

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации котельного оборудования

УДК 614.8:621.182.004

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Цвингер Артур Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

Планируемые результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ОПК(У)-5	Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе
ДОПК(У)-1	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-9	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
ПК(У)-10	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях

ПК(У)-11	Способность организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
ПК(У)-12	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения объектов защиты
ПК(У)-14	Способность определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду
ПК(У)-15	Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации
ПК(У)-16	Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов
ПК(У)-17	Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска
ПК(У)-18	Готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 20.03.01 Техносферная
 безопасность.
 _____ А.Н. Вторушина
 04.02.2022 г.

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1E81	Цвингер Артуру Андреевичу

Тема работы:

Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации котельного оборудования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.01.2022 №12-30/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является опасный производственный объект ЗАО «Мясокомбинат, Елизовский», г. Петропавловск-Камчатский – газовая котельная</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить действующие нормативные документы по эксплуатации котельного оборудования; 2. Проанализировать возможные причины, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций методом построения «дерева отказов»; 3. Оценить действия поражающих факторов при взрыве в котельной мясокомбината; 4. Разработка мероприятий по предупреждению возникновения и снижению тяжести последствий взрыва.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Юлия Александровна	к.т.н.		04.02.2022 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Цвингер Артур Андреевич		04.02.2022 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2022 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.04.2022	Обзор технических требований и требований безопасности к эксплуатации газовых котельных	20
05.05.2022	Анализ действий в случае возникновения аварийных ситуаций на газовых котельных установках	10
12.05.2022	Анализ возможных аварийных ситуаций и составление дерева событий	15
19.05.2022	Расчет риска аварии. Разработка мероприятий по снижению риска аварий	25
25.05.2022	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
07.06.2021 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Ю.А.	К.Т.Н.		04.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		04.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1E81		Цвингер Артуру Андреевичу	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Оценка риска возникновения ЧС при эксплуатации котельного оборудования	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p><i>Объект исследования:</i> газовая котельная установка CERTUSS Universal 1000</p> <p><i>Область применения:</i> энергетика, электростанции</p> <p><i>Рабочая зона:</i> помещение оператора газовой котельной установки</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 6*8 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> вертикальный полуавтоматический паровой котел, который принадлежит к группе парогенераторов среднего давления.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> обслуживание котла, работающего на газообразном топливе, регулирование работы (нагрузки) котла</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации	<p>Федеральный закон от 02.06.2016 №170-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"».</p> <p>Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".</p> <p>Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21.12.1994 № 68-ФЗ.</p> <p>Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p> <p>ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.</p>

	<p>ТК РФ Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда. Приказ от 15 декабря 2020 года N 531 «правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления».</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p> <p>СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» СП.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности».</p> <p>ГОСТ 12.1.003 - 83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».</p> <p>ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».</p> <p>Федеральный закон от 22.06.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 (99) «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».</p> <p>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».</p> <p>Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 № 7-ФЗ.</p> <p>Приказ от 24 марта 2003 г. № 115 "Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок".</p> <p>Федеральный закон Российской Федерации от 28.12.2013г № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p>	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поражение электрическим током; 2. Термические ожоги; 3. Отравление газом; 4. Статическое электричество; 5. Движущиеся машины и механизмы; 6. Работа с сосудами под давлением. <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; 2. Неудовлетворительный микроклимат рабочей зоны;

	<p>3. Недостаточное освещение; 4. Повышенный уровень шума; 5. Повышенная вибрация (общая);</p> <p>Психофизические факторы:</p> <p>1. Физические перегрузки; 2. Умственное переутомление; 3. Эмоциональное переутомление; 4. Монотонность труда.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: костюм защитный, комбинированные рукавицы, диэлектрические ботинки, защитная каска, защитные очки, средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее, вентиляции и очистки воздуха, глушители шума.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: экологически опасная зона при аварии, требуется СЗЗ – от 300 м.</p> <p>Воздействие на литосферу: загрязнение почвы вследствие выпадения частиц отходов за пределами отвала при пылении с их поверхности, изменение ландшафта, изменение состояния грунтов, дополнительное уничтожение площадей земли за счет организации карьеров грунта, необходимых для строительства различных элементов отвала, например, дамб, экрана. Утилизация микросхем и других элементов отработавшего оборудования.</p> <p>Воздействие на гидросферу: сброс охлаждающей воды при использовании в качестве охладителя рек, озер, прудов; сброс растворов с реагентами при ликвидации процессов накипеобразования и мер для защиты от коррозии; изменения состояния грунтовых вод в следствии фильтрации из намывных отвалов. Продукты жизнедеятельности персонала.</p> <p>Воздействие на атмосферу: компоненты продуктов сгорания органического топлива, которые, накапливаясь в атмосфере в больших количествах, приводят к нарушениям экологического равновесия и вызывают серьезные последствия. К ним относят: оксиды серы, азота, углерода и ванадия, сероводород, бензапирены и др.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (цунами, наводнение, ураган и т.д.) Геологические воздействия (землетрясение, обвалы, сель и т.д.) Техногенные аварии (пожар, взрыв, повреждение корпуса или мембраны регулятора давления газа, разгерметизация топливопровода, недостаток воды, повышенная температура дымовых газов, неисправность горелки, перегрузка двигателей, повышенная температура металла поверхностей нагрева, наброс нагрузки, разрушения здания котельной)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: взрывы и пожары газовых котельных установок при утечке газа в случае разгерметизация топливопровода</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Цвингер Артур Андреевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1E81	Цвингер Артуру Андреевичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклад руководителя – 30000 руб. Оклад студента – 6000 руб.</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Премимальный коэффициент руководителя 30%; Премимальный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3%.</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Определение потенциального потребителя результатов исследования, SWOT-анализ разработанной стратегии</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Определение структуры работы. Расчет трудоемкости выполнения работ. Подсчет бюджета исследования</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Рассчитать показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности и эффективности исполнения</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>Оценка конкурентоспособности технических решений Матрица SWOT Альтернативы проведения НИ График проведения и бюджет НИ Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	4.03.2022
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	Д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E81	Цвингер Артур Андреевич		

Содержание

Введение.....	16
1 Котельное оборудование.....	17
1.1 Общие сведения и понятия о котельных установках	17
1.2 Виды отопительных котлов.....	18
1.3 Типы котлов	19
1.4 Принцип работы парового котла	21
1.5 Устройство парового котла	22
1.6 Парогенераторы CERTUSS UNIVERSAL 1000.....	24
1.7 Природный газ.....	28
2 Возможные причины аварии и неполадок в котельной.....	31
2.1 Основные причины аварий.....	31
2.2 Статистические данные по авариям в котельных.....	32
3 Расчет рисков поражающих факторов.....	36
3.1 Построение «Дерево отказов» и «Дерево событий».....	36
3.2 Возможные сценарии возникновения и развития аварий.....	37
3.3 Общая характеристика объекта исследования	39
3.4 Определение массы природного газа, участвующего в реакции.....	40
3.5 Определение режима взрывного превращения облака ТВС.....	40
3.6 Определим радиусы зон разрушений	40
3.7 Определение числа людей, пораженных воздушной ударной волной на открытой местности.....	41
3.8 Определение числа погибших людей, находящихся в промышленном здании	45
3.9 Определение числа людей, пораженных тепловым воздействием	45
3.10 Определение общего количества людей, погибших на объекте в результате аварии.....	47
3.11 Мероприятия по повышению устойчивости функционирования газовой котельной	49
3.12 Мероприятия по предупреждению возникновения взрыва.	51
3.11 Предлагаемые мероприятия по снижению тяжести последствий	53
4. Социальная ответственность	56
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности... ..	56

4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства	56
4.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	58
4.2. Производственная безопасность	60
4.3 Экологическая безопасность.....	69
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	71
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	74
5.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	74
5.1.2 SWOT-анализ	75
5.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	80
5.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию	81
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	81
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	82
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	85
5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	89
5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	90
5.3.2 Основная заработная плата исполнителя темы	91
5.3.3 Расчет дополнительной заработной платы	93
5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды.....	94
5.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	96
Заключение	100
Список литературы	101

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Определение риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной» состоит из текстового документа на 103 с., 7 рис., 27 табл., 32 источника.

Ключевые слова: КОТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА, ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ.

Объектом исследования является: опасный производственный объект ЗАО «Мясокомбинат, Елизовский», г. Петропавловск-Камчатский – газовая котельная.

Цель работы – оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации котельного оборудования на предприятии ЗАО «Мясокомбинат Елизовский».

В процессе исследования проводились: изучение устройства котельных и парогенераторов, обзор нормативной литературы, построение дерева событий и дерева отказов при авариях на котельных, расчет поражающих факторов при взрыве в помещении котельной.

В результате исследования были разработаны снижающие риск мероприятия.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Предложены организационные мероприятия, которые обеспечивают максимальное отношение величины снижения риска к затратам на реализацию этих мероприятий.

Область применения: результаты могут быть использованы при эксплуатации котельного оборудования.

Экономическая эффективность/значимость работы: обеспечение безопасной эксплуатации котельных является важным шагом при предотвращении ЧС, снижении экономического ущерба в результате ЧС и обеспечении устойчивого жизнеобеспечения населения.

В будущем планируется продолжить исследования при обучении в магистратуре.

Список сокращений

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ТВС – топливно-воздушная смесь;

ЗАО – закрытое акционерное общество;

ПК – паровые котлы;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ГВС – горячее водоснабжение;

ДВК – датчик до взрывных концентраций газов;

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы;

АДС – аварийно-диспетчерская служба;

ПКН – Предохранительные клапана;

ГРУ – Газорегуляторные установки;

КПД – коэффициент полезного действия.

Введение

Промышленное производство является источником потенциальной опасности, но в то же время без него не возможны нормальная жизнедеятельность государства и общества. В силу специфики деятельности необходимо обеспечивать не только безопасность людей, занятых в производственных процессах, но и безопасность самих производственных процессов. Состояние промышленной безопасности опасных производственных объектов влияет и на процесс обеспечения государства всеми видами ресурсов, и на жизнь и здоровье граждан в целом, нормальные условия жизнедеятельности, а также состояние окружающей среды.

Среди систем теплоснабжения, котельные остаются самым востребованным вариантом получения энергии и тепла. В наше время наибольшей популярностью пользуются газовые и угольные котельные. Одновременно котельные, согласно действующим нормам закона относятся к опасным производственным объектам, требующим повышенного внимания к обслуживанию и эксплуатации. Источник опасности котельного оборудования – повышенное давление, недостаток воды и т.д.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации котельного оборудования на предприятии ЗАО «Мясокомбинат Елизовский».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить действующие нормативные документы по эксплуатации котельного оборудования;
2. Проанализировать возможные причины, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций методом построения «дерева отказов»;
3. Оценить действия поражающих факторов при взрыве в котельной мясокомбината;
4. Разработать мероприятия по предупреждению возникновения и снижению тяжести последствий взрыва.

1 Котельное оборудование

1.1 Общие сведения и понятия о котельных установках

Котельная установка представляет собой комплекс устройств, размещенных в специальных помещениях и служащих для преобразования химической энергии топлива в тепловую энергию пара или горячей воды. Основные элементы котельной установки - котел, топочное устройство (топка), питательные и тягодутьевые устройства.

Котел - теплообменное устройство, в котором тепло от горячих продуктов горения топлива передается воде. В результате этого в паровых котлах вода превращается в пар, а в водогрейных котлах нагревается до требуемой температуры [1].

Классификация котельных установок

Котельные установки в зависимости от характера потребителей разделяются на энергетические, производственно-отопительные и отопительные. По виду вырабатываемого теплоносителя они делятся на паровые (для выработки пара) и водогрейные (для выработки горячей воды).

Энергетические котельные установки вырабатывают пар для паровых турбин на тепловых электростанциях. Такие котельные оборудуют, как правило, котлоагрегатами большой и средней мощности, которые вырабатывают пар повышенных параметров.

Производственно-отопительные котельные установки (обычно паровые) вырабатывают пар не только для производственных нужд, но и для целей отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Отопительные котельные установки (в основном водогрейные, но они могут быть и паровыми) предназначены для обслуживания систем отопления производственных и жилых помещений.

В зависимости от масштаба теплоснабжения отопительные котельные разделяются на местные (индивидуальные), групповые и районные.

Местные котельные обычно оборудуют водогрейными котлами с нагревом воды до температуры не более 115°C или паровыми котлами с рабочим давлением до 70 кПа. Такие котельные предназначены для снабжения теплом одного или нескольких зданий.

Групповые котельные установки обеспечивают теплом группы зданий, жилые кварталы или небольшие микрорайоны. Такие котельные оборудуют как паровыми, так и водогрейными котлами, как правило, большей теплопроизводительности, чем котлы для местных котельных. Эти котельные обычно размещают в специально сооруженных отдельных зданиях.

Районные отопительные котельные служат для теплоснабжения крупных жилых массивов: их оборудуют сравнительно мощными водогрейными или паровыми котлами.

1.2 Виды отопительных котлов

Все котлы, независимо от того, на каком топливе они работают, делятся на одноконтурные - рассчитаны лишь на подогрев теплоносителя; двухконтурные - способны также обслуживать систему горячего водоснабжения.

Котлы, являющиеся одним из самых важных видов котельного оборудования, разбиваются на группы в зависимости от используемого топлива:

- твердотопливные водогрейные котлы - являются наиболее распространенным видом котельного оборудования;
- водогрейные котлы на газе (газовые котлы) - дают сравнительно низкую себестоимость тепла, а экологическая чистота газовых котельных, позволяет размещать их даже в жилых кварталах. Вместе с тем газовое котельное оборудование имеет более высокую стоимость по сравнению с твердотопливным;
- дизельные котлы - другой вид котельного оборудования, предназначенного для выработки тепла. Подобные системы в качестве

топлива используют мазут, для них необходимо применять дизельные горелки. Экологическая чистота дизельных котельных гораздо ниже, чем у газовых, но себестоимость тепла тоже довольно низка. Чаще всего котельные с таким оборудованием размещаются на окраинах населенных пунктов;

- электрические котлы - самый экологически чистый способ получения тепла осуществляется с применением именно этого котельного оборудования. Это котельное оборудование не зависит ни от каких магистралей подачи топлива, требуется лишь электричество, но и себестоимость вырабатываемого тепла выше, чем, допустим, у газовых котельных и угольных котельных.

1.3 Типы котлов

Существуют два основных типа паровых котлов: газотрубные и водотрубные. Все котлы (жаротрубные, дымогарные и дымогарно-жаротрубные), в которых высокотемпературные газы проходят внутри жаровых и дымогарных труб, отдавая тепло воде, окружающей трубы, называются газотрубными. В водотрубных котлах по трубам протекает нагреваемая вода, а топочные газы омывают трубы снаружи. Газотрубные котлы опираются на боковые стенки топки, тогда как водотрубные обычно крепятся к каркасу котла или здания [2].

Газотрубные котлы

В современной теплоэнергетике применение газотрубных котлов ограничивается тепловой мощностью около 360 кВт и рабочим давлением около 1 МПа.

Дело в том, что при проектировании сосуда высокого давления, каким является котел, толщина стенки определяется заданными значениями диаметра, рабочего давления и температуры.

При превышении же указанных предельных параметров требуемая толщина стенки оказывается неприемлемо большой. Кроме того, необходимо учитывать требования безопасности, так как взрыв крупного парового котла,

сопровождающийся мгновенным выбросом больших объемов пара, может привести к катастрофе.

При современном уровне техники и существующих требованиях к безопасности газотрубные котлы можно считать устаревшими, хотя пока еще находятся в эксплуатации многие тысячи таких котлов тепловой мощностью до 700 кВт, обслуживающих промышленные предприятия и жилые здания.

Водотрубные котлы

Водотрубный котел был разработан в связи с непрерывно растущими требованиями повышения паропроизводительности и давления пара. Дело в том, что, когда пар и вода повышенного давления находятся в трубе не очень большого диаметра, требования к толщине стенки оказываются умеренными и легко выполнимыми. Водотрубные паровые котлы по конструкции значительно сложнее газотрубных. Однако они быстро разогреваются, практически безопасны в отношении взрыва, легко регулируются в соответствии с изменениями нагрузки, просты в транспортировке, легко перестраиваемы в проектных решениях и допускают значительную перегрузку. Недостатком водотрубного котла является то, что в его конструкции много агрегатов и узлов, соединения которых не должны допускать протечек при высоких давлениях и температурах. Кроме того, к агрегатам такого котла, работающим под давлением, затруднен доступ при ремонте.

Водотрубный котел состоит из пучков труб, присоединенных своими концами к барабану (или барабанам) умеренного диаметра, причем вся система монтируется над топочной камерой и заключается в наружный кожух. Направляющие перегородки заставляют топочные газы несколько раз проходить через трубные пучки, благодаря чему обеспечивается более полная теплоотдача. Барабаны (разной конструкции) служат резервуарами воды и пара; их диаметр выбирается минимальным во избежание трудностей, характерных для газотрубных котлов. Водотрубные котлы бывают следующих

типов: горизонтальные с продольным или поперечным барабаном, вертикальные с одним или несколькими паровыми барабанами, радиационные, вертикальные с вертикальным или поперечным барабаном и комбинации перечисленных вариантов, в некоторых случаях с принудительной циркуляцией.

Паровые котлы (ПК) - комплекс технологического взаимосвязанного оборудования установленного для выработки пара из питательной воды используемого в различных отраслях: энергетика, жилищно-коммунальное хозяйство, металлургия, нефти-химия, медицина и строительство.

По сферам применения они подразделяются на промышленные парогенераторы большой мощности и бытовые, которые могут работать на разных видах топлива, в том числе, как утилизационные установки для выработки вторичных энергоресурсов от выбросов тепла промышленными предприятиями.

Паровой котел способен вырабатывать пар 2-х видов: насыщенный и перегретый. Существующие агрегаты различают по давлению пара в МПа: низкого до 1.0, среднего в диапазоне от 1.0 до 10.0, высокого свыше 14.0, сверхвысокого от 18 до 20 и сверхкритического более 22.5.

Насыщенный широко применяется в устройствах жилищно-коммунального хозяйства, а перегретый из-за своих опасных свойств и высоких требований к применению – исключительно на объектах промышленного масштаба.

1.4 Принцип работы парового котла

Для функционирования паровых котлов высокого давления используют химически обработанную воду, нагреваемую через пакеты экранных труб, под воздействием горячих уходящих газов, образующихся, как продукт от горения природного топлива.

С ростом температуры вода преобразуется в пар, поступающий на участок применения для передачи тепловой энергии или кинетической энергии струи.

Принцип работы:

- Природная вода поступает на водоподготовку, где проходит очистку от взвешенных веществ и умягчается. Затем она подается в баках химочищенной воды и подаётся в агрегат с помощью питательных насосов для паровых устройств.
- Прежде чем попасть в барабан питательная среда поступает через экономайзер – теплонагревающее устройство, расположенное в хвостовой части агрегата для снижения температуры уходящих газов и повышения КПД парового котла.
- Из верхнего барабана вода по необогреваемым трубам попадает в нижний барабан, а поднимается из него по подъемным конвективным трубам в виде пароводяной смеси.
- В верхнем барабане проходит процесс его сепарации от влаги.
- Сухой пар через паропроводы направляется к потребителям.
- Если это парогенератор, то пар повторно проходит нагрев в пароперегревателе.

1.5 Устройство парового котла

Конструкцию ПК упрощенно можно представить, в виде емкости, где вода преобразовывается в пар. Она изготовлена из труб разного диаметра. Кроме трубной системы ПК имеет топочное пространство, в которой сжигают природное топливо.

Устройство парового котла и его конструктивные особенности, определяются видом топлива. Например, угольные топки оборудованы колосниками, на которых размещен горящий топливный слой, через них в топку поступает кислород.

Вверху топки установлен дымоход, создающий тягу в парогазовом тракте агрегата, чем поддерживается нормальный режим. Паровые котлы на газе имеют газовую или мазутную горелки.

Горячие уходящие газы, получаемые в процессе горения топлива, нагреваю воду до кипения, после этого с зеркала испарения начинает выделяться пар, поступающий потребителю, а дымовые газы через трубу уходят в атмосферу.

Главные конструкционные элементы паровых котельных связываются в одну целостную котловую систему с помощью гарнитуры, арматуры, циркуляционных насосов, КИПиА дымососов и вентиляторов.

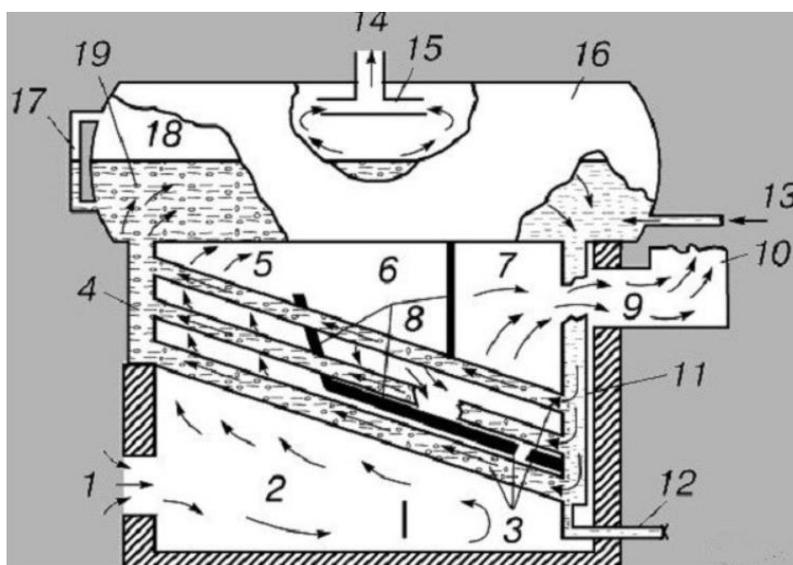


Рисунок 1 – Схема движения теплоносителя

ПК устанавливаются в котельном зале, который может располагаться в отдельно стоящих, примыкающих и встроенных зданиях нежилого назначения.

Обозначения по схеме:

1. Система топливоподачи газового парового котла, No1.
2. Устройство для горения - топка, No2.
3. Циркуляционные трубы, No3.
4. Зона пароводяной смеси, зеркало испарения, No4.
5. Направление движения питательной воды, NoNo5,6 и 7.
6. Перегородки, No8.
7. Газоход, No9.

8. Дымовая труба, No10.
9. Выход циркуляционной воды, из емкости парового котла, No11.
10. Слив продувочной воды, No12.
11. Подпитка котла водой, No13.
12. Паровой коллектор, No14.
13. Сепарация пара в барабане, NoNo15,16.
14. Водоуказательные стекла, No17.
15. Зона насыщенного пара, No18.
16. Зона пароводяной смеси, No19.

Типы паровых котлов по видам сжигаемого топлива:

- газообразное топливо;
- паровые котлы на твердом топливе;
- жидкотопливные: мазут, солярка;
- электрическая энергия.

1.6 Парогенераторы CERTUSS UNIVERSAL 1000

Водогрейный паровой котел

Парогенератор CERTUSS - вертикальный полуавтоматический паровой котел, который принадлежит к группе парогенераторов среднего давления. Оборудование для производства пара как в базовом режиме, так и в режиме неравномерного отбора или для пиковой мощности.

Парогенераторы CERTUSS UNIVERSAL 1000 представляют собой комплексное решение производства пара. Существует широкий типовой ряд парогенераторов CERTUSS с производительностью от 0.008 тонны пара в час до 6 тонн пара в час [3].

Для малых мощностей применяются электрические парогенераторы до 0,097 тонны пара в час.

Парогенераторы, работающие на природном газу, дизтопливе, а также с возможностью использования комбинированных горелок (природный газ и дизельное топливо), представлены в следующем типовом ряду: 80 кг/ч пара,

120, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 850, 1000, 1300, 1500, 1800, 2000 кг/ч пара.

Любой парогенератор может быть исполнен в зависимости от требуемого давления: 1,0; 1,6; 2,5; 3,2 МПа.

Парогенератор производит насыщенный пар.

CERTUSS – преимущества парогенераторов:

- Парогенератор CERTUSS предназначен для производства технологического пара. Циклические изменения отбора пара не ограничивают срок службы парогенераторов CERTUSS, который достигает приблизительно 20 лет.

- Более высокий КПД в диапазоне мощности от 0 до 100% по сравнению с любым паровым котлом, что проявляется при неравномерном потреблении пара и существенно экономит топливо, цена которого постоянно растет.

- Гибкость регулировки мощности позволяет оперативно реагировать на любые изменения требуемой мощности (повышение или понижение) в течении трех секунд.

- Запуск из холодного состояния на 100% мощность занимает около 5 минут, что существенно снижает эксплуатационные затраты необходимые для разбега технологии. Общая экономия также достигается более низкими потерями при остановке технологии, которые обусловлены минимальной емкостью воды в парогенераторе.

- Тепловые потери парогенератора составляют 0,2% за счет технического решения, защищенного патентом, которое позволяет вернуть в термодинамический цикл тепловые потери, которые бы ушли в окружающую среду.

- Низкое потребление электрической энергии.

- Маленькие габаритные размеры, существенно снижающие расходы на строительство котельной.

- Парогенераторы CERTUSS немецкого производства полностью отвечают принципу «цена-качество», а по сравнению с отечественными аналогами даже уступают в цене.

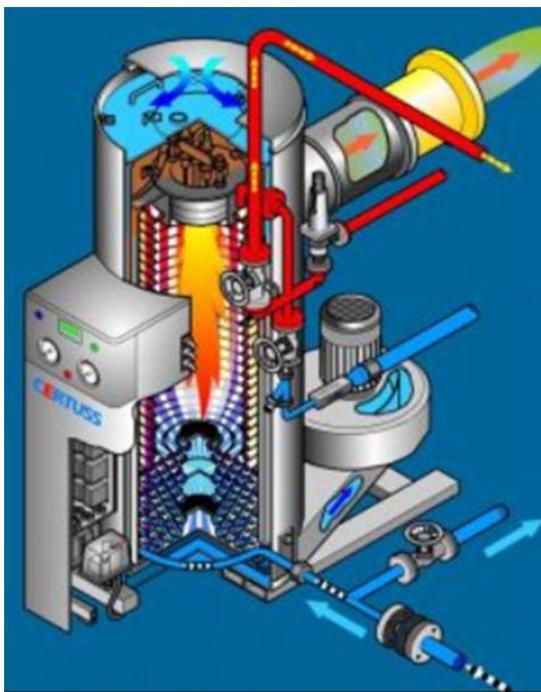


Рисунок 2 – Парогенератор CERTUSS UNIVERSAL

CERTUSS основная техническая информация

Период разбега парогенераторов CERTUSS из холодного состояния до полной мощности составляет около пяти минут с момента запуска.

Автоматика парогенератора работает по принципу поддержания постоянного давления на выходе из парогенератора. Это значит, что при падении давления в паропроводах (увеличение отбора пара) ниже заданной величины происходит немедленное зажигание горелки. При практически нулевом отборе пара (мин. отбор пара 3-5 кг/час) парогенератор приводится в режим готовности и ожидает повышение отбора. В таком состоянии парогенератор сохраняет постоянное давление пара на выходе.

После окончания работы парогенератор можно немедленно остановить и благодаря малой емкости теплообменника парообразования не надо ждать охлаждения для производства ремонтных работ, ухода персонала или технического обслуживания.

У парогенераторов CERTUSS нет теплоизоляции, они используют техническое решение, защищенное европейским патентом (№ 0092063), которое позволяет применить поверхностное тепло для подогрева воздуха, поступающего на горелку на температуру 70-800 С. Таким образом, достигаются минимальные потери тепла на излучение ниже 0,2%.

Топка парогенераторов CERTUSS состоит из вертикальной цилиндрической камеры, из трубы свитой в спиральную арматуру, в нижней части исполненную в качестве испарителя. Спиральная конструкция теплообменника вложена в цилиндрический сосуд с тремя стенами, между которыми находится воздух (воздушное охлаждение). Охлаждающий воздух всасывается в верхней части парогенератора и внешней промежуточной стенкой, поступает на вход вентилятора, где нагнетается через внутреннюю промежуточную стенку в горелку парогенератора.

Горелки сконструированы фирмой CERTUSS в диапазоне мощностей от 58 до 1456 кВт в семнадцати диапазонах мощности. Горелки сконструированы на природный газ, дизельное топливо или они комбинированы на оба вида топлива.

Парогенераторы поставляются в собранном виде, оснащенные соединительными арматурами. Они оснащены автоматикой, позволяющей эксплуатацию парогенераторов в режиме периодического обслуживания и работы нескольких парогенераторов на общий паропровод.

Автоматика парогенераторов CERTUSS оснащена контролем максимального и минимального давления природного газа, поступающего в парогенератор, плотности газовых клапанов, минимального давления воздуха на горелку и контролем пламени, а также защитой по температуре входящих газов. Все эксплуатационные и аварийные состояния сигнализированы на цифровом дисплее на панели управления парогенератора.

Сигнал аварийного состояния можно перевести в удаленный пульт управления или в операторскую.

Одним из технических преимуществ парогенераторов CERTUSS является их возможная установка в очень маленьком пространстве, близко от приемника пара, благодаря его размерам, весу и техническим данным [4].

1.7 Природный газ

Парогенераторы – паровой водотрубный прямоточный котел, газовое оборудование низкого давления.

Теплотворная способность природного газа 10 кВт/Нм³. Давление газа на входе в парогенератор должно быть в динамике в диапазоне:

- CERTUSS Junior 80 - 600: 2,5 - 5,0 кПа
- CERTUSS Universal 700 - 2000: 3 - 5,0 кПа

Подвод газа должен быть оснащен газовым счетчиком с корректором, который необходим при точной наладке мощности горелки парогенератора. Газовое соединение должно быть окончено фланцем. Регуляционный ряд горелки оснащен контролем герметичности газового клапана.

Основные характеристики природного газа [5] приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика природного газа

№	Наименование параметра	Параметр
1	Название вещества (смеси):	
1.1	- химическое	Газ природный (метан – свыше 90% об.)
1.2	- торговое	Газ природный
2	Формула:	
2.1	- эмпирическая	CH ₄ и следы C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈ , CO ₂ , N ₂
2.2	- структурная	H H-C-H (свыше 90%) H

Продолжение таблицы 1 – Характеристика природного газа

3	Состав, %	
3.1	- основной продукт	Метан 98,012- 98,283
3.2	-примеси	Этан 0,608- 0,805 Пропан 0,173- 0,250 Изобутан 0,030- 0,047 Н. бутан 0,020- 0,030 Изопентан 0- 0,005 Н. пентан 0- 0,001 СО2 0,011- 0,055 Азот 0,717- 0,906
4	Общие данные:	
4.1	- молекулярный вес	16,1
4.2	-температура кипения, оС (при давлении 101 кПа)	-160
4.3	- плотность при 20°С, кг/м ³	0,6778- 0,6803
5	Данные о пожароопасности:	
5.1	- температура вспышки	540 °С- 650 °С (метан)
5.2	-температура самовоспламенения	
5.3	- температура воспламенения	640- 800 °С (метан)
5.4	- пределы взрываемости	5- 15 % (в смеси с воздухом)
6	Реакционная способность	В химические реакции в рабочих условиях не вступает
7	Запах	Не имеет запаха
8	Коррозионное воздействие	Коррозионная активность низкая
9	Меры предосторожности	На территории КС и на трассе надо исключать присутствие источников открытого огня (если только их наличие не связано с проведением разрешенных огневых работ). В помещениях надо следить за исправностью систем вентиляции и газоанализаторов.

Продолжение таблицы 1 – Характеристика природного газа

10	Информация о воздействии на людей	<p>Главные опасности связаны:</p> <p>1) с возможной утечкой и воспламенением газа с последующим воздействием тепловой радиации на людей;</p> <p>2) с удушьем при 15-16%-м снижении содержания кислорода в воздухе, вытесненного газом.</p>
11	Средства защиты	<p>Специальных индивидуальных средств защиты в компрессорных цехах и на трассе газопровода не требуется</p>
12	Методы перевода вещества в безвредное состояние	<p>В силу малотоксичности природного газа химические методы не предусмотрены. При утечке газа в помещении цехов включается аварийная вентиляция</p>
13	Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	<p>В случае удушья вынести пострадавшего на открытый воздух, вызвать медицинского работника. Давать с перерывами (3-4 подушки в час) кислород. При остановке дыхания немедленно применить искусственное дыхание до восстановления естественного.</p>

2 Возможные причины аварии и неполадок в котельной

2.1 Основные причины аварий

Возникновения аварийной ситуации связано с рядом факторов. Аварии в котельных возникают в первую очередь из-за износа оборудования и систем коммуникации. Авария в котельной также становится следствием следующих причин:

- **взрыв топлива.** Использование газовой смеси делает котел «миной замедленного действия» и нарушение режимов правильной эксплуатации может спровоцировать взрыв. Причиной взрыва газовых котлов становится утечка газа при разгерметизации трубопровода, подающего природный газ в котел для обеспечения его работы. Так же причиной может быть перенасыщение горючей смеси, возникающее при накоплении несгоревшего топлива. Еще одной причиной взрыва топлива является нарушение работы горелок;

- **снижение уровня воды.** Поддержание требуемого уровня воды является залогом нормальной работы котла. Длительное функционирование котельного оборудования с недостаточным уровнем воды может привести к нагреванию стальных труб и их расплавлению;

- **нарушение водоподготовки.** Аварии в котельных с участием промышленных котлов происходят из-за недостаточного смягчения воды или ее загрязнения. Водоподготовка является обязательной процедурой, позволяющей снизить количество образующейся накипи и устранить излишки кислорода, который служит причиной язвенной кислородной коррозии. Причина аварии вследствие нарушения водоподготовки характеризуется появлением сквозной ржавчины на небольшом участке оборудования, приводящей к нарушению работы, что может стать причиной аварии;

- **нарушение правил разогрева котла.** При пуске или остановке котельной, оборудование испытывает повышенные нагрузки, что требует четкого следования правилам эксплуатации. Соблюдение регламента

разогрева и следование этапам необходимых операций пуска послужит гарантией длительного срока службы котла и предотвратит аварию.

Аварии и неполадки котельного оборудования вызывают простои агрегата, что ведет к недоотпуску потребителям электроэнергии и теплоты (пара и горячей воды).

В случае серьезных аварий выводятся из строя на длительный срок основное и вспомогательное оборудование котельной. Первопричинами большинства аварий и неполадок оборудования являются низкая квалификация персонала, нарушение эксплуатационным персоналом правил технической эксплуатации, правил техники безопасности и производственных инструкций, слабая трудовая и производственная дисциплина и плохое качество ремонта оборудования.

Все случаи возникновения аварийных ситуаций, серьезных неполадок в работе котла и его оборудования должны разбираться с выявлением причин и рассмотрением действий персонала.

С целью предотвращения возможных аварий в котельных и выработки уверенных действий персонала в аварийных ситуациях для обслуживающего персонала должны регулярно проводиться противоаварийные тренировки, во время которых контролируется работа персонала в искусственно созданных аварийных условиях. После таких тренировок следует разбор ситуаций, дается оценка оперативности и правильности действия сменного персонала.

2.7 Статистические данные по авариям в котельных

Специально созданный государственный орган – Ростехнадзор, выполняет задачу по обеспечению безопасной работы опасных промышленных объектов и осуществляет контроль того, как происходит ликвидация аварий на газовых котельных. Ежегодно ведется учет статистических данных, позволяющих проследить динамику ситуации в стране в целом и отдельных регионах, отследить наиболее частые причины аварии на котельных, статистика по которым имеет табличную форму для

удобства восприятия. Статистика аварий на котельных за 10 лет, приведена в следующей таблице 3 [6].

Таблица 3 – статистика аварий на котельных

Года	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Кол-во аварий	9	5	3	4	7	5	4	15	3
Случаи травматизма	7	8	4	5	25	5	2	10	2
Случаи со смертельным исходом	7	3	2	2	6	2	2	7	1

Параллельно с общим учетом случаев аварии на котельных, статистика включает данные по распределению категории работников, пострадавших при возникновении чрезвычайной ситуации, соотношения случаев по травмирующему фактору, распределение аварийных сбоев по видам котельного оборудования.

Анализируя статистику аварийных ситуаций, возникающих при эксплуатации опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением, можно сделать вывод о том, что на газифицированных котельных технологические трубопроводы гораздо более потенциально подвержены возникновению аварийных ситуаций ввиду специфики данных объектов: наличия сетей газопотребления.

При анализе статистики выявлено, что все рассмотренные аварии развивались по следующим сценариям:

- разгерметизация или разрушение газопровода с последующим выбросом газа в атмосферу или в помещение без мгновенного воспламенения, образование облака газовоздушной смеси (ГВС); рассеяние облака ГВС в

атмосфере вследствие удаления из помещения с помощью вытяжной вентиляции;

- разгерметизация или разрушение газопровода; выброс газа в атмосферу или в помещение без мгновенного воспламенения, образование облака ГВС; взрыв облака ГВС при появлении источника зажигания; разрушение соседнего оборудования, строительных конструкций, поражение персонала предприятия ударной волной, возникновение очагов пожара;

- разгерметизация или разрушение газопровода, выброс газа в атмосферу или в помещение с мгновенным воспламенением, поражение персонала предприятия тепловым излучением, возникновение очагов пожара.

Причинами анализируемого типа аварий – разрыва газопровода в котельных являются следующие группы дефектов:

- в сварных стыках; разрывы сварных стыков; дефекты в трубах, допущенные на заводе-изготовителе; разрывы компенсаторов; провисание газопровода; некачественная изоляция или ее повреждение; коррозионное разрушение газопровода; повреждение газопроводов при производстве земляных работ; повреждение надземных газопроводов транспортом; повреждение от различных механических усилий.

- нарушение эксплуатации котельного оборудования, к которому относится невысокий уровень организации работ, недостаточная проработка планов производства работ, низкая производственная и технологическая дисциплина, нарушения производственных инструкций персоналом по причине плохого знания, отсутствие практических навыков, халатность, а также недостаточная материально-техническая оснащенность строительных организаций приборами контроля за качеством сварки и изоляции.

- отсутствие документов на котельную установку; не полный штат обслуживающего персонала котельной согласно действующим нормам; допуск к работе лиц, не имевших отношения к эксплуатации котельного оборудования; допуск к работе персонала в состоянии алкогольного опьянения; не разработан и не утвержден перечень регламентных работ,

которые должны быть выполнены при ремонтах основного и вспомогательного оборудования котельной; отсутствие предохранительной арматуры и измерительных приборов у котлов.

Наиболее часто встречаемыми из причин являются следующие действия - это некачественный монтаж и длительный срок эксплуатации газопровода, в результате чего образуются дефекты в сварных стыках, разрывы сварных стыков, разрывы компенсаторов, провисание, коррозия, а также усугубление дефектов в трубах, допущенных на заводе-изготовителе.

Основные факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций:

- повышение давления газа создает опасность аварийного выброса большого количества газа при нарушении герметичности газопровода, что в свою очередь при определенных условиях может привести к возникновению взрыва, пожара и поражения персонала токсическим воздействием газов;

- наличие в помещении котельного оборудования, работающего под давлением, фланцевых и сварных соединений, разветвленной сети трубопроводов с запорной и регулирующей арматурой повышает вероятность аварийной разгерметизации.

3 Расчет рисков поражающих факторов

3.1 Построение «Дерево отказов» и «Дерево событий»

На рисунке 1 продемонстрированы возможные варианты аварий в котельной, которые могут привести к взрыву.

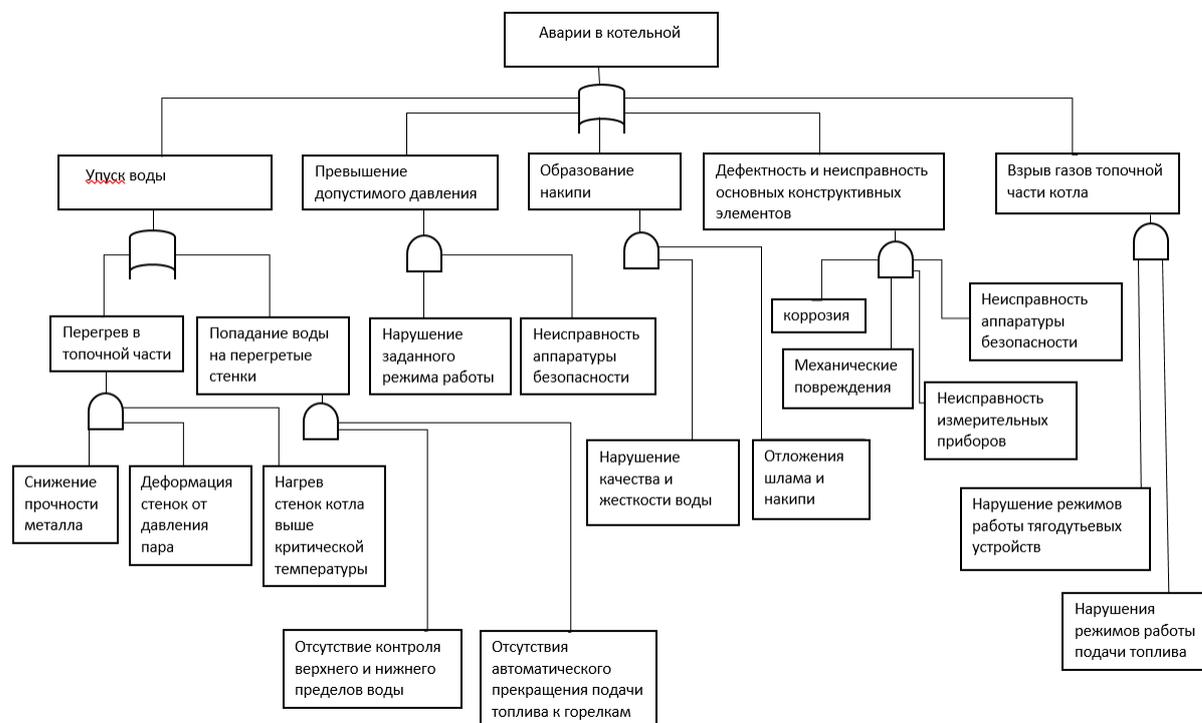


Рисунок 3 – «Дерево отказов» вариантов аварий в газовой котельной приводящих к взрыву

Все вышеперечисленные аварии могут привести к разгерметизации оборудования в связи с этим произойдет утечка газа, для образования взрыва необходимо воспламенение газовой смеси. Воспламенение может произойти по следующим причинам:

- Нарушение правил техники безопасности и пожарной безопасности
- Нагретая до высокой температуры поверхность технологического оборудования
- Электрические искры неисправного оборудования;
- Нарушение герметичности оборудования;
- Открытый огонь при газосварочных работах;

- Повышенная температура при трении;
- Возникновение статического электричества;
- Прочие источники.

3.2 Возможные сценарии возникновения и развития аварий

Так как разгерметизация оборудования является частой причиной аварий на газовых котельных, то проведем оценку поражающих факторов на предприятии.

Анализ возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций, технологических процессов и схем газовых котельных, позволяет констатировать, что в большей степени представляет опасность разгерметизация трубопроводов, в силу вероятности аварийной разгерметизации оборудования и выброса отравляющих веществ с дальнейшим формированием полей поражающих факторов.

Любое внешнее воздействие природного и техногенного характера всегда будет сопровождаться поражающим фактором. К внешним воздействиям природного характера можно отнести: сильный ветер, наводнение, заморозки, затопление и т.д. К внешним воздействиям техногенного характера можно отнести: взрыв и воспламенение газозвушной смеси, потеря гермитичности и т.д.

Так как вероятность возникновения аварий природного характера не особо велика, то мы рассмотрим техногенные воздействия на исследуемый объект.

Возможные сценарии возникновения и развития аварий в газовой котельной представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Возможные сценарии возникновения и развития аварий в газовой котельной

№ сценария	Описание сценария развития аварий
1	Разгерметизация газового котла → утечка газа

Продолжение таблицы 4 – Возможные сценарии возникновения и развития аварий в газовой котельной

2	Разгерметизация газового котла → утечка газа → пожар → воздействие теплового излучения на предприятие и людей
3	Разгерметизация газового котла → утечка газа → образование газозвушной смеси → образование огненного шара → воздействие теплового излучения на предприятие и людей
4	Разгерметизация газового котла → утечка газа → образование газозвушной смеси → взрыв → воздействие ударной волны на предприятие и людей

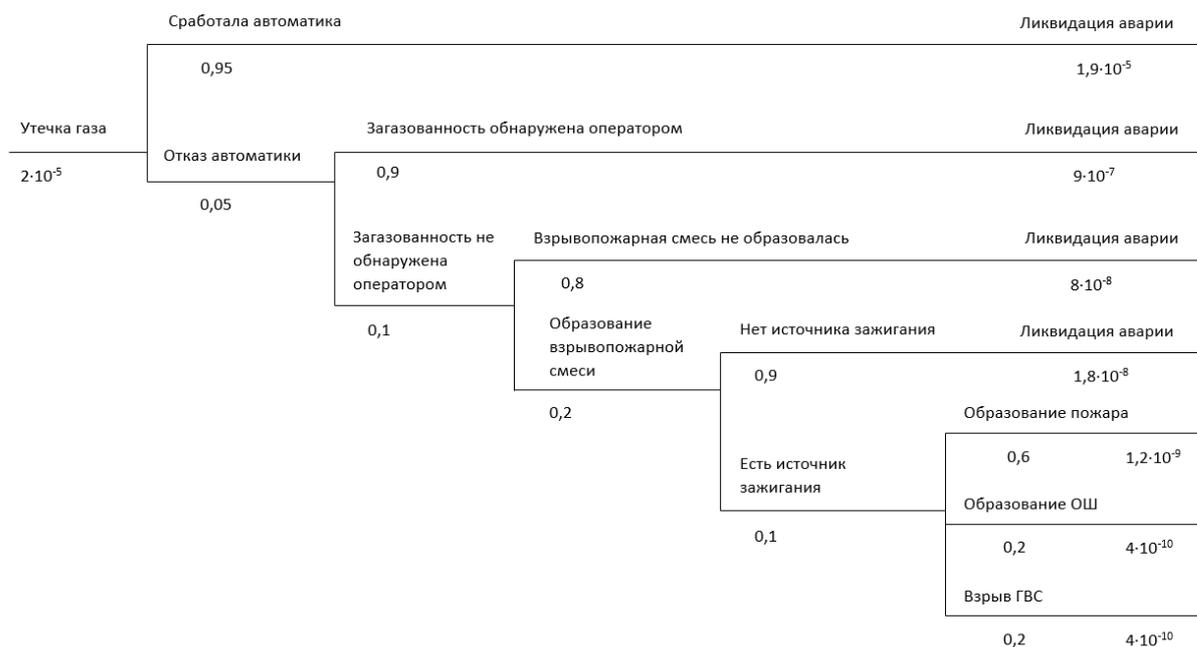


Рисунок 4 – «Дерево событий» развития сценариев аварии в газовой котельной

На рисунке обозначена: исходная величина – частота разгерметизации, на ветвях указаны условные вероятности промежуточных событий, крайние значения - частоты конечных событий. Значение частоты возникновения

отдельного события или сценария пересчитывается путем умножения частоты возникновения инициирующего события на условную вероятность развития аварии по конкретному сценарию [7].

Отсюда можно сделать вывод, что уязвимым элементом в работе газовой котельной является газопровод, так как при воздействии поражающих факторов ЧС теряет способность функционировать и может вызвать полную остановку производственного процесса.

Сценарий аварии:

Разгерметизация котельного оборудования. Коррозионное разрушение газопровода, отказ предохранительно-отсечных клапанов, утечка газа, взрыв резервуара, при образовании газо-воздушного облака, в связи с возникновением статического электричества за счет перепада температур и низкой электропроводности сухого воздуха.

3.3 Общая характеристика объекта исследования

Характеристика котельного оборудования CERTUSS UNIVERSAL 1000 предоставлена в таблице 5.

Таблица 5 – характеристики CERTUSS UNIVERSAL 1000

Паропроизводительность, кг/ч	1000
Тепловая мощность, кВт	656
Количество ступеней	2
Максимальное рабочее давление, бар	8-14-22-29
Допустимое максимальное давление, бар	10-16-25-32
Расход природного газа, м ³ /ч (Q=10кВт/м ³)	72,7
Расход сжиженного газа, м ³ /ч (Q=25,8кВт/м ³)	28,2
Расход жидкого топлива, кг/ч (Q=11,86кВт/кг)	61,3
Высота, мм	2535
Длина, мм	2020
Ширина, мм	1210
Вес, кг	1500

Характеристика котельной:

Длина – 15м; высота – 5м; ширина – 10м. Резервуар с СУГ ФАС-16 объемом которого составляет 16м³.

Характеристика зоны мясокомбината:

Площадь мясокомбината составляет 40000 м². Количество людей, находящихся на территории мясокомбината 380 человек.

Промышленное здание занимает площадь в 4200м². В производственном здании работает 250 человек.

3.4 Определение массы природного газа, участвующего в реакции

В данном случае произошло мгновенное разрушение резервуара, поэтому в реакции принимают участие 0,3 т природного газа (М), а при образовании огненного шара 60% массы газа (т).

$$m = 0,6 \cdot M, \quad (1)$$

$$m = 0,6 \cdot 0,3 = 0,18т.$$

3.5 Определение режима взрывного превращения облака ТВС

Класс пространства, окружающего место аварии - 1 класс.

Класс взрывоопасного вещества - 4 класс.

Вероятный режим взрывного превращения - 3 режим.

3.6 Определим радиусы зон разрушений

Таблица 6 – вспомогательные коэффициенты при 1-ом режиме взрывного превращения

Степень разрушения	Промышленное здание
Полная	1,58
Сильная	1,82
Средняя	2,02
Слабая	2,42
Расстекление	2,66

Размеры зон полных, сильных, средних и слабых разрушений для промышленных и административных зданий

Полное разрушение:

$$R_{11}=10^{(0.32*\lg(M)+a11)}, \quad (2)$$

$$R_{11}=10^{(0.32*\lg(M)+a11)}=10^{(0.32*\lg0,3+1.58)}=25,86 \text{ м,}$$

Сильные разрушение:

$$R_{21}=10^{(0.32*\lg(M)+a21)}=10^{(0.32*\lg0,3+1,82)}=44,94 \text{ м,}$$

Средний разрушение:

$$R_{31}=10^{(0.32*\lg(M)+a31)}=10^{(0.32*\lg0,3+2,02)}=71,23 \text{ м,}$$

Слабые разрушение:

$$R_{41}=10^{(0.32*\lg(M)+a41)}=10^{(0.32*\lg0,3+2.42)}=178,93 \text{ м,}$$

Расстекление:

$$R_{42}=10^{(0.32*\lg(M)+a51)}=10^{(0.32*\lg0,3+2.66)}=310,9 \text{ м,}$$

Размеры зон полных, сильных, средних и слабых разрушений для промышленного в таблице ниже

Так как котельная находится в промышленном здании, следует, что котельная находится в зоне сильных разрушений, а промышленное здание находится в всех зонах разрушения, зона расстекления выходит за пределы здания.

Таблица 7 – размеры зон полных, сильных, средних и слабых разрушений для промышленных и административных зданий

Тип здания	Степень разрушения и радиус зон, м.				
	Полные	Сильные	Средние	Слабые	Расстекление
Промышленные	25,84	44,94	71,23	178,93	310,9

3.7 Определение числа людей, пораженных воздушной ударной волной на открытой местности

Радиусы зон поражения людей определяются с помощью вспомогательного коэффициента (a).

Таблица 8 – Вспомогательные коэффициенты ВУВ

Режим взрывного превращения	Вероятность поражения людей					Порог поражения
	99%	90%	50%	10%	1%	
3	1,41	1,45	1,5	1,6	1,69	1,76

Найдем число пострадавших людей в 6-ой зоне ($P'_m = 99\%$).

$$R_6 = 10^{(0.32 \cdot \log(M) + A_6)}, \quad (3)$$

$$R_6 = 10^{(0.32 \cdot \log(M) + A_6)} = 10^{(0.32 \cdot \log 0,3 + 1.41)} = 17,49 \text{ м. (радиус зоны)}$$

$$S_6 = \pi \cdot R_6^2, \quad (4)$$

$$S_6 = \pi \cdot R_6^2 = 3,14 \cdot 17,49^2 = 960,5 \text{ м}^2 \text{ (площадь зон)}$$

$$N_6 = S_6 \cdot p_{\text{ом}} \cdot P_6, \quad (5)$$

$$N_6 = S_6 \cdot p_{\text{ом}} \cdot P_6 = 960,5 \cdot 0,004 \cdot 0,99 \approx 4 \text{ чел.}$$

Найдем число пострадавших людей в 5-ой зоне ($P'_m = 90\%$).

$$R_5 = 10^{(0.32 \cdot \log(M) + A_5)} = 10^{(0.32 \cdot \log 0,3 + 1.45)} = 19,17 \text{ м.}$$

$$S_5 = \pi \cdot R_5^2 - \pi \cdot R_6^2 = 3,14 \cdot (19,17^2 - 17,49^2) = 193,39 \text{ м}^2$$

$$N_5 = S_5 \cdot p_{\text{ом}} \cdot P_5 = 193,39 \cdot 0,004 \cdot 0,95 \approx 1 \text{ чел.}$$

Найдем число пострадавших людей в 4-ой зоне ($P'_m = 50\%$).

$$R_4 = 10^{(0.32 \cdot \log(M) + A_4)} = 10^{(0.32 \cdot \log 0,3 + 1.5)} = 21,51 \text{ м.}$$

$$S_4 = \pi \cdot R_4^2 - \pi \cdot R_5^2 = 3,14 \cdot (21,51^2 - 19,17^2) = 298,9 \text{ м}^2$$

$$N_4 = S_4 \cdot p_{\text{ом}} \cdot P_4 = 298,9 \cdot 0,004 \cdot 0,7 \approx 1 \text{ чел.}$$

Найдем число пострадавших людей в 3-ой зоне ($P'_m = 10\%$).

$$R_3 = 10^{(0.32 \cdot \log(M) + A_3)} = 10^{(0.32 \cdot \log 0,3 + 1.6)} = 27,08 \text{ м.}$$

$$S_3 = \pi \cdot R_3^2 - \pi \cdot R_4^2 = 3,14 \cdot (27,08^2 - 21,51^2) = 849,83 \text{ м}^2$$

$$N_3 = S_3 \cdot p_{\text{ом}} \cdot P_3 = 849,83 \cdot 0,004 \cdot 0,3 \approx 1 \text{ чел.}$$

Найдем число пострадавших людей во 2-ой зоне ($P'_m = 1\%$).

$$R_2 = 10^{(0.32 \cdot \log(M) + A_2)} = 10^{(0.32 \cdot \log 0,3 + 1.69)} = 33,3 \text{ м.}$$

$$S_2 = \pi \cdot R_2^2 - \pi \cdot R_3^2 = 3,14 \cdot (33,3^2 - 27,08^2) = 1179,26 \text{ м}^2$$

$$N_2 = S_2 \cdot p_{\text{ом}} \cdot P_2 = 1179,26 \cdot 0,004 \cdot 0,055 \approx 1 \text{ чел.}$$

Найдем число пострадавших людей в 1-ой зоне.

$$R_1 = 10^{(0.32 \cdot \log(M) + A_1)} = 10^{(0.32 \cdot \log 0,3 + 1.76)} = 39,2 \text{ м.}$$

$$S_1 = \pi \cdot R_1^2 - \pi \cdot R_2^2 = 3,14 \cdot (39,2^2 - 33,3^2) = 1343,14 \text{ м}^2$$

$$N_1 = S_1 * p_{ом} * P_1 = 1343,14 * 0,004 * 0,005 \approx 0 \text{ чел.}$$

Таблица 9 – Результаты ударной волны

№ зоны	R м.	S м ²	N чел.
6	17,49	960,5	4
5	19,17	193,39	1
4	21,51	298,9	1
3	27,08	849,83	1
2	33,3	1179,26	1
1	39,2	1343,14	0



Рисунок 5 – Зоны ударной волны и теплового потока

----- — зоны теплового потока;

————— — зоны ударной волны.

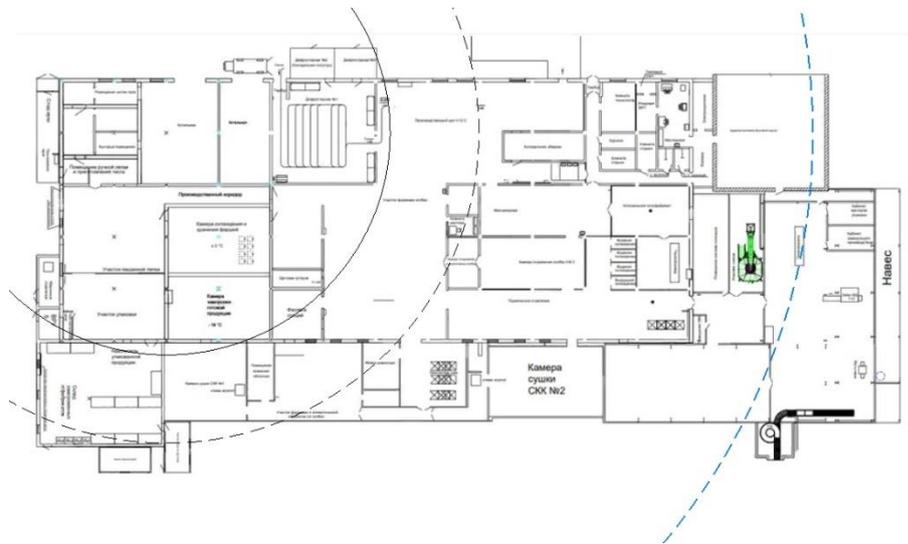


Рисунок 6 – Зоны ударной волны и теплового потока в промышленном здании

- – зона полных разрушений;
- – зона сильных разрушений;
- - - - - – зона средних разрушений.



Рисунок 7 – Зоны разрушения здания;

- – зона полных разрушений;
- – зона сильных разрушений;
- – зона средних разрушений;
- – зона слабых разрушений;
- – зона расстекления.

3.8 Определение числа погибших людей, находящихся в промышленном здании

Промышленное здание попали в зону полных, сильных, средних и слабых разрушений (см. рисунок 7)

Количество людей, находящихся здании $N_{4п} = 250$ чел.

Вероятность пострадавших людей в промышленных зданиях при сильных разрушениях $P_{4п} = 99\%$.

Число пострадавших людей в зданиях равно

$$N_{4п} = N_{4п} \cdot (1 - P_{4п}), \quad (6)$$

$$N_{п} = 1100 \cdot 0,06 = 66 \text{ чел.}$$

$$N_{с} = 1800 \cdot 0,06 \cdot (1 - 0,1) = 97 \text{ чел.}$$

$$N_{ср} = 3600 \cdot 0,06 \cdot (1 - 0,3) = 151 \text{ чел.}$$

$$N_{4п} = 151 \text{ чел.}$$

3.9 Определение числа людей, пораженных тепловым воздействием

Параметры огненного шара: радиус огненного шара:

$$R_{ои} = 3,2 \times m^{0,325}, \quad (7)$$

$$R_{ои} = 3,2 \times 180^{0,325} = 17,3 \text{ м.}$$

время существования огненного шара:

$$t = 0,85 \times m^{0,26}, \quad (8)$$

$$t = 0,85 \times 180^{0,26} = 3,3 \text{ с.}$$

Тепловой поток на поверхности огненного шара (Q_0) составит 200 кВт/м².

Площадь, покрываемая огненным шаром:

$$S_{ои} = 3,14 \times R_{ои}^2, \quad (9)$$

$$S_{ои} = 3,14 \times 17,3^2 = 939,77 \text{ м}^2.$$

Число погибших:

$$N_{ои} = S_{ои} \times \rho_{ом}, \quad (10)$$

$$N_{ош} = 939,77 \times 0,004 = 4 \text{ чел.}$$

Считаем, что вероятность гибели человека на площади, покрываемой огненным шаром равна 100 %.

Число погибших людей, находящихся в зоне, где вероятность их гибели составляет более 95 %.

Такой вероятности соответствует индекс дозы теплового излучения (J) $3,7 \cdot 10^3$ кВт/м².

Радиус зоны, где наблюдается данный тепловой индекс, равен:

$$X_{95} = R_{ош} \times Q_0^{0,5} \times (t / J)^{3/8}, \quad (11)$$

$$X_{95} = 17,3 \times 200^{0,5} \times (3,3 / 3700)^{3/8} = 17,58 \text{ м.}$$

Площадь зоны, где вероятность гибели людей более 95 %

$$S_{95} = 3,14 \times (17,58^2 - 17,3^2) = 30,67 \text{ м}^2.$$

Число пострадавших в данной зоне

$$N_{95} = S_{95} \times P_{97,5} \times \rho_{ом}, \quad (12)$$

$$N_{95} = 30,67 \times 0,975 \times 0,004 = 0,2 \approx 1 \text{ чел.}$$

где $P_{97,5}$ - средняя вероятность гибели людей в зоне (на границе зоны вероятность гибели 95 %).

Число погибших людей, находящихся в зоне, где вероятность их гибели находится в пределах от 65 до 95 % (среднее значение - 80 %).

Индекс дозы теплового излучения для вероятности 65 % составляет 1500.

Радиус зоны, где наблюдается данный индекс дозы теплового излучения:

$$X_{65} = 17,3 \times 200^{0,5} \times (3,3 / 1500)^{3/8} = 24,56 \text{ м.}$$

Площадь зоны:

$$S_{65} = 3,14 \times (24,56^2 - 17,58^2) = 923,6 \text{ м}^2.$$

Число пострадавших в данной зоне:

$$N_{65} = 923,6 \times 0,8 \times 0,004 = 3 \text{ чел.}$$

Число погибших людей, находящихся в зоне, где вероятность их гибели составляет от 25 до 65 % (среднее значение - 45 %).

Индекс дозы для данной зоны $J_{25} = 800$

Радиус зоны, где наблюдается данный индекс дозы теплового излучения:

$$X_{25} = 17,3 \times 200^{0,5} \times (3,3/800)^{3/8} = 31,2 \text{ м}$$

Площадь зоны:

$$S_{25} = 3,14 \times (31,2^2 - 24,56^2) = 1361,7 \text{ м}^2.$$

Число пострадавших в данной зоне:

$$N_{25} = 1361,7 \times 0,45 \times 0,004 = 3 \text{ чел.}$$

Число погибших людей в зоне, где вероятность их гибели составляет от 5 до 25 % (в среднем - 15 %).

Параметры зоны: $J_5 = 500$

Радиус зоны, где наблюдается данный индекс дозы теплового излучения:

$$X_5 = 17,3 \times 200^{0,5} \times (3,3/500)^{3/8} = 37,23 \text{ м.}$$

Площадь зоны:

$$S_5 = 3,14 \times (37,23^2 - 31,2^2) = 1096,6 \text{ м}^2.$$

Число пострадавших в данной зоне:

$$N_5 = 1096,6 \times 0,15 \times 0,004 = 1 \text{ чел.}$$

Общее число пострадавших от теплового потока:

$$N_{m.n} = N_{100} + N_{95} + N_{80} + N_{45} + N_{15}, \quad (13)$$

$$N_{m.n} = 4 + 1 + 3 + 3 + 1 = 12 \text{ чел.}$$

3.10 Определение общего количества людей, погибших на объекте в результате аварии

Количество пострадавших в зонах совместного действия воздушной ударной силы и теплового излучения определяется на основе сложения вероятности гибели людей от двух поражающих факторов.

Количество погибших людей на площади, покрываемой огненным шаром и в зоне гибели людей от ударной волны с вероятностью 0,99.

В 6-ой зоне погибнет 100 % персонала, т.е. 4 человек.

Количество людей, погибших в 5-ой зоне действия ударной волны и в зоне теплового потока (97.5 %)

$$N_{5,95}=3,14*(19,17^2-17,58^2) * 0,0095 * (0,975+0,95-0,975*0,95) = 1,7 \approx 2 \text{ чел.}$$

Количество людей, погибших в 4-ой зоне действия ударной волны и в зоне теплового потока (65 %)

$$N_{4,65}= 3,14*(24,56^2-21,51^2) * 0,0095 * (0,8+0,7-0,8*0,7) = 3,9 \approx 4 \text{ чел.}$$

Количество людей, погибших в 3-ой зоне действия ударной волны и в зоне теплового потока (65 %)

$$N_{3,65}=3,14*(27,08^2-24,56^2) * 0,0095 * (0,8+0,3-0,8*0,3) = 3,6 \approx 4 \text{ чел.}$$

Количество людей, погибших в 3-ой зоне действия ударной волны и в зоне теплового потока (65 %)

$$N_{3,25}=3,14*(31,2^2-27,08^2) * 0,0095 * (0,45+0,3-0,45*0,3) = 4,4 \approx 5 \text{ чел.}$$

Количество погибших в 2-й зоне действия ударной волны в зоне теплового потока (25 %)

$$N_{2,25}=3,14*(33,3^2-31,2^2) * 0,0095 * (0,45+0,055-0,45*0,055) = 2,5 \approx 3 \text{ чел.}$$

Количество погибших в 1-ой зоне действия ударной волны в зоне теплового потока (25 %)

$$N_{1,25}=3,14*(37,23^2-33,3^2) * 0,0095 * (0,45+0,005-0,45*0,005) = 5,1 \approx 6 \text{ чел.}$$

Количество погибших в 1-ой зоне действия ударной волны в зоне теплового потока (25 %)

$$N_{1,5}=3,14*(39,2^2-37,23^2) * 0,0095 * (0,15+0,005-0,15*0,005) = 2,8 \approx 3 \text{ чел.}$$

Количество погибших во всех зонах совместного действия воздушной ударной волны и теплового потока

$$N_{5-1,5} = 2 + 4 + 4 + 5 + 3 + 6 + 3 = 27 \text{ чел.}$$

Общее количество погибших в результате аварии на пожаровзрывоопасном объекте

$$N_{\text{общ}} = 27 + 151 + 4 = 182 \text{ чел.}$$

3.11 Мероприятия по повышению устойчивости функционирования газовой котельной

Мероприятия по повышению устойчивости газовой котельной можно разделить на следующие категории:

- 1) Организационные;
- 2) Инженерно-технические;
- 3) Специально технологические.

Организационные мероприятия по проведению противоаварийных мероприятий предполагают заблаговременное планирование действий персонала объекта при возникновении ЧС. Они включают:

- Проверка на работоспособность системы пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения.
- Уточнение порядка и последовательности проведения мероприятий, предусмотренных графиком безаварийной остановки производства.
- Разработка инструкций (наставлений, руководств) по снижению опасности возникновения аварийных ситуаций на объекте, безаварийной остановке производства, локализации аварий и ликвидации последствий, а также по организации восстановления нарушенного производства;
- Обучение персонала объекта соблюдению мер безопасности и способам действий при возникновении ЧС, локализации аварий и пожаров, ликвидации последствий и восстановлению нарушенного производства;
- Подготовка сил и средств объекта для проведения мероприятий по ликвидации последствий аварийных ситуаций и восстановлению производства;
- Создание и содержание в постоянной готовности систем оповещения и управления при ЧС;
- Проверка на работоспособность системы пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения.

Инженерно-технические мероприятия направлены на повышение физической устойчивости здания и оборудования котельной и создание условий для его быстрого восстановления.

К числу инженерно-технических мероприятий по повышению устойчивости работы котельной относятся:

- Проверка готовности автономных источников электроснабжения, используемых для безаварийной остановки производства.
- Изготовление специальных защитных устройств, предохраняющих технологическое оборудование от падающих обломков разрушаемого здания
- Подготовка оборудования технологических линий и отдельных участков к безаварийной остановке при внезапном отключении внешнего электроснабжения.
- Установка дополнительных датчиков контроля загазованности

Специальные технологические мероприятия способствуют созданию условий для перевода работы объекта на аварийный режим работы и обеспечению всех видов защиты и спасения людей, попавших в зоны ЧС, и быстрой ликвидации ЧС и ее последствий. К ним относятся [8]:

- Разработка и внедрение мероприятий по антитеррористической защите территории объекта;
- Разработка и внедрение мероприятий по охране территории объекта;
- Подготовка объекта к восстановлению после ликвидации ЧС;
- Перевод объекта на аварийный режим работы.

Перевод объекта на аварийный режим работы включает следующие мероприятия:

- Перераспределение персонала объекта по сменам;
- Подготовка к безаварийной остановке котлов;
- Введение в действие системы оповещения;

- Обеспечение наибольшей защиты работающей смены;

Подготовка объекта к восстановлению включает:

- Разработку проекта восстановления объекта;
- Подготовка рабочей силы и техники, необходимой для проведения восстановительных работ;
 - Установка устройств, повышающих устойчивость технологического оборудования к опрокидывающему воздействию ударной волны.
 - Создание резервов, материалов и оборудования для производства ремонтных работ.
 - Завершение ремонта оборудования.
 - Создание резерва средств пожаротушений.

3.12 Мероприятия по предупреждению возникновения взрыва.

Исходя из того, что в большинстве случаев взрыв происходит при утечке газа в связи с разгерметизацией газопровода, считаю нужным ввести ежедневную, обязательную проверку газопровода течеискателем Мегеон 08088.

Портативный газоанализатор МЕГЕОН 08088 - это современный измерительный прибор, который позволяет быстро обнаружить утечку взрывоопасных газов. Газоанализатор оснащен полужестким измерительным зондом, который позволит локализовать утечку даже в самых труднодоступных местах. Прибор поддерживает несколько видов оповещения - визуальную и звуковую индикацию, а возможность регулировки уровня чувствительности дает возможность компенсировать влияние естественного содержания газа в воздухе. Эксплуатация не требует особых знаний и навыков. Достаточно настроить чувствительность датчика в условиях отсутствия в воздухе примесей исследуемых газов, а затем осуществить поиск в предполагаемом месте утечки [9].

Особенности:

- Высокие показатели чувствительности
- Возможность плавной регулировки частоты сигнала
- Звуковое и визуальное оповещение
- Детектор высокой точности позволяет обнаружить малейшие утечки газа
- Время измерения не превышает 2 секунд
- Разъем для подключения наушников
- Длина гибкого зонда составляет 406мм

Так же предлагаю оборудовать котельное помещение дополнительными сигнализаторами загазованности СТГ-3-И-Ех ИБЯЛ. Диапазон измерений от 0 до 50% НКПР. Срабатывание сигнализации: ПОРОГ 1 (предупредительный) — 10% НКПР, ПОРОГ 2 (аварийный) — 20% НКПР [10].

Особенности:

- Простой и дешевый газоанализатор;
- Малое количество линий связи (шлейфовое соединение датчиков);
- Регулируемые пороги сигнализации;
- Подключение к одному шлейфу до 16 датчиков на ДВК и до 30 датчиков на ПДК;
- Возможность увеличения количества датчиков за счет увеличения мощности источника питания;
- Линия связи до 1км;
- Интерфейс RS-485 с возможностью передачи информации по каждому датчику;
- Световая и звуковая сигнализация по каждому датчику;
- Высокая степень защиты от внешних воздействий IP65;
- Калибровка датчиков без демонтажа;

- Демонтаж датчиков осуществляется без нарушения целостности шлейфа.
- Долгий срок службы датчика - более 3 лет.

3.11 Предлагаемые мероприятия по снижению тяжести последствий

В данной котельной применяются порошковые системы пожаротушения «Буран».

Модуль пожаротушения «Буран» состоит из двух основных частей – собственно системы пламягашения и пускового механизма.

Огнетушитель изготавливается со стальным корпусом, заполненным огнетушащей смесью. Также в баллон встроен генератор газа. В конструкции имеется распылитель вещества и разрывная мембрана.

Принцип работы

К каждому устройству прилагается паспорт, совмещенный с инструкцией по эксплуатации.

В документе размещена схема агрегата, и дано описание, каким образом производится срабатывание противопожарного модуля:

- при повышении температуры в помещении запускается электровоспламенитель, который подает сигнал на огнетушитель;
- по импульсу тока срабатывает газогенератор в корпусе изделия;
- давление газа достигает расчетного и разрушает встроенную мембрану по насечкам;
- порошок через отверстие распылителя подается на очаг возгорания.

Преимущества и недостатки

Порошковое тушение чаще всего действует по поверхности возгорания, а в случае мелкодисперсных порошков допустимо и для объемного пожаротушения.

В качестве главных преимуществ выступают относительно низкая стоимость и доступность.

Кроме преимуществ порошковое пожаротушение Буран владеет и некоторыми недостатками:

- Порошковая смесь не подходит для тушения веществ, которые поддерживают процесс горения и без притока воздуха, а также тех, которые могут тлеть в глубине слоя.

- Учитывая то, что в состав порошка для тушения входят различные химические вещества, сразу после тушения пожара следует незамедлительно удалить остатки порошка из поверхностей. Особенно это касается металлических поверхностей, которые могут вступать в химические реакции с остатками порошка.

- Порошковая смесь, находящегося внутри модуля Буран вредна для человеческого здоровья. Поэтому использование таких систем должно осуществляться только после полной эвакуации людей из помещений, где началось возгорание.

- Потребность в дополнительных коммуникациях (например, трубопроводах).

- Необходимость в наличии на объекте 100% запаса модулей порошкового тушения и порошка для замены.

Проанализировав существующие системы пожаротушения, которые устанавливаются в котельных, я предлагаю по истечения срока эксплуатации, в 10 лет, порошковые противопожарных систем «Буран», заменить их на аэрозольные системы пожаротушения АГС-12 [11].

Поскольку дисперсность частиц аэрозоля гораздо ниже, чем у порошка, аэрозольное тушение обладает рядом преимуществ по сравнению с порошковым:

- более равномерное распределение в пространстве,
- способность дольше находиться во взвешенном состоянии,
- большая реакционная поверхность.

Таким образом, при аэрозольном пожаротушении достигается более высокая эффективность и длительное сохранение огнетушащей концентрации в воздухе — до 15 минут, благодаря чему повторное возгорание невозможно.

Достоинства:

- Быстрое распространение аэрозольных частиц на значительные расстояния за счет интенсивной струи газа.
- Минимальный материальный ущерб после тушения. Помещение можно легко привести в порядок.
- Простой монтаж, нет необходимости в дополнительном оборудовании и коммуникациях.
- Малая токсичность огнетушащего состава, низкий риск отравления.

Недостатки:

- Горячий поток, создаваемый струями газа и аэрозоля. Образование высокотемпературных зон, где запрещено нахождение людей и горючих материалов.
- Ограничения по степени огнестойкости сооружения (для установок, в которых аэрозоль нагревается выше 400 °С).
- Требование к герметичности помещения при тушении.

4. Социальная ответственность

Одним из направлений государственной политики в области охраны труда является сохранение жизни и здоровья работника. Безопасность работника в условиях любого современного производства обеспечивается правовой, социально-экономической, организационно-технической, санитарногигиенической, лечебно-профилактической защитой

В данной работе рассматривается котельная предприятия Мясокомбината города Петропавловск-Камчатский. Обслуживает данный объект газовая служба предприятия.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

В связи с ТК РФ Статья 212 [12]. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

К нормативным правовым актам, утверждаемым федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, и содержащим государственные нормативные требования охраны труда, относятся:

правила по охране труда, а также иные нормативные правовые акты, содержащие государственные нормативные требования охраны труда, предусмотренные настоящим Кодексом;

единые типовые нормы бесплатной выдачи работникам средств индивидуальной защиты.

Работодатель обязан обеспечить безопасные условия и охрану труда, а оператор газовой котельной имеет право на:

- соответствующее требованиям охраны труда рабочее место;

- получение информации об условиях и охране труда на рабочем месте, о риске повреждения здоровья, предоставляемых гарантиях, полагающихся компенсациях;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, и оказанию первой помощи пострадавшим;
- санитарно-бытовое обслуживание и медицинское обеспечение в соответствии с требованиями охраны труда, а также доставку в медицинскую организацию в случае необходимости оказания ему неотложной медицинской помощи;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Специальный порядок составления графиков работы (сменности) для операторов газовой котельной закон не установил. Следует применять общие требования.

При сменной работе (работа в две, три или четыре смены) сотрудники трудятся в течение времени в соответствии с графиком сменности. В таком графике необходимо учесть мнение профсоюза или иного представительного органа сотрудников, если он есть в организации. Об этом говорится в частях 2 и 3 статьи 103 Трудового кодекса РФ.

Если сотруднику установлен сменный режим работы, при составлении графика сменности нужно учесть следующее:

- продолжительность рабочего времени не должна быть выше нормы (ч. 2 ст. 91 ТК РФ). Если в организации установлен суммированный учет, график сменности надо составить так, чтобы за учетный период сотрудник отработал норму часов по производственному календарю (статья 104 ТК РФ);
- для отдельных категорий сотрудников рабочая смена не должна превышать установленный предел (ст. 94 ТК РФ);
- рабочая смена непосредственно перед нерабочим праздничным днем должна быть меньше на один час (ч. 1 ст. 95 ТК РФ);

- ночная смена меньше на один час, и этот час не нужно отрабатывать (ч. 2 ст. 96 ТК РФ);
- работать две смены подряд запрещено (ч. 5 ст. 103 ТК РФ);
- еженедельно непрерывно отдыхать нужно не менее 42 часов (ст. 110 ТК РФ);
- продолжительность ежедневного отдыха между сменами должна быть вдвое больше продолжительности работы (СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда").

Наряду с настоящими требованиями оператор котельной должен соблюдать:

- требования, изложенные в тарифно-квалификационных характеристиках, предъявляемые к уровню теоретических и практических знаний работающего соответствующей квалификации;
- требования Производственной инструкции по обслуживанию котлов;
- правила технической эксплуатации оборудования, приспособлений, инструмента, при помощи которых он работает или которые обслуживает;
- правила внутреннего трудового распорядка.

4.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Согласно ГОСТ 12.2.032-78 [13] конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места оператора должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;

достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;

Главными элементами рабочего места оператора являются письменный стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя. Рабочее место для выполнения работ в положении сидя организуется в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 [13].

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление оператора. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Газовые котлы являются устройствами с высокой пожароопасностью и взрывоопасностью, поэтому к газовым котельным предъявляются строгие требования согласно СП 62.13330.2011* [14], СП 41-104-2000 [15]. Выполнение этих требований является обязательным условием при оборудовании котельного помещения, а именно:

- высота потолка помещения котельной должна составлять не менее 2,5 метра;
- объем и площадь помещения котельной проектируются из условий удобного обслуживания тепловых агрегатов и вспомогательного оборудования;
- помещение котельной должно быть отделено от смежных помещений ограждающими стенами с пределом огнестойкости 0,75 ч;
- естественное освещение помещения котельной – из расчета остекления 0,03 кв. метра на 1 куб. метр объема помещения;
- при расстановке оборудования в помещении котельной необходимо соблюдать установленные расстояния между оборудованием и стенами;

- при установке насосов, вентиляторов и т.п. перед линией фронта котлов ширина свободных проходов должна быть не менее 1,5 м. Ширина проходов между котлами и между котлами и стеной должна быть не менее 1м.

4.2. Производственная безопасность

За работой и обслуживанием котельных агрегатов, насосным оборудованием, трубопроводами пара и горячей воды смотрят операторы котельной. Его класс условий труда соответствует 2.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Перечень опасных и вредных факторов газовой котельной

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
Опасные факторы	1. Поражение электрическим током;	ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [16]. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [17].
	2. Термические ожоги;	Приказ РАО «ЕЭС России» от 21.06.2007 Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве [18].
	3. Отравление газом;	ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [19].
	4. Статическое электричество	ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования [20].
	5. Движущиеся машины и механизмы.	Свод практических правил по охране труда при эксплуатации машин и механизмов [21].
	6. Работа с сосудами под давлением	ПРИКАЗ от 15 декабря 2020 г. N 536 «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» [22].

Продолжение таблицы 10 – Перечень опасных и вредных факторов газовой котельной

Вредные факторы	1. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;	ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [23]
	2. Повышенный уровень шума;	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [24].
	3. Неудовлетворительный микроклимат рабочей зоны;	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [25].
	4. Недостаточное освещение;	СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования [26].
	5. Повышенная вибрация (общая);	ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования [27].
Психофизические факторы	1. Физические перегрузки; 2. Умственное переутомление; 3. Эмоциональное переутомление; 4. Монотонность труда.	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [28].

Поражение электрическим током

В котельной применяют различные электрические установки. Электроустановки эксплуатируются в помещении с большой влажностью и повышенной температурой воздуха. Статистические данные показывают, что от 1 до 3 % от всех несчастных случаев приходится на поражения током. Операторам газовой котельной с электрическим приводом присваивается квалификационная группа по электробезопасности не ниже III.

Для предотвращения поражения током на все электросиловое оборудование в котельной предусмотрено заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.019-2017 [16]. Заземлители применяются искусственные в виде труб диаметром 30 мм и длиной 3 м. Защитному заземлению подлежат металлические токоведущие части электрооборудования, которые могут из-за

неисправности изоляции оказаться под напряжением и к которым возможно прикосновение людей.

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 [17] при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно - 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8 В и 1 м (не более 10 мин в сутки).

Условия труда по вредному фактору – поражение электрическим током на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

Все принимаемые на работу лица, а также командированные в организацию работники и работники сторонних организаций, выполняющие работы на выделенном участке, обучающиеся образовательных учреждений соответствующих уровней, проходящие в организации производственную практику, и другие лица, участвующие в производственной деятельности организации, проходят в установленном порядке вводный инструктаж, который проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя (или уполномоченного им лица) возложены эти обязанности.

Вводный инструктаж по охране труда проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом).

Кроме вводного инструктажа по охране труда, проводится первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи.

Термические ожоги

Термические ожоги – это ожоги пламенем, горячим паром, горячей или горячей жидкостью, от соприкосновения с раскаленными предметами.

Оператору котельной приходится работать с трубопроводами, находящимся под давлением, с нагретой водой, в которой могут быть вредные вещества и организмы. Чтобы не получить термические ожоги и другие травмы, он должен использовать средства индивидуальной защиты, при производстве которых соблюдались ГОСТы. Все горячие части оборудования, трубопроводы, баки и другие элементы, прикосновение к которым может вызвать ожоги, должны иметь тепловую изоляцию и предупреждающие знаки.

Отравление газом и повышенная загазованность

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 [19] содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), используемых при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования, вентиляции, для контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих.

При работе котлов и других тепловых устройств, использующих газообразное, жидкое или твердое топливо в воздухе производственных помещений может возникнуть избыточная концентрация оксида углерода CO - 20 мг/м³ в соответствии с ГН 2.2.5.1313-03 [23] - способная привести к отравлениям персонала. Причинами возникновения повышенного содержания оксида углерода в воздухе помещений котельных являются нарушения в работе топливо-сжигающих агрегатов. Причинами возникновения повышенного содержания оксида углерода в воздухе помещений котельных являются утечки через неплотности в местах стыковки частей газохода.

К коллективным средствам защиты от загазованности воздуха являются средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест. Они включают устройства вентиляции и очистки воздуха; кондиционирование воздуха; автоматического контроля и сигнализации. К индивидуальным средствам защиты от загазованности

воздуха относятся фильтрующие средства индивидуальной защиты органов дыхания: полумаски фильтрующие, респираторы, противогазы.

Статическое электричество

Электростатическая искробезопасность должна обеспечиваться за счет создания условий, предупреждающих возникновение разрядов статического электричества, способных стать источником зажигания объектов защиты.

Статическое электричество возникает в процессе появления зарядов на проводниках, поверхностях различных предметов. Появляются они в результате трения, возникающего при соприкосновении предметов.

Чтобы избежать неблагоприятного воздействия этого явления, разработан государственный стандарт показателя напряженности электростатических полей. Его максимально допустимый уровень 60 кВ/м в час.

Средства защиты от повышенного уровня статического электричества включают: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранизирующие устройства.

Условия труда по вредному фактору – статическое электричество на рассматриваемом объекте соответствуют допустимым нормам.

Движущиеся машины и механизмы

Механические опасные факторы:

- движущие, вращающиеся, разлетающиеся предметы (части станков, обрабатываемые детали, заготовки, стружка, инструмент, части абразивных кругов и др.);

- падающие, перемещаемые предметы и грузы;

- высокое давление воды, водяного пара.

Средства коллективной защиты включают в себя устройства: оградительные, автоматического контроля и сигнализации; предохранительные; дистанционного управления; тормозные; знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты: средства защиты головы (каска, шлемы и т. д.), одежда специальная защитная (тулупы, пальто и т. д.); средства защиты рук (рукавицы, перчатки и т. д.); средства защиты ног (сапоги, ботинки и т. д.); средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки лицевые и т. д.)

Работа с сосудами под давлением

Организация, индивидуальный предприниматель, осуществляющие эксплуатацию оборудования под давлением (эксплуатирующая организация), должны обеспечить содержание оборудования под давлением в исправном (работоспособном) состоянии и безопасные условия его эксплуатации.

Работники, непосредственно связанные с эксплуатацией оборудования под давлением, должны:

- инженерно-технические работники - пройти аттестацию по промышленной безопасности, в объеме требований промышленной безопасности, необходимых для исполнения трудовых обязанностей, знать положения распорядительных документов, инструкций и иных нормативных документов, принятых в организации для обеспечения промышленной безопасности, относящихся к выполняемым обязанностям и выполнять установленные в них требования в процессе выполнения работ;
- обслуживающий и ремонтный персонал - соответствовать квалификационным требованиям (в зависимости от типа конкретного оборудования, к эксплуатации которого они допускаются) и иметь выданный в установленном распорядительными документами организации порядке документ (протокол, удостоверение) на право самостоятельной работы по соответствующим видам деятельности, знать и выполнять требования производственных, технологических и иных инструкций (документов), определяющих порядок и безопасные методы выполнения работ, к которым работник допущен;
- знать устройство, принцип действия, технические характеристики, допустимые рабочие параметры и критерии работоспособности эксплуатируемого оборудования под давлением, контролировать соблюдение

технологического процесса и приостанавливать работу оборудования в случае возникновения угрозы аварийной ситуации, информируя об этом своего непосредственного руководителя;

- при обнаружении повреждений оборудования под давлением, которые могут привести к аварийной ситуации или свидетельствуют о неработоспособном состоянии оборудования, не приступать к работе до приведения оборудования под давлением в работоспособное состояние;
- не приступать к работе или прекратить работу в условиях, не обеспечивающих безопасную эксплуатацию оборудования под давлением, и в случаях выявления отступлений от технологического процесса и недопустимого повышения (понижения) значений параметров работы оборудования под давлением;
- в случаях возникновения аварий и инцидентов при эксплуатации оборудования под давлением действовать в соответствии с требованиями соответствующих инструкций и планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (при наличии).

Повышенный уровень шума

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [24]. Работа слесаря по эксплуатации и ремонту газового оборудования относится к физической работе, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем допустимый эквивалентный уровень шума – 80 дБ).

Средствами коллективной защиты от избыточного шума включают устройства: оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; глушители шума; устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления.

Неудовлетворительный микроклимат рабочей зоны

Причиной повышенной температуры воздуха, повышенной/пониженной влажности воздуха в газовой котельной, являются нагретые поверхности котельных агрегатов, трубопроводов пара и горячей воды.

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения. Если сочетание этих параметров не является оптимальным для организма человека, может быть нарушено функциональное и тепловое состояние человека.

Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах помещения газовой котельной представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата

Период года		Холодный		Теплый	
Категория работ по уровню энергозатрат, Вт		Іб (140-174)	Іб (233-290)	Іб (140-174)	Іб (233-290)
Температура воздуха, 0С	оптимальная	21-23	17-19	22-24	19-21
	допустимая	19-24	15-22	20-28	16-27
Температура поверхностей, 0С	оптимальная	20-24	16-20	21-25	18-22
	допустимая	18-25	14-23	19-29	15-28
Относительная влажность воздуха, %	оптимальная	60-40	60-40	60-40	60-40
	допустимая	15-75	15-75	15-75	15-75
Скорость движения воздуха, м/с	оптимальная	0,1	0,2	0,1	0,2
	допустимая	0,1-0,2	0,2-0,4	0,1-0,3	0,2-0,5

В помещении котельной предусматривается приток наружного воздуха через жалюзийные решетки. Все элементы котлов, трубопроводов, и вспомогательного оборудования с температурой стенки наружной поверхности выше 55°С расположены в местах, доступных для

обслуживающего персонала, покрыты тепловой изоляцией, температура которой не превышает 45 °С. Предельно допустимые нормы тепловыделения на рабочем месте составляют 35 Вт/м².

Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата в помещении газовой котельной соответствуют нормам.

Недостаточное освещение

Возникает вследствие плохой работы осветительных приборов и затененностью оборудования, конструкций. Недостаточное освещение в помещении котельной может привести к повышению травматизма ремонтного и эксплуатационного персонала, а в помещении щитовой – к ухудшению остроты зрения, нервному напряжению.

Действующим нормативным документом является СНиП 23-05-95* [26]. Помещение котельной, согласно СНиП должно быть оснащено таким образом, чтобы обеспечить качественный монтаж котла, а при эксплуатации, возможность правильной работы. Согласно нормам искусственного освещения, нормируемая освещенность в котельных должна составлять 100 лк.

Повышенная вибрация общая

На оператора газовой котельной в производственных условиях действует общая вибрация 3А категории. Длительное воздействие вибрации приводит к различным нарушениям здоровья человека и, в конечном счете, к «вибрационной болезни». Общая вибрация оказывает неблагоприятное воздействие на нервную систему, наступает изменение в сердечнососудистой системе, вестибулярном аппарате, нарушается обмен веществ.

Амплитуда вибрации дымососов и вентиляторов не должна превышать 0,1 мм. При амплитуде равной 0,2 мм производят аварийный остановку оборудования. Уменьшение вибрации достигается применением виброизоляции, что значительно снижает передачу вибрации от источника к фундаменту и полу.

Допустимые уровни шума и общей вибрации на рабочем месте оператора газовой котельной соответствуют нормам.

Психофизические факторы

К психофизиологическим факторам можно отнести: физические перегрузки, умственное переутомление, эмоциональное переутомление, монотонность труда. По окончании рабочего дня зачастую операторы испытывают такие ощущения, как: головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

Для предотвращения данных факторов в течение всей рабочей смены следует соблюдать установленный администрацией режим труда и отдыха.

4.3 Экологическая безопасность

Газовая котельная по признаку использования, хранения горючих веществ является опасным производственным объектом (ОПО), согласно 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [29].

Основными загрязняющими веществами являются метан и одорант, имеющий резкий запах. При сжигании природного газа в атмосферу будут выделяться продукты сгорания газа – окись углерода, диоксид и оксид азота и бензапирен.

Дымовые трубы котельной являются основными, постоянно действующими источниками загрязнения. Можно сделать вывод о том, что данный объект будет относиться к I категории объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду.

К основным методам обеспечения экологической безопасности относятся методы контроля качества окружающей среды, методы моделирования и прогноза, в том числе методы системного анализа, системной динамики, информатики и др.; комбинированные методы, например, эколого-токсикологические методы, включающие различные группы методов (физико-химических, биологических, токсикологических и др.), методы управления качеством окружающей среды.

Защита селитебной зоны

ЧС на газовых котельных сопровождается образованием волны прорыва, повреждением и разрушением материальных ценностей, нанесением ущерба окружающей среде, а также возникновением реальной угрозы массовой гибели людей и сельскохозяйственных животных.

Селитебная зона должна располагаться далеко за пределами промышленной зоны. Вокруг промышленной зоны должна существовать санитарно-защитная полоса более 3 000 м. Необходим постоянный контроль за их соблюдением на основе комплексного мониторинга.

Основные меры по защите населения:

- своевременное оповещение населения;
- организованная эвакуация населения;
- организация и проведение АСДНР;
- оказание помощи пострадавшим.

Защита атмосферы

При эксплуатации газовых котельных происходят выбросы из вентиляционных систем огромного количества вредных веществ.

Охрана атмосферного воздуха в период строительства связана с выполнением следующих мероприятий:

- регулирование двигателей всех используемых строительных машин, механизмов и автотранспортных средств на минимальный выброс выхлопных газов;
- контроль за точным соблюдением технологического регламента работы котлоагрегатов;
- ежегодный мониторинг окружающей среды с инструментальным контролем за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу;
- проведение плано-предупредительных работ.

Защита гидросферы

Защита гидросферы от вредных сбросов осуществляется применением следующих методов и средств: рациональным размещением источников сбросов и организацией водозабора и водоотвода; разбавлением вредных веществ в водоемах до допустимых концентраций с применением специально организованных и рассредоточенных выпусков.

С целью стимулирования предприятий к качественной очистке собственных стоков целесообразно организовывать водозабор на технологические нужды ниже по течению реки, чем сброс сточных вод.

Защита литосферы

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Для переработки твердых отходов применяются такие процессы, как дробление и измельчение, классификация и сортировка, обогащение в тяжелых средах, отсадка, магнитная и электрическая сепарация, сушка и грануляция, термохимический обжиг, экстракция и др.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основной причиной ЧС в газовых котельных является разгерметизация газопровода в результате механических повреждений; отказов запорной, регулирующей и предохранительной арматуры; коррозия, усталость металла.

Рассмотрим два сценария развития аварии газовой котельной – пожар и взрыв ГВС в помещении котельной и приведем порядок действий персонала. Причины данной аварии – утечка природного газа из фланцевых и резьбовых соединений и появление искры.

Последовательность проведения работ по локализации и ликвидации аварии в обоих случаях:

1. Произошел взрыв газозвдушной смеси в котельной.

Действия оператора:

- 1) Полностью отключить котельную от газоснабжения по Правилам аварийной остановки котельной.

2) Вызвать ответственное лицо, сообщить АДС участка по тел. 04.

Действия ответственного лица:

1) Обеспечить безопасность обслуживающего персонала, в случае необходимости оказать первую помощь пострадавшим и вызвать скорую помощь по тел. - 03.

2) Сохранить обстановку и оборудование в том состоянии, которое оказалось после аварии, если такое состояние не угрожает жизни окружающих людей.

3) Не допускать посторонних лиц в котельную.

4) Организовать работы по устранению последствий аварии после расследования причин аварии.

2. Пожар в котельной или пожар вблизи котельной.

Действия ответственного лица:

1) Принять участие в тушении пожара.

2) Оказать обслуживающему персоналу первую помощь, при надобности вызвать скорую помощь.

3) После устранения последствий пожара вызвать представителей газового участка для пуска и розжига котлов.

Действия оператора:

1) Перекрыть подачу газа к котлам с помощью ПКН в ГРУ.

2) Закрывать запорные устройства котлов, открыть краны на свечах безопасности и на продувочной свече.

3) Закрывать газовую задвижку на вводе и все последующие газовые задвижки.

4) Вызвать пожарную команду, вызвать ответственное лицо.

Вывод

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрено рабочее место оператора газовой котельной.

Помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 [30] относится к категории Г (умеренная пожароопасность).

Категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 [31] является ПБ.

Данный объект относится к I категории объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду.

Операторам газовой котельной с электрическим приводом присваивается квалификационная группа по электробезопасности не ниже III. Его класс условий труда соответствует 2.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основная цель данного раздела является определение перспективности и успешности НИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является «Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной».

Суть исследования заключается в анализе вариантов возникновения ЧС на газовой котельной, расчете потерь и повреждений при самой вероятной ЧС и надежного функционирования газовой котельной. Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

5.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 12

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _Е	Б _И	Б _В	К _Е	К _И	К _В
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
2. Визуализация полученных результатов	0,13	5	5	3	0,65	0,65	0,39
3. Полнота представления данных	0,13	5	4	4	0,65	0,52	0,52
4. Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
5. Универсальность метода	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
6. Специальное оборудование	0,08	4	3	4	0,32	0,24	0,32
7. Предоставляемые возможности	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
Экономические критерии оценки эффективности							
8. Цена	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
9. Конкурентоспособность	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
Итого	1	41	35	32	4,52	3,88	3,51

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i \quad (14)$$

где K – конкурентоспособность вида;

V_i – вес критерия (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

5.1.2 SWOT-анализ

Произведем также в данном разделе SWOT – анализ НИ, позволяющий оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок.

SWOT – представляет собой комплексный анализ научноисследовательского проекта. SWOT – анализ НИ, позволяющий

оценить факторы и явления, способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок.

Сильные стороны – это факторы, которые положительно сказываются на развитии проекта. Сюда обычно включают все, что превращает функционирование в успешную и конкурентную работу.

Слабые стороны – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта: тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

На первом этапе SWOT анализа в таблице 13 были описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НИ.

Таблица 13 – Матрица SWOT анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>С1. Прогнозирование и выявление опасностей в широком масштабе;</p> <p>С2. Устойчивое финансовое положение;</p> <p>С3. Потребность предприятий в расчете оценки рисков при ЧС и разработке мероприятий;</p> <p>С4. Постоянная информационная насыщенность.</p>	<p>Сл1. Затраты на прокладку трубопроводов;</p> <p>Сл2. Значительно большая опасность утечки природного газа и как следствие, возможность взрыва;</p> <p>Сл3. Большое негативное воздействие на окружающую среду;</p>
Возможности	Угрозы внешней среды
<p>В1. Возросшие потребности в тепле;</p> <p>В2. Рост и развитие новых предприятий, которые будут работать с оборудованием под давлением, требующих разработки мероприятий.</p>	<p>У1. При снижении руководством уровня контроля возможно разрушение системы;</p> <p>У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой.</p> <p>У3. При снижении руководством уровня контроля возможно разрушение системы;</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в табл. 14.

Таблица 14 - Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

Возможности проекта	Сильные стороны				Слабые стороны		
		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2
B1	+	-	+	+	-	+	-
B2	+	+	-	+	+	-	+

Таблица 15 - Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

Угрозы проекта	Сильные стороны				Слабые стороны		
		C1	C2	C3	C4	Сл1	Сл2
У1	+	+	-	+	-	-	+
У2	+	+	+	-	-	+	-
У3	+	+	+	+	+	+	+

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 16.

Таблица 16 - Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>C1. Прогнозирование и выявление опасностей в широком масштабе;</p> <p>C2. Устойчивое финансовое положение;</p> <p>C3. Потребность предприятий в расчете оценки рисков при ЧС и разработке мероприятий;</p> <p>C4. Постоянная информационная насыщенность.</p>	<p>Сл1. Затраты на прокладку трубопроводов;</p> <p>Сл2. Значительно большая опасность утечки природного газа и как следствие, возможность взрыва;</p> <p>Сл3. Большое негативное воздействие на окружающую среду;</p>

Продолжение таблицы 16 - Итоговая матрица SWOT-анализа

<p>Возможности:</p> <p>В1. Возросшие потребности в тепле;</p> <p>В2. Рост и развитие новых предприятий, которые будут работать с оборудованием под давлением, требующих разработки мероприятий.</p>	<p>В результате возросшей потребности тепла большинство зданий зимой будет отапливаться.</p>	<p>В данной ситуации можно сделать вывод о том, что персонал будет всё время задействован в выполнении различных работ по добычи газа, ремонту оборудования ликвидации аварии и т.д.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. При снижении руководством уровня контроля возможно разрушение системы;</p> <p>У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой.</p> <p>У3. При снижении руководством уровня контроля возможно разрушение системы;</p>	<p>Самой большой угрозой для проекта является отсутствие финансовой поддержки из-за дороговизны оборудования.</p> <p>Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности</p>	<p>Для достижения поставленной цели руководителю необходимо правильно распределять ресурсы и обучать персонал в данной работе.</p>

Вывод SWOT-анализа: в ходе анализа были рассмотрены все сильные и слабые стороны научного проекта. SWOT-анализ показал, что работа котельной на природном газе является более целесообразной по наличию благоприятных возможностей, сильных и слабых сторон предприятия, определяющих пути его развития.

5.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 17 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	4
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	2
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	3

Продолжение таблицы 17 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	56	49

Итоговые значения проработанности научного проекта и знания у разработчика лежат в диапазоне от 49 до 56, что говорит о средней перспективности проекта. Многие аспекты вывода продукта на рынок не были учтены, а также проявляется недостаток знаний. Следовательно, требуется дополнительные затраты на наём или консультации у соответствующих специалистов.

5.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели,

инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Студент
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	Научный руководитель Студент
	6	Согласование полученных данных с научным руководителем	Научный руководитель Студент
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель Студент
	8	Работа над выводами по проекту	Студент
Оформление отчета по НИР	9	Составление пояснительной записки	Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, который зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5}, \quad (15)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 5}{5} = 3,2 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 5}{5} = 3,2 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{ож3} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 1}{5} = 1,6 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{ож4} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 2}{5} = 2,6 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{ож5} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 6}{5} = 6,6 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 5}{5} = 6,8 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1,8 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 5}{5} = 4,4 \text{ чел. -дн.},$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 2}{5} = 3,2 \text{ чел. -дн.},$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ по нескольким исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{ч_i}, \quad (16)$$

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

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p1} = \frac{3,2}{1} = 3 \text{ раб. дн.},$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p2} = \frac{3,2}{1} = 3 \text{ раб. дн.},$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p3} = \frac{1,6}{1} = 2 \text{ раб. дн ,}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p4} = \frac{2,6}{2} = 1 \text{ раб. дн ,}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p5} = \frac{6,6}{2} = 3 \text{ раб. дн ,}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p6} = \frac{6,8}{2} = 3 \text{ раб. дн ,}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p7} = \frac{1,8}{2} = 1 \text{ раб. дн ,}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p8} = \frac{4,4}{1} = 4 \text{ раб. дн ,}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p9} = \frac{3,2}{1} = 3 \text{ раб. дн ,}$$

Таким образом, наиболее трудоемкими и продолжительными этапами работы ожидаются этапы 5, 6 и 8.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построение графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} , \quad (17)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})}, \quad (18)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Расчет коэффициента календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях:

$$T_{k1} = 3 \cdot 1,48 = 4,$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях:

$$T_{k2} = 3 \cdot 1,48 = 4,$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях:

$$T_{k3} = 2 \cdot 1,48 = 3,$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях:

$$T_{k4} = 1 \cdot 1,48 = 1,$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях:

$$T_{k5} = 3 \cdot 1,48 = 4,$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях:

$$T_{k6} = 3 \cdot 1,48 = 4,$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях:

$$T_{k7} = 1 \cdot 1,48 = 1,$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях:

$$T_{k8} = 4 \cdot 1,48 = 6,$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях:

$$T_{k9} = 3 \cdot 1,48 = 4,$$

Таблица 19 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
		T_{min} , чел–дни	T_{max} , чел–дни	$T_{ож}$, чел–дни			
1	Составление и утверждение технического задания	2	5	3,2	Научный руководитель	3	4
2	Выбор направления исследований	2	5	3,2	Студент	3	4
3	Подбор и изучение материалов по теме	2	1	1,6	Студент	2	3
4	Календарное планирование работ	3	2	2,6	Научный руководитель Студент	1	1
5	Проведение исследования, выполнение поставленных руководителем задач	7	6	6,6	Научный руководитель Студент	3	4
6	Согласование полученных данных с научным руководителем	8	5	6,8	Научный руководитель Студент	3	4
7	Оценка эффективности полученных результатов	1	3	1,8	Научный руководитель Студент	1	1
8	Работа над выводами по проекту	4	5	4,4	Студент	4	6

Продолжение таблицы 19 – Временные показатели проведения научного исследования

9	Составление поснительной записки	4	2	3,2	Студент	3	4
---	--	---	---	-----	---------	---	---

Составлен план научного исследования, в котором разработан календарный план выполнения работ. Для построения таблицы временных показателей проведения НИ был рассчитан коэффициент календарности. С помощью показателей в табл. 20 был разработан календарный план-график проведения НИ по теме. Для иллюстрации календарного плана была использована диаграмма Ганта, указывающая на целесообразность проведения данного исследования.

Таблица 20 - Календарный план-график проведения научного исследования

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль			март			апрель			май		
1	Составление и утверждение технического задания	НР	4												
2	Выбор направления исследований	Ст	4												
3	Подбор и изучение материалов по теме	Ст	3												
4	Календарное планирование работ	Ст, НР	1												

5.3.1 Расчет материальных затрат НИИ

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (19)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 21 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Затраты на материалы, (Зм), руб	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
Тетрадь для записей	Шт.	1	1	20	20	20	20
Ручка	Шт.	2	1	15	15	30	15
Карандаш	Шт.	2	2	20	20	40	40
Линейка	Шт.	1	1	50	50	50	50
Ластик	Шт.	2	2	20	20	40	40
Блокнот	Шт.	1	1	80	80	80	80
Бумага офисная	Лист	300	100	2	2	600	200
Картридж	Шт.	1	0	900	0	900	0
Интернет	Гб	15	10	65	65	975	650
Электроэнергия	кВт·ч	500	300	2,45	2,45	1225	735
Газ	Литр	0	50	0	23,9	0	1195
Котел	Шт.	1	0	15000	0	15000	0
Итого						18960	3025

5.3.2 Основная заработная плата исполнителя темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (20)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12–20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (21)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (22)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно–технического персонала, раб. дн.

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48 0	0 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	200

Месячный должностной оклад работника (руководителя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (23)$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30 процентов от Z_{TC});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_M = 30000 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 62400 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_M = 6000 \times (1 + 0 + 0) \times 1,3 = 7800 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{дн} = 62400 \times \frac{10,4}{257} = 2525,14 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{дн} = 7800 \times \frac{11,2}{252} = 346,67 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p=6$ раб.дней

Студент: $T_p=48$ раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2525,14 \times 16 = 40402,24 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 346,67 \times 48 = 16640,16 \text{ руб.}$$

Расчет основной заработной платы представлен в таблице 4.11

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	k_T	$Z_{\text{гс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	1,866	30000	0,3	0,3	1,3	62400	2525,14	6	40402,24
Студент	1,407	6000	0	0	1,3	7800	346,67	48	16640,16
Итого									57042,4

5.3.3 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (24)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый на стадии проектирования за 0,15.

Дополнительная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 40402,24 = 6060,34 \text{ руб}$$

Дополнительная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 16640,16 = 2496,02 \text{ руб}$$

5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (25)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 [32] №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Величина отчислений во внебюджетные фонды для научного руководителя:

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot (40402,24 + 6060,34) = 13\,938,774 \text{ руб}$$

Величина отчислений во внебюджетные фонды для студента:

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot (16640,16 + 2496,02) = 5740,854 \text{ руб}$$

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Основная заработная плата, руб.		Дополнительная заработная плата, руб.	
Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
40402,24	16640,16	6060,34	2496,02
Итого			
19679,6			

5.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{нр} = (A + З_{М} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \cdot k_{нр} \quad (26)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, величина коэффициента принимается равной 0,2;

A - суммарные затраты амортизационных отчислений, равные 4785 руб.;

Z_m - материальные затраты;

$Z_{осн}$ - основная заработная плата научного руководителя и студента;

$Z_{доп}$ - дополнительная заработная плата;

$Z_{внеб}$ - общие затраты на отчисления во внебюджетные фонды.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{накл} = (18960 + (40402 + 16640,16) + (6060,34 + 2496,02) + 19679,6) \cdot 0,16 = 16678,1;$$

5.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно–исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно–исследовательский проект приведено в таблице 25.

Таблица 25 –Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Испл.1	Испл.2
Материальные затраты НТИ	18960	3025
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	40402,24	16640,16
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6060,34	2496,02
Отчисления во внебюджетные фонды	13 938,774	5740,854
Накладные расходы	16678,1	
Бюджет затрат НТИ	96039,454	44580,134

5.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (27)$$

где $I_{\text{фин.р}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{фин.р}}^1 = \frac{62141,35}{88758,384} = 0,7;$$
$$I_{\text{фин.р}}^2 = \frac{26617,034}{88758,384} = 0,3;$$

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

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i \quad (28)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,25	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4
3. Помехоустойчивость	0,2	5	3
4. Энергосбережение	0,15	4	4
5. Надежность	0,2	5	4
6. Материалоемкость	0,5	5	3
Итого	1	7,1	3,55

$$I_{p-исп1} = 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,5 \cdot 5 = 7,1;$$

$$I_{p-исп2} = 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,5 \cdot 3 = 4,85;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{фин.р}} = \frac{7,1}{0,7} = 10,1$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{фин.р}} = \frac{4,85}{0,3} = 16,2$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп2}}{I_{исп1}} \quad (29)$$

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,7	0,3
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	7,1	4,85
3	Интегральный показатель эффективности	10,1	16,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,6

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

В ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования и определения интегрального финансового показателя, показателя ресурсоэффективности можно сделать вывод, что рассчитанные финансовые показатели вариантов исполнения и сравнительная эффективность разработки показали самый эффективный проект (вариант исполнения 1).

Вывод:

В данной работе, посвященной расчету вероятности возникновения ЧС на газовой котельной и разработке мероприятий по обеспечению безопасного и надежного функционирования газовой котельной была определена структура работ в рамках научного исследования.

Расчет коэффициента календарности позволил построить план-график научно-технического исследования. Содержание работ для проведения исследования составило 9 этапов. Была определена трудоемкость выполнения работы, длительность выполнения работ в рабочих и календарных днях. Составлен календарный план график выполнения ВКР, который показывает, что наиболее продолжительными этапами работы являются: «Изучение литературы по теме исследования» наряду с «Написание теоретической части ВКР», «Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР», «Выполнение практической части ВКР» и «Оформление ВКР».

Сравнивая работу котлов на газе с работой котлов на мазуте и угле можно сделать вывод о том, что работа на газовых котлах эффективней, чем работа на мазуте и угле. Данный проект можно рассчитывать, как финансовый целесообразный.

Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 140619,588 рубля.

Заключение

1. Изучив нормативно-правовое регулирование в области промышленной безопасности, было выявлено, что котельное оборудование является одним из самых опасных объектов на предприятии, мероприятия имеют сложный структурный характер и направлены как на предотвращение возникновения аварийных ситуаций, так и на снижение тяжести последствий при их реализации.

2. Было построено дерево событий и дерево отказов на основе анализа возможных причин аварий в котельной, которые могут привести к взрыву. Самой распространённой аварией считается разгерметизация газопровода.

3. Проведена оценка действия поражающих факторов на предприятии при взрыве газовоздушной смеси в помещении котельной, где расположен резервуар природного газа. Рассчитаны зоны поражения тепловым потоком и ударной волной. Возможное количество пострадавших - 182 человека.

4. Разработаны мероприятия по предупреждению возникновения и снижению тяжести последствий при образовании взрыва газовоздушной смеси

Именно поэтому для предотвращения возникновения и снижения негативных последствий особое внимание следует уделять своевременной модернизации и замене морально устаревшего оборудования, средств контроля, а также процессам совершенствования методик работы с персоналом.

Список литературы

1. Елистратов, Сергей Львович. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 143 с.: ил. — Библиогр.: с. 141. — ISBN 978-5-9729-0554-6.
2. Типы паровых котлов. [электронный ресурс]: URL: https://studwood.net/2146831/tovarovedenie/tipy_parovyh_kotlov
3. Certuss. Описание. Характеристики. [электронный ресурс] : URL: http://www.imasbud.com/pdf/3_CERTUSS.pdf
4. CERTUSS описание характеристики. [электронный ресурс]: URL: http://www.imasbud.com/pdf/3_CERTUSS.pdf
5. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»
6. Ростехнадзор. Несчастные случаи и аварии. [электронный ресурс]: URL: <http://usib.gosnadzor.ru/info/>
7. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
8. Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций : учебник. — 3-е изд., перераб. и доп. / В. А. Седнев, С. И. Воронов, И. А. Лысенко, Е. И. Кошечкина, Н. А. Савченко, Н. И. Седых.— М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. — 229 с.
9. Портативный газоанализатор МЕГЕОН 08088. [электронный ресурс]: URL: [https://www.megeon-pribor.ru/katalog/gazoanalizatory/..](https://www.megeon-pribor.ru/katalog/gazoanalizatory/)
10. Сигнализаторы загазованности СТГ-3-И-Ех ИБЯЛ.413411.051-29. [электронный ресурс] : URL: <https://rteco.ru/gazoanalizatory/stg-3-i-ex-ibyal4134..>
11. Автономное устройство огнетушащего аэрозоля АГС-12. [электронный ресурс] : URL: <https://satro-paladin.com/catalog/product/36120/>

12. ТК РФ. Раздел X. Статья 212. Государственные нормативные требования охраны труда и национальные стандарты безопасности труда.
13. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя.
14. СП 62.13330.2011* Газораспределительные сети.
15. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения.
16. ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
18. Приказ РАО «ЕЭС России» от 21.06.2007 Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве.
19. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
20. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.
21. Свод практических правил по охране труда при эксплуатации машин и механизмов.
22. Приказ от 15 декабря 2020 г. N 536 «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением».
23. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
24. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
25. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

26. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.

27. ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования.

28. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

29. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 N 116-ФЗ

30. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

31. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

32. Федеральный закон от 24 июля 2009 г. N 212-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования"