шкафа управления. Контроллер анализирует показания датчиков, производит оценку показаний термопар и выдает команду на регулирующийся клапан в соответствии с заданным графиком.

Схема работы системы автоматического регулирования теплопотребления показана на рисунке 4.1.

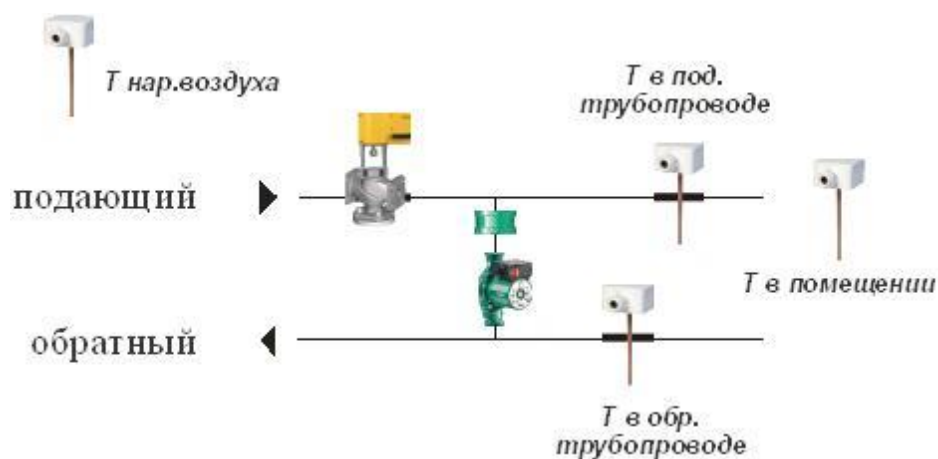


Рисунок 4.1 – Схема работы САРТ

*Блок управления позволяет* задавать температурный режим управления для каждого дня недели с учетом рабочего и нерабочего времени; автоматически поддерживать заданный режим регулирования подачи теплоносителя; корректировать температурный режим и календарь при переносе рабочих и выходных дней; задавать программную конфигурацию системы регулирования тепла из набора типовых схем.

*Программируемые параметры:*

- графики подающей магистрали объекта;
- графики обратной магистрали объекта;
- часовые графики режима работы регулятора;
- нормируемая температура помещения;
- нормируемая температура на выходе бойлера;
- характеристики клапанов и гидравлики; режимы работы насоса.

Система автоматического регулирования тепла устанавливается на существующие трубопроводы.

Стоимость САРТ и срок ее окупаемости определяются после заполнения опросного листа заказчиком и обработки его специалистами ООО «ТелеСистемы». Окупается от 1 – до 1,5 отопительных периодов, при этом срок службы оборудования при его правильной эксплуатации не менее 15 лет.



Специалисты компании «ТелеСистемы» имеют многолетний опыт установки САРТ. Они используют надежное оборудование известных производителей, таких как Danfoss, Wilo, Grundfoss и др.

Дополнительно рекомендуется устанавливать в тепловом пункте модуль коммерческого учета потребляемой тепловой энергии. Его установка позволит расплачиваться за реальное теплоснабжение, а не расчетное, и таким образом снизить расходы на отопление.

При установке САРТ выполняется следующий состав работ:

1. Оценка параметров объекта заказчика;
2. Подготовка проектной документации;
3. Выбор подходящего оборудования и расходных материалов;
4. Выполнение сварочных, электромонтажных, сантехнических и пуско-наладочных работ;
5. Настройка, программирование и проверка нормального функционирования оборудования;
6. Сдача выполненных работ заказчику.

Исходя из опыта установки модулей учета тепла средняя экономия в течение отопительного периода составляет:

1. В жилых кирпичных домах (с учетом прекращения оплаты сверхнормативных потерь) - до 40%;
2. На объектах социального назначения (школы, детские сады, больницы, санатории и пр.) - до 40%;
3. В жилых панельных домах - до 35%;
4. В офисных зданиях и административно-бытовых корпусах - до 25%;
5. В зданиях промышленного назначения (производственные цеха, теплые склады и пр.) - до 20%.

Таким образом, благодаря системе автоматического регулирования тепла, можно сэкономить тепло (а соответственно и оплату за него) в автогараже на осенний и весенний период от 20 до 35% [12].

## 5 Экономическая эффективность

### *Расчет капитальных (единовременных) затрат*

К капитальным вложениям для улучшения условий и охраны труда относятся единовременные затраты на создание основных фондов, состав которых соответствует основным направлениям проводимых или планируемых мероприятий, а также на совершенствование техники и технологии в целях улучшения условий труда и обеспечения травмобезопасности и безаварийности производства.

При расчете капитальных вложений рассчитывается смета затрат для создания системы отопления.

Общая величина капитальных затрат (К) включает суммарные затраты на приобретение, транспортировку и монтаж оборудования, а также строительные работы [13]:

$$K = Ц_{об} + T_p + Z_{стр}, \quad (5.1)$$

где  $K$  – единовременные капитальные затраты, р.;

$Ц_{об}$  – стоимость оборудования;

$T_p$  – транспортные расходы;

$Z_{стр}$  – затраты на строительные-монтажные работы.

### Смета на приобретение материалов [14]:

#### *Стоимость оборудования:*

– трубы чугунные ребристые (марка ВЧШГ 6 м):

d= 40 мм – 5000 рублей (5 шт.);

d= 32 мм – 3500 рублей (1 шт.);

d= 25 мм – 2000 рублей (2 шт.).

– радиаторы чугунные (марка Viadrus KALOR 500/110) – 2000 рублей (11 шт.).

– тройник – 250 рублей (2 шт)

Итого:  $C_{об} = 5000*5+3500+2000*2+2000*11+250*2=55000$  рублей

*Транспортные расходы:*

– доставка: 3000 рублей

– грузчики: 1000 рублей

Итого:  $T_p = 3000+1000=4000$  рублей

*Затраты на строительно-монтажные работы:*

– установка радиаторов с применением сварки: 5000 рублей (11 шт.)

– установка труб: 200 рублей (8 шт.)

Итого:  $Z_{смп} = 5000*11+200*8=58000$  рублей

Результаты расчета сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Затраты на установку отопления

Стоимость оборудования	$C_{об}$	55000
Транспортные расходы	$T_p$	4000
Затраты на строительно-монтажные работы	$Z_{смп}$	58000

Единовременные капитальные затраты считаем по формуле 5.1:

$$K = 55000+4000+58000 = 117000 \text{ рублей}$$

Стоимость создания системы автоматического регулирования теплопотребления (САРТ) (проектирование, монтаж) специалистами ООО «ТелеСистемы» согласно прайс-листу - 250 000 рублей. Компания ООО «ТелеСистемы» занимается проектированием, монтажом и наладкой автоматизированных систем различного назначения.

*Плата за отопление*

$$P_i = S_i * N^T * T^T, \quad (5.2)$$

где  $S_i$  — общая площадь  $i$ -го помещения (жилого или нежилого)

в многоквартирном доме или общая площадь жилого дома,  $m^2$ ;

$N^T$  - норматив потребления коммунальной услуги по отоплению, Гкал/ $m^2$ ;

$T^T$  - тариф на тепловую энергию, установленный в соответствии с законодательством Российской Федерации, руб./Гкал.

Исходные данные сведены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для расчета платы за отопление

Общая площадь	$S_i$	253,7 $m^2$
Норматив потребления	$N^T$	0,033 Гкал/ $m^2$
Тариф на тепловую энергию	$T^T$	1821,4 руб./Гкал

Плата за месяц за отопление рассчитываем по формуле 5.2:

$$P_i = 253,7 * 0,033 * 1821,4 = 15248,94 \text{ рублей}$$

Плата за 8-месячный период отопления составит:

$$P = 15248,94 * 8 = 121991,52 \text{ рубль}$$

Система САРТ позволяет экономить в зданиях промышленного назначения (производственные цеха, автогаражи, теплые склады и пр.) - до 20%.

$$15248,94 * 0,2 = 3049,79 \text{ рублей}$$

Следовательно, в месяц, с помощью этой системы мы экономим 3049,79 рублей.

Плата за месяц с системой САРТ составит:

$$P_i = 15248,94 - 3049,79 = 12199,15 \text{ рублей}$$

За 8-месячный период с системой САРТ экономия составит:

$$12199,15 * 0,2 = 2439,83 \text{ рублей}$$

Плата за 8-месячный период с системой САРТ составит:

$$P = 12199,15 * 8 = 97593,22 \text{ рубля}$$

Система автоматического регулирования теплопотребления (САРТ) окупится через:

$$250000 / 24398,3 = 10 \text{ лет}$$

Таким образом, система автоматического регулирования теплопотребления окупится через 10 лет. Срок службы оборудования при его правильной эксплуатации не менее 15 лет. Тем самым, можно экономить в месяц 3049,79 рублей. Она позволит регулировать температуру теплоносителя в обратном трубопроводе теплосети, экономить тепловую энергию за счет понижения температуры теплоносителя в ночные часы, а также в выходные и праздничные дни, обеспечит комфортные условия для работы в автогараже из-за поддержания заданного температурного режима в помещении по датчикам, увеличивает срок эксплуатации оборудования системы теплоснабжения.

## 6 Безопасность и экологичность проекта

В своей выпускной квалификационной работе я создаю оптимальные микроклиматические условия с помощью системы отопления, то есть обеспечиваю достаточную температуру в помещении. С помощью системы отопления повышаю микроклиматические показатели воздушной среды, довожу до допустимых показателей. Поскольку я улучшаю показатели воздушной среды, то ее можно рассматривать со стороны загрязнения. В одном из помещений автогаража периодически проводятся сварочные работы. Соответственно, в этом же воздухе могут содержаться загрязняющие вещества. Так как я улучшаю состояние воздуха, в экологической части я рассмотрела способ уменьшения загрязнения воздуха при помощи индивидуального обеспыливающего агрегата.

Сварка – это процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между атомами металла свариваемых деталей. Это получается с помощью нагрева поверхностей соединяемых деталей (электрическим током, электрической дугой, пламенем или лазерным излучением), либо с помощью трения. В наши дни разработано огромное количество сварочных технологий. Они успешно применяются не только в машиностроении, но и используются для резки металлов.

В процессе выполнения сварочных работ в атмосферный воздух поступают:

- а) сварочный аэрозоль конденсационного происхождения – мельчайшие (менее 5 мкм) капли металла, в состав которых в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса входят оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.);
- б) газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода и азота, озон и др.).

Сварочные процессы отличаются интенсивными тепловыделениями (лучистыми и конвективными), пылевыведениями, которые приводят к

большой запыленности производственных помещений токсичной мелкодисперсной пылью, и газы выделениями, действующими отрицательно на организм работающих.

Высокая температура сварочной дуги приводит к интенсивному окислению и испарению металла, флюса, защитного газа, легирующих элементов. При окислении кислородом воздуха, эти пары образуют мелкодисперсную пыль. А конвективные потоки, которые возникают при сварке и тепловой резке, уносят газы и пыль вверх, что приводит к большой запыленности и загазованности производственных помещений. Сварочная пыль — мелкодисперсная, скорость витания ее частиц — не более 0,08 м/с.

Оксиды железа, марганца и кремния являются основными компонентами пыли при сварке и резке сталей. Также в пыли могут содержаться другие соединения легирующих элементов. Мелкие частицы пыли (от 2 до 5 мкм) при попадании в организм человека через дыхательные пути могут вызвать профессиональные заболевания, так как пылинки задерживаются в бронхах.

Больше всего к вредным пылевым выделениям относятся окислы марганца, которые вызывают органические заболевания нервной системы, легких, печени и крови. В результате вдыхания соединений кремния возможно развитие силикоза легких. Соединения хрома, способны накапливаться в организме, вызывая головные боли, заболевания пищеварительных органов, малокровие. Окись титана, так же может вызвать заболевания легочной системы. Помимо этого, на организм неблагоприятно воздействуют соединения алюминия, вольфрама, железа, ванадия, цинка, меди, никеля и других элементов [15].

В работе проведена расчетная инвентаризация выбросов в воздух производственной среды загрязняющих веществ при выполнении сварочных работ. Расчеты проводились по «Методике расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах» [16].

Количество  $i$ -ого загрязняющего вещества, выделяемого в воздушную среду в процессе сварки-наплавки, напыления и металлизации, г/с, определялись по формуле:

$$M'_{Mi} = 0,28 * 0,001 * B * \theta_i, \quad (6.1)$$

где 0,28 – коэффициент пересчета г/ч → г/с;

$B$  – расход применяемых сырья и материалов, кг/ч;

$\theta_i$  – удельный показатель выделения  $i$ -ого загрязняющего вещества на единицу массы расходуемых (приготавливаемых) сырья и материалов, г/кг.

То же в процессе резки металла:

$$M'_{Mi} = 0,28 * L * v_i, \quad (6.2)$$

где  $L$  – скорость резания, м/ч;

$v_i$  – удельный показатель выделения  $i$ -ого загрязняющего вещества на единицу длины реза при толщине разрезаемого металла  $\delta$ , г/м.

В Методике рассматриваются три вида сварочных технологий:

- 1) Ручная дуговая сварка металлов штучными электродами;
- 2) Полуавтоматическая сварка сталей без газовой защиты;
- 3) Полуавтоматическая сварка сталей в защитных средах.

В автогараже используется ручная дуговая сварка металлов штучными электродами. Электрод ОК 46.004 1272-137-53304740-20 является аналогом электрода АНО-3, показатели которого мы используем при расчетах выброса.

*Исходные данные для расчетов:*

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при сварке и наплавке металлов (на единицу массы расходуемых сварочных материалов):

Сварочный аэрозоль..... $\theta_i=17,0$  г/кг  
 Железа оксид..... $\theta_i=15,42$  г/кг



Марганец и его соединения.....	$\theta_i=1,58$ г/кг
Ручная дуговая сварка сталей электродами АНО-3:	
Расход сварочных материалов.....	$B=4,5$ кг/ч
Газовая резка углеродистой стали толщиной 10 мм:	
Скорость резания.....	$L=35$ м/ч
Удельные количества выделяемых загрязняющих веществ при резке углеродистой стали, толщиной разрезаемых листов 10 мм:	
Сварочный аэрозоль.....	4,50 г/м
Марганец и его соединения.....	0,06 г/м
Железа оксид.....	4,44 г/м
Оксид углерода в соединениях с марганцем.....	2,18 г/м
Диоксид азота в соединении с марганцем.....	2,20 г/м

Рассчитываем количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ при выполнении сварочных работ по формулам 6.1-6.2.

*В процессе сварки:*

Сварочный аэрозоль:

$$M'_{Mi} = 0,28 * 0,001 * 4,5 * 17,0 = 0,021 \text{ г/с}$$

Железа оксид:

$$M'_{Mi} = 0,28 * 0,001 * 4,5 * 15,42 = 0,019 \text{ г/с}$$

Марганец и его соединения:

$$M'_{Mi} = 0,28 * 0,001 * 4,5 * 1,58 = 0,002 \text{ г/с}$$

*В процессе резки металла:*

Сварочный аэрозоль:

$$M'_{Mi} = 0,28 * 35 * 4,50 = 44,1 \text{ г/с}$$

Марганец и его соединения:

$$M'_{Mi} = 0,28 * 35 * 0,06 = 0,59 \text{ г/с}$$

Оксид углерода в соединениях с марганцем:

$$M'_{Mi} = 0,28 * 35 * 2,18 = 21,36 \text{ г/с}$$

Диоксид азота в соединении с марганцем:

$$M'_{\text{Mi}} = 0,28 * 35 * 2,20 = 21,56 \text{ г/с}$$

Железа оксид:

$$M'_{\text{Mi}} = 0,28 * 35 * 4,44 = 43,51 \text{ г/с}$$

Результаты расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ при выполнении сварочных работ сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты расчетов выбросов в воздух производственного помещения при выполнении сварочных работ без отсоса

Наименование загрязняющего вещества	Массовый выброс, г/с
при сварке	
Сварочный аэрозоль	0,021
Железа оксид	0,019
Марганец и его соединения	0,002
<b>Общий выброс при сварке</b>	<b>0,043</b>
при резке	
Сварочный аэрозоль	44,1
Марганец и его соединения	0,59
Оксид углерода в соединениях с марганцем	21,36
Диоксид азота в соединении с марганцем	21,56
Железа оксид	43,51
<b>Общий выброс при резке</b>	<b>131,12</b>

Процесс сварки и резки металла сопровождается выбросом в воздух производственного помещения разных по характеру соединений. В процессе резки металла воздух загрязняется дополнительно оксидом углерода и

диоксидом азота в соединении их с марганцем. Это конечно усиливает вредное воздействие на состояние здоровья работников производственного участка.

Отмечены различия и в количестве выбросов загрязняющих веществ в зависимости от производственной операции. Практически все компоненты загрязнения во много раз превышают выброс в процессе резки металлов. Приоритетным загрязнителем воздуха является сварочный аэрозоль не зависимо от характера работы. Так при резке металла его выброс превышает выброс при сварке почти в 2100 раз. Аналогичный эффект наблюдается при сравнительном анализе выброса оксида железа. Значимые различия отмечены для соединений марганца (в 295 раз).

Таким образом, можно отметить, что процесс резки металла экологически очень опасное производство, если не предусмотрены меры защиты работника от прямого воздействия данного процесса.

Существует множество различных защитных приспособлений для сварочных работ от сварочного аэрозоля, поступающего в атмосферную среду. Для улучшения качества воздуха можно использовать передвижной механический фильтр (индивидуальный обеспыливающий агрегат) (рисунок 6.1).



Рисунок №6.1 – Передвижной механический фильтр

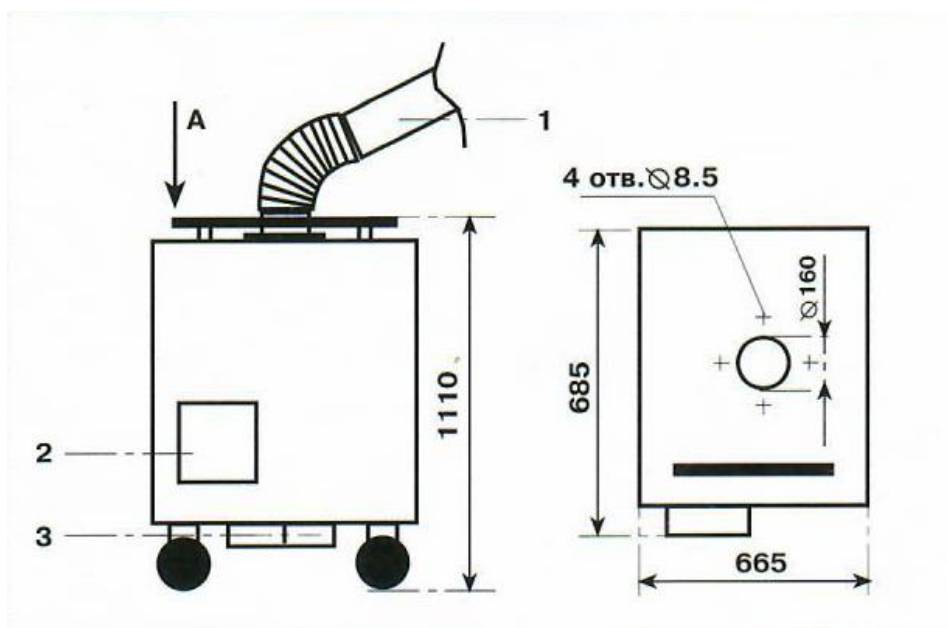
Фильтр предназначен для очистки загрязненного воздуха от сухих частиц различных видов дыма и пыли на нестационарных рабочих местах. Данный агрегат обладает высокой эффективностью очистки, даже при

высоких скоростях потока воздуха. Гибкий, не требует стационарных монтажных работ. Агрегат прост в эксплуатации и обслуживании, простой доступ для замены кассеты фильтра тонкой очистки.

*Технические характеристики:*

Напряжение.....	1 фаза 220 В
Частота.....	50 Гц
Максимальная производительность.....	1350 м3/ч
Мощность вентилятора.....	2,2 кВт
Активная фильтрующая поверхность.....	25 м2
Эффективность очистки.....	до 99%
Уровень шума.....	70 дБ
Потребляемая фильтром мощность.....	100 Вт
Вес.....	102 кг

На рисунке 6.2 представлена схема устройства фильтра.



1-вытяжное устройство; 2-пульт управления; 3- выпускной канал

Рисунок 6.2 – Схема устройства фильтра

Принцип работы фильтра представлен на рисунке 6.3.



Рисунок 6.3 – Принцип работы фильтра

На первой стадии фильтрации в фильтрующем элементе (1) предварительной очистки оседают частицы размером до 50 микрон. На следующем этапе фильтрации фильтрующим элементом (2) тонкой очистки улавливаются частицы размером до 0,1 микрона. После этого воздух может быть дополнительно пропущен через фильтрующий элемент (3) из активированного угля, в котором фиксируются запахи и газы. Фильтр из активированного угля улавливает практически все токсичные примеси воздуха с молекулярной массой более 40 атомных единиц и рекомендуется к установке. В результате очищенный воздух, проходя через вентилятор, выбрасывается наружу из-под корпуса фильтра [17].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В своей выпускной квалификационной работе я разработала систему отопления в автогараже, создала на рабочих местах допустимые параметры микроклимата: температуру воздушной среды.

Составив смету расходов на приобретение материалов для изготовления системы отопления, посчитала капитальные затраты на установку системы отопления. Сравнила с расходами на приобретение и установку системы автоматического регулирования теплоснабжения. Тем самым, пришла к выводу, что экономически выгодно установить данную систему. С помощью нее можно экономить в месяц 3049,79 рублей. Система САРТ при правильной эксплуатации может прослужить не менее 15 лет и, как видно по моим расчетам, окупится через 10 лет. Она позволит регулировать температуру теплоносителя в обратном трубопроводе теплосети, экономить тепловую энергию за счет понижения температуры теплоносителя в ночные часы, а также в выходные и праздничные дни, обеспечит комфортные условия для работы в автогараже из-за поддержания заданного температурного режима в помещении по датчикам, увеличит срок эксплуатации оборудования системы теплоснабжения.

Так как я улучшаю показатели воздушной среды, то я ее рассмотрела со стороны загрязнения. При сварочных работах, в этом же воздухе могут содержаться загрязняющие вещества. Процесс сварки и резки металла сопровождается выбросом в воздух производственного помещения разных по характеру соединений. Приоритетным загрязнителем воздуха является сварочный аэрозоль не зависимо от характера работы. Так при резке металла его выброс превышает выброс при сварке почти в 2100 раз. Таким образом, можно отметить, что процесс резки металла экологически очень опасное производство. Для того, чтобы защитить работника от прямого воздействия

данного процесса, улучшить качество воздуха в одном из помещений можно использовать передвижной механический фильтр, который очистит загрязненный воздух от сухих частиц пыли. Данный агрегат обладает высокой эффективностью очистки, даже при высоких скоростях потока воздуха. Гибкий, не требует стационарных монтажных работ. Агрегат прост в эксплуатации и обслуживании, простой доступ для замены кассеты фильтра тонкой очистки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Трудовой кодекс Российской Федерации* от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).
2. *Корпоративная энциклопедия РЖД* // [Ин-т Каменск-Уральская дистанция сигнализации, централизации и блокировки] / URL: <http://rzd.company/index.php> (дата обращения: 3.05.19).
3. *СанПиН 2.2.4.3359-16* «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». В соответствии с Федеральным законом от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".
4. *Приказ Минздравсоцразвития РФ от 27-04-2012 417н* «Об утверждении Перечня профессиональных заболеваний (2019)».
5. *Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 20 января 2015 г. N 24* "Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению".
6. *Приказ Минтруда России от 09 декабря 2014 г. №997Н* «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением».
7. *Н.П. Попова, К.Б. Кузнецов* Производственная санитария и гигиена труда на железнодорожном транспорте: учебник – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 572 стр.
8. *Туркин В.* Отопление гражданских зданий. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1994.



9. *Р. В. Щекин, В. А. Березовский, В.А. Потанов* Расчет систем центрального отопления. Издательское объединение «Вища школа», 1975, с. 216
10. *СНиП 23-01-99* «Строительная климатология». Приняты постановлением Госстроя России от 24 декабря 2002 г. N 164. – Введены в действие с 1 января 2003 г.
11. *Попова, Н. П.* Производственная санитария и гигиена труда: методические рекомендации к практическим занятиям. Н. П. Попова. – Екатеринбург, 2010. – 96 с.
12. *ООО «ТелеСистемы»* // [Ин-т Автоматизированные системы управления ] / URL: <http://www.telesystems.info/sart> (дата обращения: 20.05.19).
13. *Касимова, Ю. Н.* Определение социальной и экономической эффективности мероприятий по охране труда на железнодорожном транспорте: метод. рекомендации / Ю. Н. Касимова, С. В. Рачек, О. В. Селина. – Екатеринбург: УрГУПС, 2017. – 64 с.
14. *Портал закупок* // [Ин-т Единая информационная система в сфере закупок]/ URL: <http://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (дата обращения: 24.05.19).
15. *Учебник и практикум для бакалавра и магистратуры. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности.* П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова
16. *Методика* расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (по величинам удельных выделений). – Введен в действие с 14 апреля 1997 г. – Утвержден приказом Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды от 14 апреля 1997 г. № 158.
17. *СовПлим* // [Ин-т Системы промышленной вентиляции] / URL: <https://sovplym.ru> (дата обращения: 27.05.19).