

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 газовой котельной УДК 614.8.026.1:621.182.2-62

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E41	Родикова Ирина Борисовна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	К.Х.Н.		

Результаты освоения образовательной программы по направлению

20.03.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»

Р9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). СДИО Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)
----	--	--

Министерство образования и науки 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
_____ А.Н. Вторушина

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E41	Родиковой Ирине Борисовне

Тема работы:

Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 24.01 2019г №411/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2019г
--	-------------

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>	Газовая котельная на промышленной площадке ООО «Дробильно-сортировочный завод». Режим работы непрерывный, так как работа осуществляется круглосуточно. В качестве сырья на промышленной площадке используется природный газ.
<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>	Провести аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала по опасным производственным объектам. Составление вариационной модели развития ЧС на исследуемом объекте (за верхнее событие принять разгерметизация газопровода). Проведение расчетов с целью определения масштаба последствий в результате взрыва. Предложить инженерно-технические мероприятия направленные на предупреждение ЧС.

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	Гуляев Милий Всеволодович	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Подопригора Игнат Валерьевич	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E41	Родикова Ирина Борисовна		

Министерство образования и науки 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 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.04.2019г	Сбор и анализ информации по газовым котельным установкам	20
22.04.2019	Анализ нормативно-правовой документации в области эксплуатации газового оборудования	10
30.04.2019	Раздел «Анализ действий в случае возникновения аварийной ситуации на газовой котельной установке»	15
14.05.2019	Раздел «Расчет поражающих факторов и разработка мероприятий по предупреждению ЧС на газовой котельной»	25
21.05.2019	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
30.05.2019	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E41	Родиковой Ирине Борисовне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования.	<i>Объект исследования является оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной. Рабочее место – оператор газовой котельной установки</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	<i>Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>
2. Производственная безопасность	<i>2.1 Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы проектируемой производственной среды. 2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: – повышенная загазованность воздуха рабочей среды; – неудовлетворительный микроклимат рабочей зоны; – повышенный уровень шума; – поражения электрическим током; – пожаровзрывоопасность.</i>
3. Экологическая безопасность	<i>– анализ воздействия химических выбросов в атмосферу</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>– анализ возможных ЧС и разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий; – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E41	Родикова Ирина Борисовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E41	Родиковой Ирине Борисовне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- Размер оклада руководителя проекта - Размер стипендии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Премимальный коэффициент руководителя 30%; - Премимальный коэффициент инженера 20%; - Доплаты и надбавки руководителя 30%; - Доплаты и надбавки руководителя 30%; - Дополнительной заработной платы 15%; - Накладные расходы 16%; - Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 28%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Анализ конкурентных технических решений
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	- определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта.
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Определение затрат на проектирование
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	- материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - амортизация основных фондов - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы.
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Определение эксплуатационных затрат; расчет интегрального показателя ресурсоэффективности
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора Игнат Валерьевич	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E41	Родикова Ирина Борисовна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему «Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной» состоит из текстового документа, выполненного на 84 с. Текстовый документ содержит 4 рис., 21 табл., 28 источников.

Ключевые слова: ГАЗОВАЯ КОТЕЛЬНАЯ, ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ, АНАЛИЗ РИСКА.

Объектом исследования является: Газовая котельная на промышленной площадке ООО «Дробильно-сортировочный завод»

Цель работы – расчет рисков возникновения чрезвычайной ситуации при эксплуатации газовой котельной на территории г.Томска.

В процессе исследования проводились изучение действующих нормативных документов по эксплуатации газового оборудования на опасном производственном объекте; анализ возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций при эксплуатации газового котельного оборудования методом построения «дерева отказов».

В результате исследования разработаны мероприятия по предупреждению ЧС на газовой котельной.

Оглавление

Введение	14
1. Анализ требований безопасности при эксплуатации газовых котельных установок	15
1.1 Классификация газовых котельных установок	15
1.2 Принцип работы котельных установок на газе	16
1.3 Характеристики природного газа	19
1.4 Оценка риска возникновения ЧС	21
1.4.1 Возможные сценарии возникновения и развития аварий на объекте, а также источники возникновения аварий	21
1.4.2 Возможные аварийные ситуации в системе газопотребления предприятия и действия персонала	22
2. Анализ действий в случае возникновения аварийной ситуации на газовой котельной установке	27
2.1 Требования нормативной документации к эксплуатации газового оборудования	27
2.2 Организация материально-технического, инженерного и финансового обеспечения операций по локализации и ликвидации аварий на объекте	28
2.3 Порядок действия в случае аварии на объекте в соответствии с требованиями, установленными федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности	29
2.4 Организация взаимодействия сил и средств	32
3. Расчет поражающих факторов и разработка мероприятий по предупреждению ЧС	33
3.1 Общие характеристики объекта исследования	33
3.2 Характеристика аварийности объекта	33
3.3 Расчет вероятности возникновения взрыва. Построение «Дерева отказов»	35

3.4 Расчет зон действия поражающих факторов	39
3.5 Мероприятия по предупреждению ЧС на газовой котельной	41
4. Социальная ответственность	42
Введение	42
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	43
4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	44
4.2 Производственная безопасность	47
4.2.2 Влияние опасных и вредных производственных факторов на организм человека.	50
4.3 Экологическая безопасность	64
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	65
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	67
5.1 Планирование работ по теме диплома	67
5.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ	68
5.1.3 Разработка графика проведения научного исследования	71
5.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	75
5.2.1 материальных затрат НТИ	75
5.2.2 Расчет сновной заработной платы исполнителей темы	75
5.2.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	77
5.2.4 Амортизация основных фондов	78
5.2.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	78
5.2.6 Накладные расходы	79
5.2.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	79
Заключение	81
Список использованной литературы	82

Введение

Проблема бесперебойного теплоснабжения очень актуальна для России, т. к. многие ее регионы расположены в суровых климатических условиях. 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 и применение газового топлива.

Аварии в котельных по статистике являются наиболее частыми техногенными чрезвычайными ситуациями в теплоэнергетике.

Цель выпускной квалификационной работы – расчет рисков возникновения чрезвычайной ситуации при эксплуатации газовой котельной на территории г.Томска.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение действующих нормативных документов по эксплуатации газового оборудования на опасном производственном объекте;
- анализ возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций при эксплуатации газового оборудования методом построения «дерева отказов»;
- изучение порядка действий персонала при возникновении аварийной ситуации;
- расчет зон поражающих факторов при взрыве на газовой котельной.

1. Анализ требований безопасности при эксплуатации газовых котельных установок

1.1 Классификация газовых котельных установок

Можно выделить классификацию газовых котельных по способу установки:

- установка на крыше. На производственных объектах часто отопительное оборудование монтируют на крыше;

- транспортабельная установка. Котельные такого вида являются аварийными, выпускаются с завода полностью укомплектованными. Их можно перевозить, предварительно установив на прицеп, шасси и т.д;

- блочно-модульная котельная на газу. Этот класс установок монтируется вместе с помещением с помощью специальных модулей. Транспортируется любым видом транспорта;

- встроенная котельная. Агрегаты на газу устанавливаются в помещении внутри здания.

В то же время все сети газораспределения и газопотребления, в том числе и газовые котельные, можно разделить на две группы:

- сети газораспределения и газопотребления, относящиеся к опасным производственным объектам;

- сети газораспределения и газопотребления, не относящиеся к опасным производственным объектам.

Согласно №170-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"» от 02.06.2016г. работающие под давлением природного газа или сжиженного углеводородного газа до 0,005 мегапаскаля включительно сети газораспределения и сети газопотребления подлежат исключению из государственного реестра опасных производственных объектов в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, или по результатам проведения мероприятий по контролю в отношении организаций,

эксплуатирующих указанные сети газораспределения и сети газопотребления.

Объекты, включая межпоселковые газопроводы и сети газораспределения населенных пунктов с давлением свыше 0,005 МПа, находящиеся на балансе газораспределительной организации или иной организации, до точки разграничения балансовой принадлежности в соответствии с правилами подключения (технологического присоединения) объектов капитального строительства к сетям газораспределения, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. №1314, до границы давлений (0,005 МПа и ниже), являются опасными производственными объектами независимо от количества одновременно находящегося в них газа и формы собственности [1].

1.2 Принцип работы котельных установок на газе

На рисунке 1 приведена схема отопительной котельной установки с водогрейными котлами. Котлы могут работать на жидком и газообразном топливе, поэтому они оборудованы горелками и форсунками 3. Воздух, необходимый для горения, подается в топку дутьевыми вентиляторами 4, а вода – насосами 5. Вентиляторы и насосы приводятся в действие электродвигателями. Пройдя через поверхность нагрева, вода нагревается и поступает к потребителям, где отдает часть теплоты, и с пониженной температурой снова возвращается в котел. Дымовые газы из котла удаляются

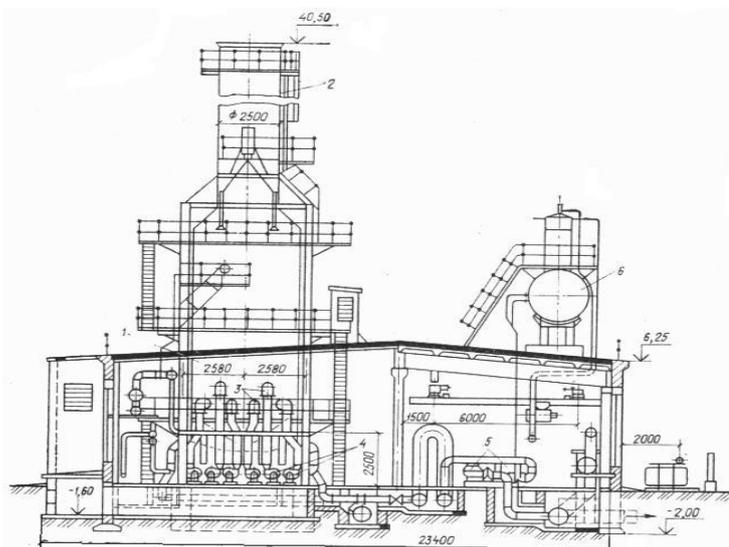


Рисунок 1. Схема отопительной котельной установки с водогрейными котлами

в атмосферу через трубу 2.

Эта котельная имеет компоновку полуоткрытого типа: нижняя часть котлов (примерно до высоты 6 м) расположена в здании, а верхняя их часть – на открытом воздухе. Внутри котельной размещают дутьевые вентиляторы, насосы, а также щит управления. На перекрытии котельной устанавливают деаэратор 6 для удаления кислорода и CO_2 из воды.

На рисунке 2 представлена схема паровой котельной установки.

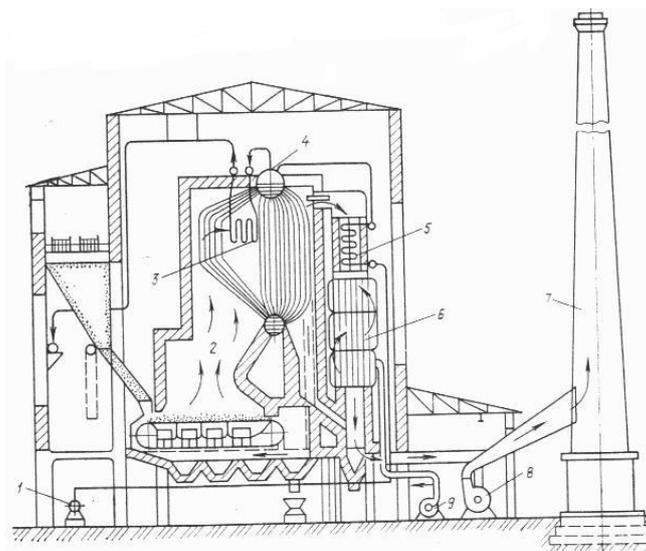


Рисунок 2. Схема паровой котельной установки

Паровой котел 4 имеет два барабана - верхний и нижний. Нижний барабан заполнен водой, а верхний – в нижней части водой, в верхней части насыщенным водяным паром. В нижней части котла расположена топка 2 с механической колосниковой решеткой для сжигания твердого топлива. При сжигании жидкого и газообразного топлива вместо решетки устанавливают форсунки или горелки, через которые топливо вместе с воздухом подается в топку. Топливо подается транспортером в бункер, затем поступает на колосниковую решетку топки, где оно сгорает. При сгорании топлива образуются дымовые газы, которые из топки поступают в газоходы. При движении газы омывают пучки труб котла пароперегревателя 3, проходят через экономайзер 5 и воздухонагреватель, где они охлаждаются вследствие

подачи теплоты воде, поступающей в котел, и воздуху, подаваемому в топку. Охлажденные дымовые газы с помощью дымососа 8 удаляются через дымовую трубу 7 в атмосферу. Вода из источника водоснабжения к питательному трубопроводу подается насосом 1 в водяной экономайзер, откуда после нагрева поступает в верхний барабан котла, после чего вода по трубам опускается в нижний барабан, откуда по левому пучку труб она снова поднимается в верхний барабан. При этом вода испаряется, образующийся пар собирается в верхней части верхнего барабана. Затем пар поступает в пароперегреватель 3, где теплотой дымовых газов он полностью подсушивается, в результате чего температура его повышается.

Из пароперегревателя пар поступает в главный паропровод и оттуда к потребителю, а после использования конденсируется и в виде горячей воды (конденсата) возвращается обратно в котельную.

Воздух, необходимый для горения топлива, забирается, как правило, вверху помещения котельной и подается вентилятором 9 в воздухоподогреватель, где он подогревается и затем направляется в топку.

Котел ограничен кирпичными стенами – обмуровкой. То есть котельная установка имеет компоновку закрытого типа, когда все основное оборудование котельной размещено в здании.

Газовое оборудование, как и любое оборудование, имеет ряд своих преимуществ и недостатков.

К основным преимуществам оборудования газовой котельной можно отнести:

- экономичность. Газовая котельная израсходует топливо экономно, при этом вырабатывая достаточное количество тепловой энергии. При правильном проектировании схемы эта установка очень выгодна в эксплуатации;

- экологичность топлива. Сегодня это очень важный фактор. Производители стараются выпускать оборудование с максимальным уровнем очистки выбросов;

- высокий показатель КПД. Оборудование на газу выдает наиболее высокий коэффициент, норма которого достигает до 95%. А соответственно при эксплуатации выходит качественное отопление помещений;
- оборудование газовой котельной имеет меньшие габариты, чем в установках другого класса;
- мобильность. Это относится только к модульным установкам на газу;
- проектирование газовых котельных с автоматизированной схемой позволяет сократить контроль оператора.

Недостатками эксплуатации газовых установок являются:

- необходимость проводить лицензированное сервисное обслуживание котельной перед началом отопительного сезона, так как это оборудование является источником опасности и возможны выбросы газа при эксплуатации;
- подключение к центральной газовой магистрали (получение лицензии) дорого стоит и является долгим процессом (если его нет);
- функционирование агрегатов на газу напрямую зависит от расчета давления в магистрали;
- энергозависимость оборудования, но эта проблема поправима, если предусмотреть бесперебойное питание в схеме;
- для получения лицензии на установку на газу (природном или сжиженном) следует выполнить строгие лицензированные нормы проверяющих инспекций согласно СНиП.

1.3 Характеристики природного газа

Природный газ - смесь газов, образовавшихся в недрах Земли при анаэробном разложении органических веществ.

Основные характеристики природного газа [2] 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 СО ₂ 0,011- 0,055 Азот 0,717- 0,906
4.	Общие данные:	
4.1	- молекулярный вес	16,1
4.2	-температура кипения, °С (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	-
5.2	-температура	540 °С- 650 °С (метан)
5.3	самовоспламенения	640- 800 °С (метан)
5.4	- температура воспламенения	5- 15 % (в смеси с воздухом)
	- пределы взрываемости	
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.
10	Информация о воздействии на людей	Главные опасности связаны: 1) с возможной утечкой и воспламенением газа с последующим воздействием тепловой радиации на людей; 2) с удушьем при 15-16%-м снижении содержания кислорода в воздухе, вытесненного газом.
11	Средства защиты	Специальных индивидуальных средств защиты в компрессорных цехах и на трассе газопровода не требуется
12	Методы перевода вещества в безвредное состояние	В силу малотоксичности природного газа химические методы не предусмотрены. При утечке газа в помещении цехов включается аварийная вентиляция

Продолжение таблицы 1 – Характеристика природного газа

13	Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	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.
----	---	---

1.4 Оценка риска возникновения ЧС

1.4.1 Возможные сценарии возникновения и развития аварий на объекте, а также источники возникновения аварий

Наиболее характерными признаками возникновения аварийной ситуации в системе газопотребления предприятия являются:

1. Прекращение или ограничение подачи газа вследствие:
 - повреждения или разрыва газопроводов или газовой арматуры;
 - понижения давления газа до нижнего аварийного значения из-за неисправности регуляторов давления газа ГРПШ;
 - самопроизвольного закрытия газового отсечного клапана, вследствие которого произошло понижение давления газа до установки срабатывания защиты на останов газоиспользующего оборудования;
 - ошибочных действий персонала, приведших к вышеперечисленным нарушениям в работе газоиспользующего оборудования;
 - образования в газопроводах кристалле-гидратных пробок, в результате скопления и замерзания конденсата.
2. Повышение давления газа вследствие:
 - неисправности в работе регуляторов давления ГРПШ;
 - неправильных, ошибочных действий оперативного персонала.
3. Загазованность в помещениях где используется газовое оборудование выше 1% по объему вследствие:
 - нарушения герметичности газопровода и его соединений, разрыва газопровода или газовой арматуры, повреждение газопровода и

газовой арматуры в результате механического воздействия, воздействия электрической дуги и т.д.;

- нарушения герметичности газопровода вследствие коррозии металла;

- ошибочных действий персонала, нарушающего требования Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления и т.д.

3. Взрыв газа, газопровода, воспламенение газа, истекающего из неплотностей, разрывов газовой арматуры, газопроводов и т.д.

1.4.2 Возможные аварийные ситуации в системе газопотребления предприятия и действия персонала

В системе газопотребления предприятия возможны следующие аварийные ситуации:

1. Нарушение целостности газопровода на участке зоны ответственности балансового разграничения от врезки в газопровод до вводной задвижки в здании энергоцентра.

Возможные признаки:

- появление запаха газа на трассе на данном участке;
- появление бурых пятен на снегу по трассе газопровода – в зимнее время;
- пожелтение травы – в летнее время;
- шум истечения газа.

Возможные причины:

- повреждение газопровода (в результате коррозии, разрыва трубопровода, механического повреждения и т.д.).

Последовательность действий персонала при нарушении целостности газопровода указана в таблице 2.

Таблица 2 - Последовательность действий при нарушении целостности газопровода

Последовательность основных действий	Ответственный исполнитель
Немедленно сообщить диспетчеру аварийно-дежурной службы (АДС) ООО «Газпром трансгаз Томск», диспетчеру Томской областной поисково-спасательной службы (ПСС), руководству предприятия о появлении признаков утечки газа (согласно приложения № 1 к настоящему Плану)	Лицо обнаружившее нарушение целостности или признак утечки
Прекратить подачу газа к котлам, газопоршневым установкам	Дежурный персонал энергоцентра
Закрывать вводную задвижку (если в районе задвижки нет угрозы для жизни и здоровья людей)	Дежурный персонал энергоцентра
Открыть продувочные свечи	Дежурный персонал энергоцентра
После получения разрешения от газоснабжающей организации восстановить нормальную схему работы оборудования	Дежурный персонал энергоцентра

2. Нарушение плотности внутрицехового газопровода или газового оборудования после вводной задвижки в помещениях энергоцентра

Возможные признаки:

- срабатывание сигнализации о загазованности в помещениях;
- появление запаха газа в помещении;
- шум истечения газа.

Возможные причины:

- повреждение газопровода (в результате коррозии, разрыва трубопровода, механического повреждения и т.д.).

Последовательность действий персонала при нарушении плотности внутрицехового газопровода или газового оборудования указана в таблице 3.

Таблица 3 - Последовательность действий при нарушении плотности внутрицехового газопровода

Последовательность основных действий	Ответственный исполнитель
Закрывать вводную задвижку	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
Открыть продувочные свечи	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
Проверить срабатывание аварийной вентиляции	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции

Продолжение таблицы 3 - Последовательность действий при нарушении плотности внутрицехового газопровода

При необходимости сообщает диспетчеру АДС ООО «Газпром трансгаз Томск», ПСС, руководству предприятия о появлении признаков утечки газа	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции
Регистрирует аварийную ситуацию	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции
Определить методом обмыливания место утечки газа	Персонал энергоцентра, ремонтная бригада
Устранить повреждения (неплотности) на газопроводе (газовом оборудовании)	Персонал энергоцентра совместно с ремонтной бригадой
После устранения повреждения восстановить нормальную схему работы оборудования	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции

3. Неисправности в работе регуляторов давления газа

Возможные признаки:

- увеличение давления газа после ГРУ более 10% от рабочего;
- уменьшение давления газа после ГРУ более 10% от рабочего;
- колебание давления газа после ГРУ более 10% от рабочего;
- срабатывание сбросного клапана ГРУ (при повышении давления газа);
- прекращение подачи газа на газоиспользующее оборудование действием защит (при падении давления газа после ГРУ до установки срабатывания защит);
- загазованность помещений энергоцентра (в результате нарушения герметичности регуляторов, импульсных линий или их соединений).

Возможные причины:

- повреждение корпуса или мембраны регулятора давления газа (в результате коррозии, скачков давления газа, механического повреждения и т.д.).

Последовательность действий персонала при неисправности в работе регуляторов давления газа указана в таблице 4.

Таблица 4 - Последовательность действий при неисправности в работе регуляторов давления газа

Последовательность основных действий	Ответственный исполнитель
Закрывать вводную задвижку	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
Открыть продувочные свечи	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
Проверить срабатывание аварийной вентиляции	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
При необходимости сообщает диспетчеру АДС ООО «Газпром трансгаз Томск», ПСС, руководству предприятия о появлении признаков утечки газа (согласно приложения № 1 к настоящему Плану)	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции
Регистрирует аварийную ситуацию	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции
Определить методом обмыливания место утечки газа	Персонал энергоцентра, ремонтная бригада
Устранить повреждения (неплотности) на газопроводе (газовом оборудовании)	Персонал энергоцентра совместно с ремонтной бригадой
После устранения повреждения восстановить нормальную схему работы оборудования	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции

4. Появление запаха газа в машинном зале газопоршневых установок (ГПУ), водогрейных котлов или срабатывание сигнализатора загазованности в помещении

Возможные признаки:

- появление запаха газа в помещении;
- шум истечения газа;
- срабатывание сигнализатора загазованности в помещении.

Возможные причины:

- появление неплотности во фланцевом или резьбовом соединении;
- неплотность сальникового уплотнения арматуры;
- нарушение герметичности корпуса арматуры в результате коррозии, повреждения и т.д.;

- нарушение герметичности газопровода в результате коррозии, повреждения и т.д.

Последовательность действий персонала при появлении запаха газа в машинном зале газопоршневых установок, водогрейных котлов или срабатывании сигнализатора загазованности в помещении указана в таблице 5.

Таблица 5 - Последовательность действий персонала при появлении запаха газа в машинном или срабатывании сигнализатора загазованности в помещении

Последовательность основных действий	Ответственный исполнитель
Закрывать вводную задвижку	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
Открыть продувочные свечи	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
Проверить срабатывание аварийной вентиляции	Дежурный персонал энергоцентра согласно инструкции
При необходимости сообщает диспетчеру АДС ООО «Газпром трансгаз Томск», ПСС, руководству предприятия о появлении признаков утечки газа (согласно приложения № 1 к настоящему Плану)	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции
Регистрирует аварийную ситуацию	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции
Определить методом обмыливания место утечки газа	Персонал энергоцентра, ремонтная бригада
Устранить повреждения (неплотности) на газопроводе (газовом оборудовании)	Персонал энергоцентра совместно с ремонтной бригадой
После устранения повреждения восстановить нормальную схему работы оборудования	Дежурный сменный персонал энергоцентра согласно инструкции

2. Анализ действий в случае возникновения аварийной ситуации на газовой котельной установке

2.1 Требования нормативной документации к эксплуатации газового оборудования

Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения – тепловых сетях, водопроводных и электроэнергетических редко сопровождаются гибелью людей, однако они создают существенные трудности жизнедеятельности, особенно в холодное время года. Аварии на тепловых сетях в зимнее время года приводят к невозможности проживания населения в не отапливаемых помещениях и его вынужденной эвакуации. Аварии на коммунальных системах, как правило, ликвидируются в кратчайшие сроки, однако не исключено длительное нарушение подачи воды, электричества, отопления помещений.

Основные требования к установке и эксплуатации газовых котельных установок заложены и представлены в регламентирующих нормативных документах. Нормативные документы определяют правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлены на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий. Эти положения распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации [3; 4].

Так же установлены строительные нормы и правила, содержащие технические требования, обязательные при проектировании и строительстве новых и реконструируемых газораспределительных систем, предназначенных для обеспечения природным и сжиженным углеводородными газами потребителей, использующих газ в качестве

топлива, а также внутренних газопроводов, и устанавливающие требования к их безопасности и эксплуатационным характеристикам [5].

2.2 Организация материально-технического, инженерного и финансового обеспечения операций по локализации и ликвидации аварий на объекте

В целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии в соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», утверждено «Положение о резерве финансовых и материальных ресурсов» на предприятии [6]. Согласно данного положения, создан резерв финансовых и материальных ресурсов в целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии. Материальное и финансовое обеспечение действий сил ликвидации ЧС организуется в целях бесперебойного снабжения их материальными средствами, необходимыми для ликвидации ЧС и жизнеобеспечения личного состава, задействованного в работах по локализации и ликвидации последствий аварии.

Для создания условий успешного решения задач, привлекаемыми к работам по локализации и ликвидации аварий силами и средствами, создаются следующие виды обеспечения:

А) инженерное обеспечение

- готовность и работоспособность инженерно-технических коммуникаций;
- проведение противоаварийных тренировок с персоналом для подготовки его к практическому выполнению работ в аварийных ситуациях;
- содержание в исправном и готовом к применению состоянии инженерной техники и механизмов;
- оснащённость системами оповещения (сигнализация, телефонная связь, средства голосового оповещения).

Осуществляется главным инженером предприятия.

Б) противопожарное обеспечение

- приведение в готовность в кратчайшие сроки всех имеющихся средств пожаротушения;

- проведение неотложных противопожарных мероприятий, направленных на снижение возможности возникновения пожаров и ограничения их распространения.

Осуществляется силами ГПС МЧС РФ.

В) транспортное обеспечение

- содержание в исправном и готовом к применению состоянии имеющихся транспортных средств.

Осуществляется силами предприятия.

- содержание в исправном и готовом к применению состоянии спецтехники для проведения аварийных работ.

Осуществляется силами ООО «Газпром Газораспределение Томск» (ООО «ГГРТ»).

Г) медицинское обеспечение

Организуется и осуществляется медицинскими учреждениями, дислоцированными в регионе.

Д) финансовое обеспечение

- осуществляется за счет средств предприятия, из расчета средств, запланированных на ликвидацию чрезвычайных ситуаций, используется по решению председателя КЧС и ОПБ, на приобретение материальных ресурсов, необходимость в которых возникает в ходе проведения работ по локализации и ликвидации аварий и их последствий.

2.3 Порядок действия в случае аварии на объекте в соответствии с требованиями, установленными федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности

При поступлении сигнала о возникновении аварийной ситуации, оперативный персонал, находящийся на дежурстве:

- составляет общее представление о том, что случилось, по показаниям приборов, сигнализации и по внешним признакам;
- устраняет опасность для персонала и оборудования, вплоть до отключения последнего, если в этом имеется необходимость;
- не вмешивается в работу автоматических устройств, если это не предусмотрено инструкцией;
- обеспечивает нормальную работу основного оборудования, оставшегося в работе, а также механизмов собственных нужд;
- выясняет место, характер и объем повреждения и отключает поврежденное оборудование.

Если во время ликвидации аварийной ситуации невозможно сохранить оборудование в работе, его необходимо отключить.

В случае разрыва газопровода внутри котельной отключается поврежденный участок газопровода ближайшими задвижками с обеих сторон, открываются имеющиеся на поврежденном участке продувочные свечи, проверяется надежность отключения участка от газовых коллекторов, принимаются меры по проветриванию котельной и помещений, в которых установлено газоиспользующее оборудование, открываются двери.

При разрыве газопровода немедленно останавливаются котлы и газоиспользующее оборудование, находящееся в зоне выхода газа.

В случае утечки газа через неплотности газопроводов или арматуры (трещина в сварном шве, пропуск фланцев, неплотности сальников и пр.) принимаются меры к предупреждению взрыва или загорания газа, для чего отключается поврежденный участок газопровода, открываются двери здания и помещений для создания усиленной вентиляции в районе утечки, прекращаются работы в зоне распространения газа, не допускается в загазованном помещении использование электроприборов, включение и отключение их, проведение огневых работ до полного удаления газа.

Прекращается допуск людей в зону распространения газа, проверяется степень загазованности плохо вентилируемых участков, принимаются меры к устранению повреждения газопровода.

При понижении давления газа до уровня защиты и остановки котлов, производится растопка котлов на аварийном топливе.

Если в результате аварийной ситуации пострадали люди, необходимо вызвать скорую медицинскую помощь по телефону 9-03 или по сотовой связи 030, и оказать пострадавшему первую помощь в соответствии с «Инструкцией по оказанию первой доврачебной медицинской помощи пострадавшим при несчастных случаях».

В оперативном журнале ответственный за газовое хозяйство должен сделать запись с указанием времени начала развития аварийной ситуации, характера повреждения, действий по ликвидации аварийной ситуации, а также точного времени отдельных событий (включения, отключения оборудования, срабатывание блокировок, защит и т.д.).

После ликвидации аварийной ситуации, ответственный за газовое хозяйство, более подробно составляет объяснительную записку о своем видении возникновения, развития, протекания аварийной ситуации, о собственных действиях по ликвидации аварийной ситуации.

Для устранения аварийной ситуации, ответственный за газовое хозяйство, привлекает необходимый персонал энергоцентра, другой персонал предприятия, газоспасателей.

Все работы по ликвидации аварийной ситуации до устранения прямой угрозы жизни людей и материальным ценностям проводятся без наряда-допуска. После устранения угрозы, работы по приведению газопроводов и газового оборудования в технически-исправное состояние, должны проводиться только по наряду-допуску.

2.4 Организация взаимодействия сил и средств

Организация взаимодействия сил и средств осуществляется в соответствии с Планом действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Непосредственное руководство локализацией (ликвидацией) аварийной ситуации возлагается:

- при пожарах – на руководителя тушения пожара (руководителем тушения пожара до прибытия подразделений пожарной охраны является старший смены дежурного персонала энергоцентра, либо лицо его замещающее, после прибытия подразделений пожарной охраны – старший начальник, прибывший во главе данных подразделений);

- при авариях (без возникновения пожара, а также после ликвидации пожара) – старший смены дежурного персонала энергоцентра, либо лицо, его замещающее.

Общее руководство по координации сил и средств по обеспечению ликвидации аварии возлагается на председателя КЧС и ОПБ предприятия. Бригады городских служб и бригады ООО «Газпром Газораспределение Томск» (ООО «ГГРТ») покидают место аварии с разрешения непосредственного руководителя работ по ликвидации аварийной ситуации. Представители всех организаций, на месте аварии, оказывают взаимную помощь, обеспечивают друг друга необходимой информацией. Порядок и места расстановки техники и персонала устанавливаются непосредственным руководителем ликвидации аварийной ситуации.

При проведении совместных учебно-тренировочных занятий оценку действиям работников служб города дает руководитель оперативной группы ГО и ЧС г. Томска.

3. Расчет поражающих факторов и разработка мероприятий по предупреждению ЧС

3.1 Общие характеристики объекта исследования

Сеть газопотребления предприятия расположена на производственной площадке по адресу: г. Томск, ул. Причальная.

Источником газоснабжения является газопровод высокого давления, проложенный по адресу: ул. Причальная, 13. К нему присоединяется наружный газопровод среднего давления (0,3 МПа) Ду 150 мм, проложенный к территории организации. Точка присоединения газопровода среднего давления для Энергоблока диаметром 150 мм к наружному газопроводу среднего давления, располагается снаружи здания Энергоблока. Давление газа на входе в Энергоблок 0,3 МПа.

При работе Энергоблока в штатных режимах основное топливо – природный газ по ГОСТ 5542-87, теплотворной способностью 8000 ккал/м³ при температуре 20⁰С и абсолютном давлении 101,325 кПа, объем участвующего в технологическом процессе выработки электрической и тепловой энергии природного газа составляет 40 м³ с учетом рабочего давления газа. Максимально-часовой расход газа на Энергоблоках при стандартных условиях (t=20⁰С, P=760 мм рт. ст., низшая теплотворная способность газа 8000 ккал/м³, плотность 0,68 кг/м³) составляет 1382,36 м³/час.

3.2 Характеристика аварийности объекта

За период эксплуатации аварий и инцидентов на данной котельной не зарегистрировано.

Анализ возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций, технологического процесса системы теплоснабжения с позиции определения возможных сценариев развития аварийных ситуаций позволяет констатировать, что в большей степени представляет опасность разгерметизация газопроводов.

Наиболее вероятные сценарии повреждения системы теплоснабжения:

- Свищи диаметром 1-5 см;
- Разгерметизация газопроводов;
- Разгерметизация импульсных линий приборов контроля.

Для расчета взяты сценарии, связанные с разгерметизацией газопроводов и выбросом опасных веществ с последующим формированием полей поражающих факторов.

Оценка рисков аварий выполнена в виде определения вероятности приведенных выше сценариев. Анализ вероятности возникновения и развития сценариев аварийных ситуаций на объекте основан на построении деревьев событий (рисунок - 3) и отказов (рисунок - 4) с использованием данных в соответствии с Приказом 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» [7].

Дерево отказов - это графическое представление связей между отказами оборудования и аварийными ситуациями. Одним из достоинств метода является систематическое логически обоснованное построение множества отказов элементов системы, которые могут привести к аварии.

Диапазоны частот по каждому классу событий приведены с учетом мировой статистики в различных отраслях промышленности.

Классы интенсивности событий:

- Повторяющиеся 10^{-1} в год;
- Умеренно-вероятные $10^{-1}-10^{-3}$ в год;
- Маловероятные $10^{-3}-10^{-4}$ в год;
- Крайне маловероятные $10^{-4}-10^{-6}$ в год;
- Практически невероятные 10^{-6} в год.

Каждый из сценариев может быть реализован одним из классов событий. Самыми критичными событиями на газовой котельной по вероятности реализации можно считать ошибки персонала, повреждения

задвижек, газопроводов. Анализ вероятных сценариев аварийных ситуаций основывался на построении деревьев отказов и событий.

Указанные оценки оказываются несколько выше рекомендаций международных норм, которые полагают приемлемый риск для аварий с катастрофическими последствиями на уровне 10^{-5} в год. Утвержденных отечественных нормативов в настоящее время нет. Учитывая особенности промышленной безопасности в России, где более 90 % предприятий не соответствуют требованиям международного уровня безопасности, устанавливать высокие международные требования по допустимому риску для данного объекта нецелесообразно. Поэтому оценку риска для аварий с выбросом опасного вещества на ОПО $10^{-4} - 10^{-5}$ можно считать приемлемой.

Отсюда следует, что наиболее уязвимым элементом при работе газовой котельной является газопровод, так как под воздействием поражающих факторов ЧС теряет способность функционировать и может вызвать полную остановку производственного процесса.

3.3 Расчет вероятности возникновения взрыва. Построение «Дерева отказов»

В соответствии с формулами 1 и 2 проведем расчет вероятности возникновения взрыва.

$$P_{\text{«или»}} = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2) \cdot \dots \cdot (1 - P_n) \quad (1)$$

$$P_{\text{«и»}} = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n \quad (2)$$

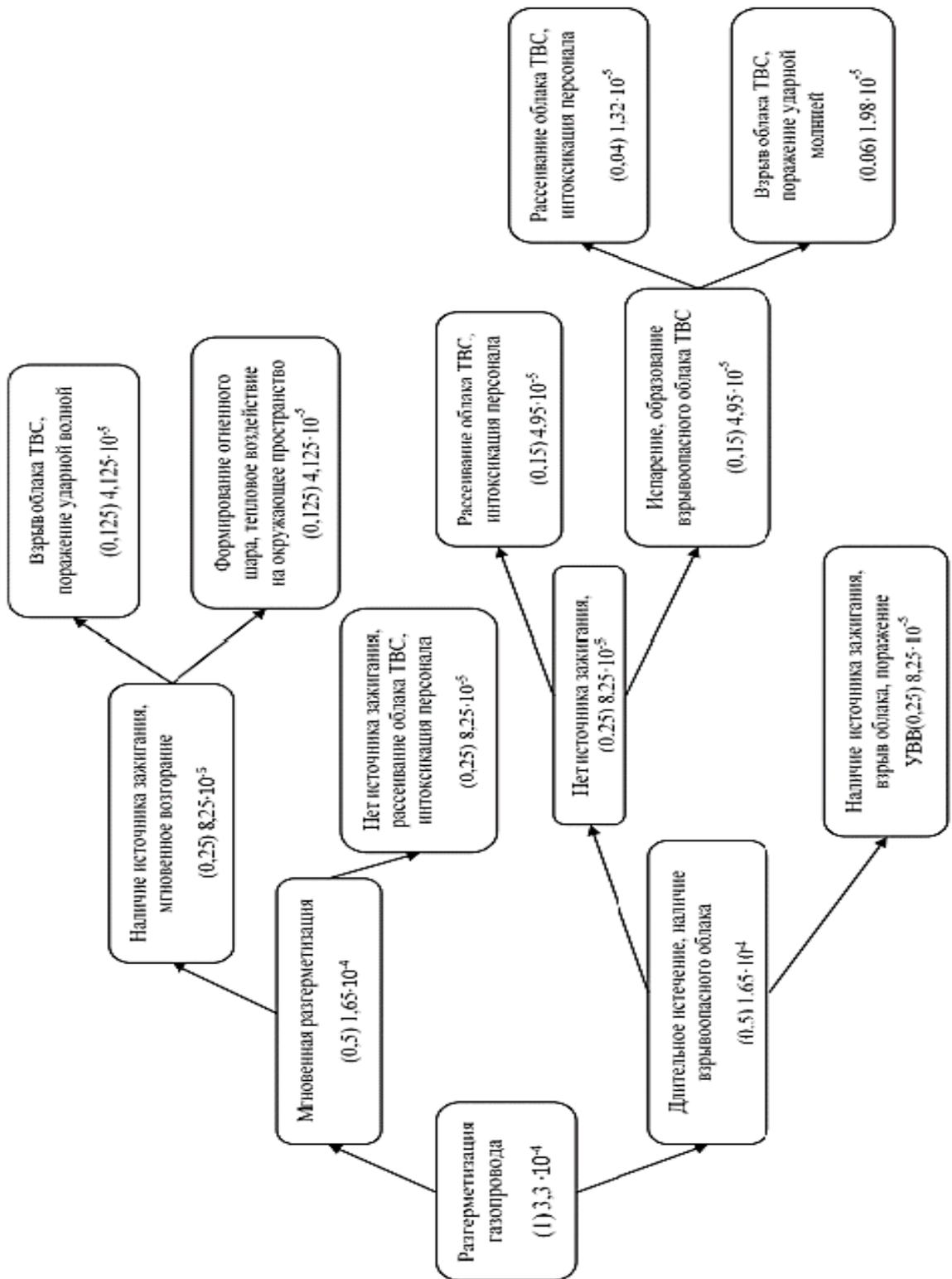


Рисунок 3 – Дерево событий при аварии на газовой котельной

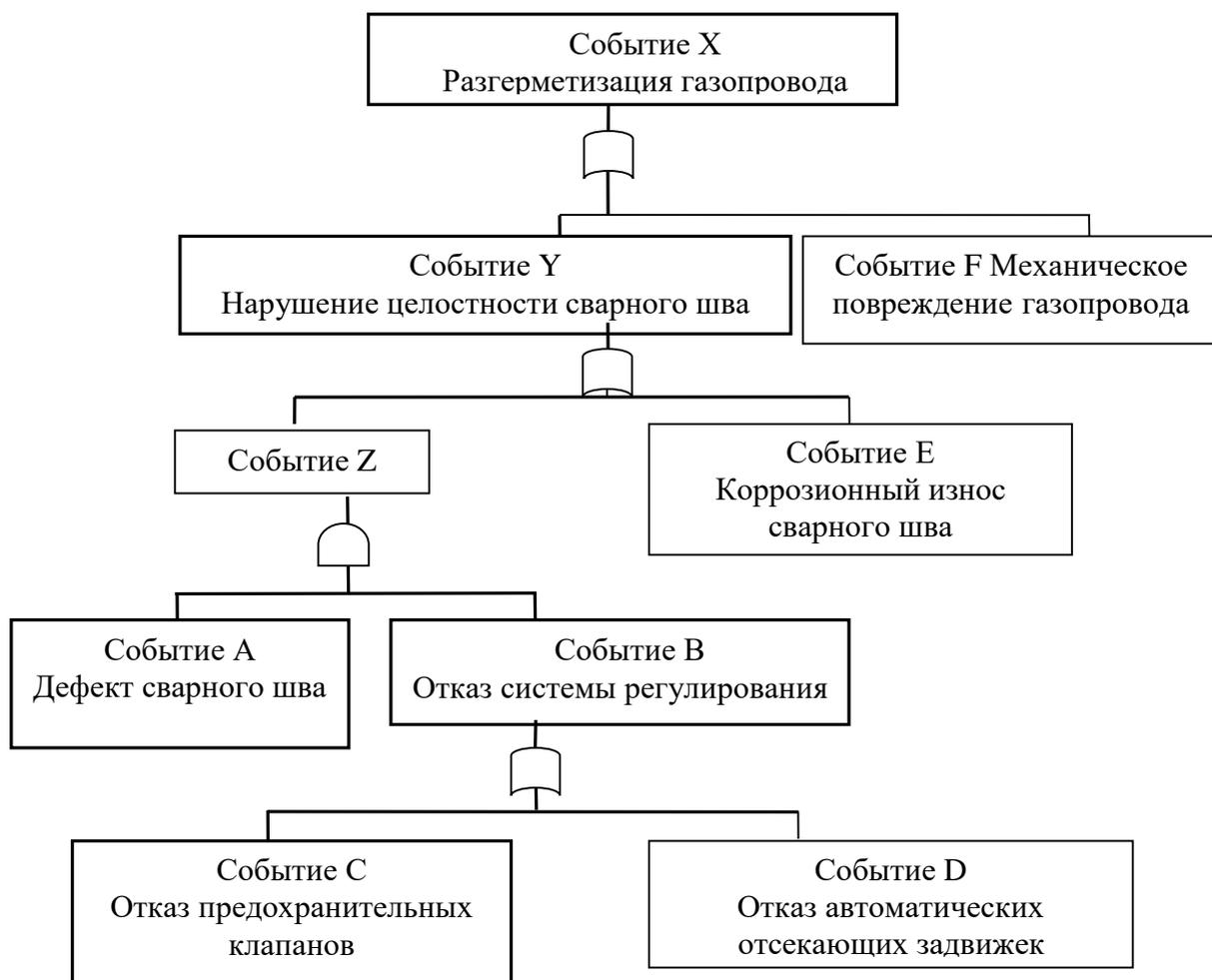


Рисунок 4 – Дерево отказов при аварии на газовой котельной

В таблице 6 приведены значения вероятности возникновения конечных событий для нежелательного события – разгерметизация нагнетательного газопровода ГПА в блоке компримирования газа в здании компрессорной станции с последующим воспламенением истекающего газа.

Таблица 6 – Исходные события «дерева отказов»

Событие или состояние модели	Вероятность события P_i
Отказ предохранительных клапанов	0,04
Отказ автоматических отсекающих задвижек	0,03
Дефект сварного шва	0,06
Коррозионный износ сварного шва газопровода	0,07
Механическое повреждение газопровода	0,08

Значение для события X, по формуле 1

$$P_x = 1 - (1 - P_y) \cdot (1 - P_f) = 1 - (1 - 0,0738) \cdot (1 - 0,08) = 0,1478;$$

Для события Y, по формуле 1:

$$P_y = 1 - (1 - P_z) \cdot (1 - P_e) = 1 - (1 - 0,0041) \cdot (1 - 0,07) = 0,0738;$$

Для события Z, по формуле 1:

$$P_z = P_A \cdot P_B = 0,06 \cdot 0,0688 = 0,0041;$$

Для события B:

$$P_B = 1 - (1 - P_c) \cdot (1 - P_d) = 1 - (1 - 0,04) \cdot (1 - 0,03) = 0,0688.$$

В соответствии с данными таблицы 6 ЧС, вызванная разгерметизацией газопровода, с дальнейшим воспламенением от источника зажигания, является редкой.

В таблице 7 приведены значения вероятности возникновения конечных событий для нежелательного события – разгерметизация подземного газопровода в открытом пространстве с последующим воспламенением.

Таблица 7 – Вероятность возникновения события

	Событие	Вероятность события P_i
1	Недостаточный материал изоляции	$1,3 \cdot 10^{-4}$
2	Механические повреждения изоляции при ремонте и строительстве МГ	$2,3 \cdot 10^{-3}$
3		
4	Неудовлетворительное нанесение покрытия	$3,6 \cdot 10^{-3}$
5	Неудовлетворительный контроль состояния изоляции	$1 \cdot 10^{-2}$
6	Недостаток работы катодной защиты	$3,6 \cdot 10^{-3}$
7	Высокая коррозионная активность грунта	$9 \cdot 10^{-3}$
8	Низкое качество работы сварщика	$9 \cdot 10^{-2}$
9	Некачественный контроль швов	$1,5 \cdot 10^{-4}$
10	Дефекты при строительстве и ремонте	$2,9 \cdot 10^{-2}$
11	Дефекты при транспортировке труб	$3,6 \cdot 10^{-3}$
12	Проведение ремонтных работ в охранной зоне	$1 \cdot 10^{-3}$
13	Трасса МГ не обозначена	10^{-4}
14	Неосведомленность строительных организаций о наличии газопровода	10^{-3}
15	Разряд молнии	$1 \cdot 10^{-2}$
16	Дефекты заводского продольного шва трубы	$1,3 \cdot 10^{-4}$
17	Низкое качество металла трубы	$1,5 \cdot 10^{-4}$

Значение для события Y по формуле 1:

$$P_X = 1 - (1 - P_A) \cdot (1 - P_B) \cdot (1 - P_C) \cdot (1 - P_D) \cdot (1 - P_E) = ;$$

Для события М по формуле 1:

$$P_M = 1 - (1 - P_1) \cdot (1 - P_2) \cdot (1 - P_3) = 1 - (1 - 1,3 \cdot 10^{-4}) \cdot (1 - 2,3 \cdot 10^{-3}) \cdot (1 - 3,6 \cdot 10^{-3}) = 0,006$$

Для события G по формуле 1:

$$P_G = P_M \cdot P_4 \cdot P_5 \cdot P_6 = 0,006 \cdot 1 \cdot 10^{-2} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 0,02 \cdot 10^{-7};$$

Значение для события Н по формуле 1:

$$P_H = P_7 \cdot P_8 = 9 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} = 1,35 \cdot 10^{-5};$$

Для события I по формуле 1:

$$P_I = 1 - (1 - P_9) \cdot (1 - P_{10}) = 1 - (1 - 2,9 \cdot 10^{-2}) \cdot (1 - 3,6 \cdot 10^{-3}) = 0,032 ;$$

Для события В по формуле 1:

$$P_B = 1 - (1 - P_H) \cdot (1 - P_I) \cdot (1 - P_N) = 1 - (1 - 1,35 \cdot 10^{-5}) \cdot (1 - 0,032) \cdot (1 - 1,5 \cdot 10^{-2}) = 0,0466;$$

Для события J по формуле 1:

$$P_J = P_{11} \cdot P_{12} \cdot P_{13} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-10};$$

Для события К по формуле 1:

$$P_K = 1 - (1 - P_{14}) \cdot (1 - P_{15}) \cdot (1 - P_{16}) \cdot (1 - P_{17}) = 1 - (1 - 0,14) \cdot (1 - 10^{-4}) \cdot (1 - 1 \cdot 10^{-2}) \cdot (1 - 10^{-3}) = 0,1495$$

Для события С по формуле 1:

$$P_C = 1 - (1 - P_J) \cdot (1 - P_K) \cdot (1 - P_O) = 1 - (1 - 10^{-10}) \cdot (1 - 0,1495) \cdot (1 - 10^{-3}) = 0,1503;$$

Для события D по формуле 1:

$$P_D = 1 - (1 - P_{18}) \cdot (1 - P_{19}) = 1 - (1 - 1,3 \cdot 10^{-4}) \cdot (1 - 1,5 \cdot 10^{-4}) = 0,003 ;$$

Таким образом, для события X:

$$P_X = 1 - (1 - 0,02 \cdot 10^{-7}) \cdot (1 - 0,0466) \cdot (1 - 0,1503) \cdot (1 - 0,003) \cdot (1 - 0,001) = 0,193.$$

3.4 Расчет зон действия поражающих факторов

При аварии высвобождается масса опасного вещества, равная 0,14 т.

При образовании огненного шара в реакции принимают участие 60% массы газа, т.е. 0,084т (масса газа в облаке газовой смеси).

$$m = 0,6 \cdot M, \quad (3)$$

где М – масса вещества

$$m = 0,6 \cdot 0,14 = 0,084 \text{ т}$$

Радиус огненного шара определяем по формуле 4

$$R_{\text{ош}} = 3,2 \times m^{0,325}, \quad (4)$$

$$R_{\text{ош}} = 3,2 \times 84^{0,325} = 13,5 \text{ м.}$$

Время существования огненного шара определяем по формуле 5

$$t = 0,85 \times m^{0,26}, \quad (5)$$

$$t = 0,852 \times 84^{0,26} = 2,7 \text{ с.}$$

Площадь, покрываемая огненным шаром определяем по формуле 6

$$S_{\text{ош}} = \pi \times R_{\text{ош}}^2 \quad (6)$$

$$S_{\text{ош}} = \pi \times 13,5^2 = 572,6 \text{ м}^2$$

При пожаре и взрыве в помещении котельной расчет зон действия поражающих факторов производится по методике [8]. Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – поражающие факторы при пожаре и взрыве в помещении газовой котельной

Параметр	Значение
Параметры огненного шара	
Радиус огненного шара, м	13,5
Время существования огненного шара, с	2,7
Ожог первой степени, (Доза теплового излучения $1,2 \times 10^5 \text{ Дж/м}^2$), м	28,1
Ожог второй степени (Доза теплового излучения $2,2 \times 10^5 \text{ Дж/м}^2$), м	22,6
Ожог третьей степени (Доза теплового излучения $3,2 \times 10^5 \text{ Дж/м}^2$), м	17,85
Радиусы зон разрушений, м	
Полные разрушения	20,27
Сильные разрушения	35,2
Средние разрушения	55,8
Слабые разрушения	140,2
Расстекление	243,6

Выводы: в следствие того, что газовая котельная является встроенной, административное здание попадает в зону полных разрушений, а промышленные сооружения в зоне средних разрушений.

3.5 Мероприятия по предупреждению ЧС на газовой котельной

В работе была проведена оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации газовой котельной.

В процессе проведенного исследования была изучена характеристика аварийности газовой котельной и, на основании построенных деревьев событий и отказов, определено, что газопровод является наиболее уязвимым элементом газовой котельной.

На основании приказа от 30 июня 2003 года № 265 Об утверждении «Инструкции по предупреждению и ликвидации аварий на тепловых энергостанциях» [9] и произведенных расчетов разработаны следующие мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций на газовой котельной:

- проверка работоспособности систем пожарной сигнализации и автоматических установок пожаротушения;
- контроль работоспособности регуляторов газа;
- проведение своевременного технического обслуживания оборудования котельной;
- разработка инструкций по снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций на объекте, локализации и ликвидации последствий аварий;
- проведение обучения персонала правилам безопасности систем газораспределения и газопотребления;
- проведение обучения персонала в области ГО и ЧС

4. Социальная ответственность

Введение

Социальная ответственность — широкое понятие, охватывающее и такие проблемы, как экология, социальная справедливость, равноправие. Организации обязаны проявлять ответственность в трех областях — финансы, влияние их деятельности на общество и окружающую среду, воздействие на экологию. Это относится не только к бизнесу, но и к правительственным, общественным и добровольческим организациям.

Вопрос обеспечения устойчивости функционирования предприятия в условиях чрезвычайной ситуации является одним из важнейшим среди вопросов, касающихся безопасности страны. В данной квалификационной работе этот вопрос рассматривается на примере объекта топливно-энергетического комплекса, а именно газовой котельной. Топливо-энергетический комплекс является одной из системообразующих отраслей экономики государства. Сумма ущербов, причиняемых объектам топливно-энергетического комплекса составляет 5-7% ВВП, поэтому экономика России в ближайшее время будет не в состоянии возмещать ущерб от катастроф.

В данных условиях возрастает роль целенаправленной предварительной подготовки объектов ТЭК к работе в условиях ЧС, а также к быстрой ликвидации их последствий. Для этого проводятся исследовательские работы по выявлению слабых мест в системе теплоснабжения и разрабатываются соответствующие инженерно-технические мероприятия.

Комплекс инженерно-технических мероприятий по повышению устойчивости функционирования газовой котельной предназначен для работы объектовой комиссии по повышению устойчивости функционирования системы теплоснабжения.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Нормы безопасности при эксплуатации котельных регулируются следующими документами:

- Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
- ГОСТ Р 12.3.047-98 "Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля".
- СП 89.13330.2012 Котельные установки.
- Приказ от 24 марта 2003 г. № 115 "Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок".
- Приказ Ростехнадзора от 15.11.2013 № 542 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления»».

4.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Согласно ТК РФ ст. 212 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;
- обеспечение, прошедших обязательную сертификацию или декларирование, специальной одеждой, специальной обувью, средствами индивидуальной и коллективной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказанию первой помощи пострадавшим;
- ознакомление с результатами специальной оценки условий труда;

- прохождение за счет работодателя обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течении трудовой деятельности) медицинских осмотров;

- 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 [10].

4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Конструкция котельного оборудования должна быть надежной и обеспечивать безопасность при монтаже, ремонте и эксплуатации в течение всего срока службы

Технологическая схема и компоновка оборудования котельной должны обеспечивать:

- оптимальную механизацию и автоматизацию технологических процессов, безопасное и удобное обслуживание оборудования;

- установку оборудования по очередям;

- наименьшую протяженность коммуникаций;

- оптимальные условия для механизации ремонтных работ;

- возможность въезда в котельную напольного транспорта (автопогрузчиков, электрокаров) для транспортирования узлов оборудования и трубопроводов при производстве ремонтных работ.

Газовые котлы являются устройствами с высокой пожароопасностью и взрывоопасностью, поэтому к газовым котельным предъявляются строгие требования согласно СНиП 42-01-2002, СП 41-104-2000 и ПБ 12-529-03 [11; 12]. 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, но не менее 15 куб. метров (площадь не менее 4 кв.м на один котел.);

- встроенная в здание газовая котельная должна размещаться у наружных стен здания на расстоянии не более 12 м от выхода из здания, иначе обязательно наличие собственного выхода из котельной;

- помещение котельной должно быть отделено от смежных помещений ограждающими стенами с пределом огнестойкости 0,75 ч, а предел распространения огня по конструкции равен нулю;

- естественное освещение помещения котельной – из расчета остекления 0,03 кв. метра на 1 куб. метр объема помещения (оно же является легко сбрасываемым ограждением в случае взрыва);

- для помещения котельной, работающей на газообразном топливе, при наличии постоянного обслуживающего персонала предусматривается не менее трехкратного воздухообмена в 1 ч, без учета воздуха, засасываемого в топку котлов для горения. При высоте помещения менее 6 м кратность воздухообмена следует увеличивать из расчета 25% на каждый метр снижения высоты.

- для обеспечения притока свежего воздуха в помещение, где установлено оборудование котельной, обязательно наличие отверстия площадью 0,01 кв. метр на каждые 10 кВт мощности теплового агрегата, или 30 кв.см на 1кВт в случае притока воздуха изнутри здания, конструкция вытяжных вентиляторов, должна исключать возможность искрообразования;

- помещение котельной должно быть оборудовано дымоотводящей трубой с сечением не меньше сечения отводящего патрубка теплового агрегата;

- пол в помещении котельной должен быть выполнен из огнестойких материалов с негладкой и нескользкой поверхностью;

- двери в помещении котельной должны быть шириной – не менее 80 см, открываться легко и только наружу, во время работы их нельзя запирать. Выходы наружу должны быть оборудованы тамбурами или другими устройствами, препятствующими проникновению холодного воздуха в котельную;

- двери из котельной в служебные и другие помещения должны открываться в сторону котельной и иметь приспособления для самозакрывания;

- при расстановке оборудования в помещении котельной необходимо соблюдать установленные расстояния между оборудованием и стенами. Расстояние от фронта котлов или выступающих частей штока до противоположной стены должно быть не менее 2 м.;

- 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 1 м.;

- применение противопожарного защитного экрана – асбокартон толщиной 5мм, обшитый листом кровельной стали и отступающий от легко сгораемых конструкций на 25 мм, позволяет уменьшить это расстояние вдвое. Защитный экран должен быть больше контура оборудования не менее, чем на 150 мм, а над верхней поверхностью не менее чем 300мм;

- подходы к перекрывному газовому крану должны быть всегда свободны;

- газовый тепловой агрегат должен быть обязательно заземлен;

В котельных необходимо предусматривать ремонтные участки, помещения для проведения текущего ремонта оборудования, арматуры, приборов контроля и регулирования.

Надбункерные галереи для размещения транспортных механизмов топливоподачи должны быть отделены от котельного зала несгораемыми перегородками (без проемов) с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

Допускаемые уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах и у щитов контроля и управления принимается в соответствии с Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

4.2 Производственная безопасность

Оборудование газовой котельной требует особого контроля со стороны обслуживающего персонала. В работе отопительного оборудования имеется определенная опасность, поскольку в ней принимает активное участие теплоноситель, разогревающийся до высокой температуры, и определенного типа горючее, обладающее своими физико-химическими особенностями. Кроме того, особого внимания требует высокое давление, которое также является неотъемлемой частью нагревательных приборов

4.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте оператора газовой котельной

За работой и обслуживанием котельных агрегатов, насосным оборудованием, трубопроводами пара и горячей воды смотрят операторы котельной. На оператора котельной в процессе работы действуют опасные и вредные факторы.

В соответствии ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы» [12]:

- опасный производственный фактор - фактор, приводящий к травме, в том числе смертельной;
- вредный производственный фактор - фактор, приводящий к заболеванию, в том числе усугубляющий уже имеющиеся заболевания.

В помещении, где установлены котельные агрегаты и вспомогательное оборудование, вредными и опасными производственными факторами для оператора котельной установки, являются:

1) химические факторы

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;

2) физические факторы:

- повышенная температура воздуха рабочей зоны;

- пониженная влажность воздуха (менее 40 %);

- повышенный уровень шума;

- общая вибрация;

- недостаточное освещение;

3) биологические факторы:

- патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности;

4) опасность поражения электрическим током;

5) пожаровзрывоопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 9

Таблица 9 - Перечень опасных и вредных факторов газовой котельной

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Химические факторы			
Токсичные газообразные вещества в случаях утечки через неплотности в местах стыковки частей газохода (окислы азота, окись углерода)	Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны		ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы [14]

Продолжение таблицы 9 - Перечень опасных и вредных факторов газовой котельной

Физические факторы			
Нагретые поверхности котельных агрегатов, трубопроводов пара и горячей воды	Повышенная температура воздуха рабочей зоны		СанПиН 2.2.4-548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [15]; ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
	Тепловое излучение		
	Пониженная влажность воздуха рабочей зоны (менее 40%)		
Затененность оборудования, конструкций, плохая работа осветительных приборов	Недостаточное освещение		СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» [16]
Резкие перепады давления в трубопроводе, работа предохранительных клапанов, пробивание прокладок фланцевых соединений, движение газов в трубах с большой скоростью – аэродинамические шумы	Повышенный уровень шума		ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности» [17]. СН 3223-85 «Санитарные нормы уровней шума на рабочих местах» [18]
Работа котельных агрегатов, движение газов в трубах с большой скоростью	Повышенная вибрация (общая)		ГОСТ 12.1.012-96 «Вибрационная безопасность. Общие требования» [19]
Прикосновение к металлическим нетоковедущим частям (электродвигателям дымососов, вентиляторам), оказавшиеся под напряжением в результате повреждения изоляции		Поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) [20]. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» ГОСТ 12.1.038 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»

Продолжение таблицы 9 - Перечень опасных и вредных факторов газовой котельной

Утечка топлива из газопровода образование взрывоопасной воздушной смеси, вероятность взрыва при розжиге, останове и эксплуатации котла	Задымленность воздуха	Термические ожоги, получение механических травм при взрыве	ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [21]
Биологические вредные и опасные факторы			
Повышенная влажность и температура в помещении	Патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности		ГОСТ 12.1.007-76 (99) «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» [22]

4.2.2 Влияние опасных и вредных производственных факторов на организм человека.

Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызывать профессиональные заболевания или другие отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ними, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколения

При работе котлов газовой котельной, использующих газообразное, топливо в воздухе производственных помещений может возникнуть избыточная концентрация оксида углерода СО, способная привести к отравлениям персонала. Причиной возникновения повышенного содержания оксида углерода в воздухе помещений котельных являются утечки через неплотности в местах стыковки частей газопровода.

Симптомы острого отравления окисью углерода: головная боль, тошнота, рвота, нарушение цветоощущения, поражение центральной нервной системы; нарушение сердечной деятельности, расстройство дыхания, функции почек.

Нормирование допустимых концентраций вредных веществ в воздухе, подаваемом в помещения, в воздухе рабочей зоны производственных

помещений и вентиляционных выбросах с целью соблюдения санитарно-гигиенических требований предусмотрено:

- ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- СП 2.2.1.1312-03. Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных зданий.
- СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

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

Котельные должны быть оснащены средствами индивидуальной защиты, к которым относятся: противогазы, спасательные пояса и веревки к ним, диэлектрические перчатки и галоши. Персонал котельных должен знать правила хранения и проверки этих средств, а также уметь пользоваться ими.

Повышенная температура и влажность воздуха

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

Работы ведутся в производственном помещении с выделением тепла. 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, причем это будет сопровождаться напряжением реакции терморегуляции, ухудшением самочувствия.

Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах помещения газовой котельной представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата

Период года		Холодный		Теплый	
Категория работ по уровню энергозатрат, Вт		Іб (140-174)	ІІб (233-290)	Іб (140-174)	ІІб (233-290)
Температура воздуха, °С	оптимальная	21-23	17-19	22-24	19-21
	допустимая	19-24	15-22	20-28	16-27
Температура поверхностей, °С	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

Действующими нормативными документами, регламентирующими метеорологические условия, являются:

- СанПиН 2.2.4.548- 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

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 представленные в таблице 4.2. соответствуют нормам.

Неблагоприятное освещение

Возникает вследствие плохой работы осветительных приборов и затененностью оборудования, конструкций. Места, которые по технологическим причинам не обеспечиваются дневным светом, предусмотрено обеспечивать электрическим светом.

В производственных помещениях газовой котельной в дневное время применяется естественное освещение, а в вечернее и ночное время – искусственное. Естественное освещение котельной осуществляется через боковые окна. Искусственное освещение осуществляется комбинацией общего освещения помещения с местным освещением рабочих мест.

Помещение котельной должно быть освещено таким образом, чтобы гарантировать возможность правильного и безопасного обслуживания котлов.

В качестве источников света применяются энергосберегающие люминесцентные лампы, обеспечивающие освещенность не менее 300 Лк. Для обеспечения требуемого направления светового потока электрические лампы заключают в специальную арматуру, которая обеспечивает защиту глаз от слепящего действия и предохраняет лампы от загрязнения, механических повреждений и неблагоприятного воздействия внешней среды.

Помимо рабочего освещения в газовой котельной предусматривается аварийное освещение от источников питания, независимых от общей осветительной системы.

Аварийное освещение предназначено для продолжения работы в аварийных условиях и освещенность должна составлять не менее 5% рабочего освещения при общей системе и не менее 2 лк. В теплоэнергетических установках аварийное освещение должно обеспечить работу на пультах управления, а также для осмотра фронтальной части котлов, для прохода по обслуживающим площадкам и другим местам, обеспечивающим безопасную эксплуатацию. Аварийное освещение должно питаться от независимого источника энергии (отдельного трансформатора, аккумуляторной батареи). Для осмотра оборудования у дежурного и

оперативного ремонтного персонала должны быть аккумуляторные светильники или переносные электрические фонари.

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 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования»

Помещение котельной, согласно СНиП должно быть оснащено таким образом, чтобы обеспечить качественный монтаж котла, а при эксплуатации, возможность правильной работы. Разряды зрительной работы Шв, VIa, VIIa, характеристики указаны в таблице 11

Таблица 11 - Разряды зрительной работы, характеристики

Характеристика зрительной работы		Высокой точности	Средней точности	Общее наблюдение
Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм				
Разряд зрительной работы		III	IV	a
Подразряд зрительной работы				
Контраст объекта с фоном		Малый Средний большой	Малый	нет
Характеристика фона				
Искусственно е освещение	Освещенность, лк	Всего	При комбинированного освещения	При системе общего освещения
Естественное освещение	Сочетание нормируемых показателя ослепленности и коэффициента пульсации	Р	Кп, %	При верхнем или комбинированном освещении
Совмещенное освещение	КЕО, е _н , %	нет	нет	При верхнем или комбинированном освещении
VIII		от 0,3 до 0,5	св.0,5 до 1,0	
a		III	IV	
нет		в	a	
нет		Малый Средний большой	Малый	нет
200		Светлый Средний темный	Темный	
40		750 600	750	
20		200	200	
3		300 200	300	
1		40 20	40	
1,8		15 15	20	
0,6		нет	4	
		нет	1,5	
		3	2,4	
		1,2	0,9	

Освещение в помещении газовой котельной соответствует нормам, представленным в таблице 11.

Повышенный уровень шума

Для теплоэнергетического оборудования характерны механические, аэродинамические и гидродинамические шумы – неупорядоченное распространение звуков разной интенсивности и чистоты, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека. В газовой котельной шум вызывает аэродинамические причины, к ним относятся:

- резкие перепады давления в трубопроводе;
- работа предохранительных клапанов;
- пробивание прокладок фланцевых соединений;
- движение газов в трубах с большой скоростью.

Повышенный уровень шума оказывает вредное воздействие на организм человека: снижается острота слуха, зрения, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы. Сильный производственный шум может быть причиной функциональных изменений нервной, кровеносной систем организма.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте оператора газовой котельной представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Допустимые уровни шума

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ·А
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий (физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем)	5	7	2	8	5	3	1	9	80

Работа оператора котельной относится к физической работе, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем допустимый эквивалентный уровень шума – 80 дБА.

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

Помимо мер технологического и технического характера применяются средства индивидуальной защиты – наушники, заглушки-вкладыши, шлемы.

Повышенный уровень вибрации

Вибрация - представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое колебание.

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 сердечно-сосудистой системе, вестибулярном аппарате, нарушается обмен веществ.

Действующим нормативным документом является ГОСТ 12.1.012-96 «Вибрационная безопасность. Общие требования».

Амплитуда вибрации дымососов и вентиляторов не должна превышать 0,1 мм. При амплитуде равной 0,2 мм производят аварийный останов оборудования. Уменьшение вибрации достигается применением виброизоляции, что значительно снижает передачу вибрации от источника к фундаменту и полу. Виброизоляторы изготовлены из материалов с большим внутренним трением: резины, пробки; применяются также пружинные амортизаторы. В соединениях трубопроводов, воздухопроводов установлены виброизоляторы в виде гибких вставок.

Допустимые уровни шума и общей вибрации на рабочем месте оператора газовой котельной соответствуют нормам и данным, представленным в таблице 4.4.

Поражение электрическим током

Электробезопасность – это система организационных, технических мероприятий, а также средств защиты от поражений человека электрическим током.

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде:

- термического действия, вплоть до обугливания;
- электролитическое - разложение крови в организме человека;
- биологическое воздействие - судорожное сокращение мышц при прохождении тока через жизненно-важные органы, нервные части.

Основными потребителями электроэнергии газовой котельной являются электродвигатели дымососов, вентиляторов.

Статистические данные показывают, что от 1 до 3 % от всех несчастных случаев приходится на поражения током. Причинами электротравм могут являться:

- случайное прикосновение или приближение к частям под напряжением;
- появления напряжения на металлических конструкциях из-за пробоя;
- ошибочные действия персонала;
- шаговые напряжения.

Электробезопасность должна обеспечиваться в соответствии с ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»:

- конструкцией электроустановок и архитектурно-планировочными решениями;
- организацией технологических процессов;
- техническими способами и средствами защиты;

- организационными и техническими мероприятиями при производстве работ;

- электрозащитными средствами, средствами защиты от электрических и магнитных полей и другими средствами индивидуальной защиты, применяемыми при эксплуатации электроустановок;

- организацией технического обслуживания электроустановок.

Электроустановки и их части должны соответствовать требованиям электробезопасности таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока, электрической дуги и электрических и магнитных полей

Для предотвращения поражения током на все электросиловое оборудование в котельной предусмотрено заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». 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.

Защитное зануление предусмотрено на нулевом проводе питающей сети электрооборудования и других металлических конструктивных частей корпусов, которые нормально не находятся под напряжением, но вследствие повреждения изоляции могут оказаться под напряжением. В качестве защиты при занулении используются плавкие предохранители.

Средства коллективной защиты включают оградительные, автоматического контроля и сигнализации; изолирующие устройства и покрытия; устройства защитного заземления и зануления; устройства автоматического отключения.

Средства индивидуальной защиты: специальная одежда и обувь, диэлектрические коврики.

Электробезопасность газовой котельной соответствует ГОСТ 12.1.019-2017

Пожаровзрывоопасность

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения определяются в соответствии с Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123-ФЗ представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Категория помещений котельной по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности и степень огнестойкости зданий и сооружений котельной, работающей на газовом топливе

Здания (помещения) и сооружения	Категория производств	Степень огнестойкости
Котельный зал, помещение дымососов и деаэраторов	Г	II
Помещение водоподготовки	Д	III
Помещение щитов управления, щитов станций управления	Д	II
Помещение закрытых распределительных устройств с выключателями и аппаратурой, содержащей более 60 кг масла в единице оборудования	В	II
Помещение трансформаторной подстанции, трансформаторные камеры с маслонаполненными выключателями	В	II
Помещение газораспределительных пунктов (ГРУ) и склад горючих газов	А	II
Насосная станция конденсата и противопожарного водоснабжения	Д	II
Материальный склад	В	II

Газовая котельная относится к категории Г – умеренная пожароопасность

Пожаровзрывоопасные факторы газовой котельной:

- взрыв котла с вероятностью пожара (из-за перегрева и избыточного давления, отказа структурных компонентов вследствие усталости металла и

др.); травмы, вызванные действием взрывной волны, летящими осколками, пламенем, паром и др.;

- возгорание и взрыв топлива (в частности, вследствие утечки топлива); возгорание ветоши, пропитанной топливом; взрывы газоздушных смесей внутри котла.

Обеспечение противопожарных мер - мероприятия охватывающие все сферы деятельности газовой котельной, а именно: предъявляются требования к зданию, строительным материалам, оборудованию, хранению топлива, эксплуатации и ремонтным работам).

Противопожарные требования к зданию котельной обозначены в техническом задании на строительство. Перед возведением здания проект согласовывают в территориальном отделении МЧС.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности газовой котельной:

- применение материалов, которые не горят, не поддерживают горение, не выделяют ядовитые вещества при пожаре;

- двери, на выходе из помещения котельной, открываются наружу. Оконные проемы — легко сбрасываемые конструкции при взрыве газоздушной смеси;

- расстояние перед фронтом котла обеспечивает безопасность оператора при розжиге горелки, и предоставляет возможность уклонения от бесконтрольного выброса пламени;

- газопровод на вводе в котельную оборудуется электромагнитным запорным клапаном, перекрывающим подачу топлива при срабатывании газоанализатора или отключении электричества;

- электроснабжение котельной выполнено в соответствии с требованиями взрыво- и пожаробезопасности. Защита исключает опасность возникновения пожара при коротком замыкании или перегрузках сети. В котельной предусматривают устройство аварийного освещения, молниезащиты и заземления.

- котельные относят к категории производства повышенной пожароопасности и оборудуют внутренним пожарным водопроводом. Пожарный шкаф (навесной, встроенный или приставной) устанавливают рядом с пожарными кранами и пломбируют. На дверце шкафа указывают: поясняющее буквенное обозначение, номер крана и телефон пожарной службы. Расположение пожарных кранов должно обеспечивать доступ двух струй (с заданным напором и расходом), в каждую точку помещения;

- проходы в котельном зале обеспечивают доступ к технологическому оборудованию. Нельзя складировать в проходах легко воспламеняющиеся и прочие материалы, перекрывая пути эвакуации при пожаре;

Регламент предприятия предписывает порядок действий работников при возникновении пожара. План эвакуации, таблички с номерами экстренного вызова пожарных служб и инструкцию по действиям персонала при пожаре вывешивают на видных местах.

Для своевременного обнаружения очага возгорания, оповещения об опасности, отключения оборудования и ликвидации пожара в здании котельной устанавливают систему пожарной сигнализации.

Пожарные извещатели установленные в местах, где возможно их механическое повреждение, оборудуются защитными устройствами, не влияющими на их работоспособность. Запрещается прокладка линейной части пожарной сигнализации воздушными линиями и подвеска сигнализации на опорах силовых сетей.

Не реже 1 раза в год проводят цикл испытаний всей системы автоматической установки тушения пожаров с оформлением протокола (акта) испытаний.

Для размещения первичных средств пожаротушения устанавливаются специальные пожарные щитки – по возможности ближе к выходам из помещений. Ручные огнетушители размещаются путем навески на специальные конструкции на высоте 1,5 м от уровня пола до нижнего конца огнетушителя.

Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода укомплектовываются рукавами и стволами. Не реже 1 раза в полгода проводят перематку рукавов на новую скатку.

Баллоны и емкости установок пожаротушения, масса огнетушащего вещества и давление среды в которых менее расчетных значений на 10% и более подлежат дозарядке и перезарядке.

Гидравлические испытания пожарного водопровода проводятся 1 раз в 3 года.

Не реже 1 раза в 5 лет проводится сплошная промывка, продувка и очистка от грязи пожарных водопроводов.

При пожаре или аварии дежурный персонал обязан немедленно прекратить подачу топлива в котельную и котлы, сообщить о пожаре в пожарную часть по телефону местной пожарной части или 112, приступить к тушению пожара имеющимися первичными средствами пожаротушения.

Состояние пожаровзрывобезопасности газовой котельной соответствует противопожарному режиму и техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности

Патогенные микроорганизмы (грибы) и продукты их жизнедеятельности

Источником микроорганизмов в рабочей зоне является повышенная влажность и температура в помещении. Попадая на кожу человека, споры грибка могут вызывать разные кожные высыпания, экзему и дерматит, которые трудно поддаются диагностике врачей.

Требования к микроорганизменной чистоте воздуха производственного помещения приведены в Руководстве 2.2.755-99 «Методика контроля содержания микроорганизмов в воздухе рабочей зоны» и в Методических указаниях «Микробиологический мониторинг производственной среды» (МУК 4.2.734-99) [23].

Средства защиты от воздействия биологических факторов включают устройства для вентиляции и очистки воздуха.

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".

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» предполагается устройство санитарно-защитной зоны (СЗЗ) не менее 50 м [24].

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.

Согласно ст. 19 Федерального закона "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 № 7-ФЗ нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при ведении хозяйственной и иной деятельности, и осуществляется в целях государственного регулирования этого воздействия, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности [25].

По своему назначению нормирование в области охраны окружающей среды служит инструментом управления хозяйственной и иной деятельности для обеспечения экологической безопасности на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов.

Законодательно установлены две группы нормативов:

1. нормативы качества окружающей среды;
2. нормативы допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация — это обстановка, сложившаяся на определенной территории или акватории в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

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

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

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

1. Пожар в котельной или пожар вблизи котельной

В соответствии с Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123-ФЗ помещение относится к категории – Г (умеренная пожароопасность), степень огнестойкости – II.

Возможные последствия – ожоги обслуживающего персонала.

Действия оператора:

- перекрыть подачу газа к котлам с помощью ПКН в ГРУ;
- закрыть запорные устройства котлов, открыть краны на свечах безопасности и на продувочной свече;

- закрыть газовую задвижку № 1 на вводе и все последующие газовые задвижки;

- вызвать пожарную команду по тел.: 112, вызвать ответственное лицо.

Действия ответственного лица:

- принять участие в тушении пожара;
- оказать обслуживающему персоналу первую помощь, при надобности вызвать скорую помощь;

- после устранения последствий пожара вызвать представителей газового участка для пуска и розжига котлов.

2. Произошел взрыв газозудшной смеси в котельной

Действия оператора:

- полностью отключить котельную от газоснабжения по Правилам аварийной остановки котельной;

- вызвать ответственное лицо, сообщить АДС газового участка.

Действия ответственного лица:

- обеспечить безопасность обслуживающего персонала, в случае необходимости оказать первую помощь пострадавшим и вызвать скорую помощь;

- сохранить обстановку и оборудование (котлы, горелки, газопровод) в том состоянии, которое оказалось после аварии, если такое состояние не угрожает жизни окружающих людей;

- не допускать посторонних лиц в котельную;

- организовать работы по устранению последствий аварии после расследования причин аварии.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Суть исследования заключается в расчете вероятности возникновения ЧС на газовой котельной и разработке мероприятий по обеспечению безопасного и надежного функционирования газовой котельной.

5.1 Планирование работ по теме диплома

Задачей планирования работ является оптимальный расчет использования времени и ресурсов, обеспечивающих выполнение работ в срок при наименьших затратах средств. При планировании работы составляется перечень работ, необходимых для достижения поставленной задачи, представленный в таблице 14 – перечень работ.

Разработкой проекта занимались два человека:

- научный руководитель (Р);
- студент (С).

Таблица 14 – перечень работ

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
Основной этап	3	Изучение литературы по теме исследования	Студент
	4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	5	Написание теоретической части ВКР	Студент
	6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение практической части ВКР	Студент

Продолжение таблицы 14 – перечень работ

Заключительный этап	8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление ВКР	Студент

5.1.2 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, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется формула 7

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (7)$$

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

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой

работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-ого этапа работы:

$$t_{ож.1} = \frac{3 \times 1 + 2 \times 4}{5} = 2,2 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 2-ого этапа работы:

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 3-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.3}} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 14}{5} = 9,8 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 4-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.4}} = \frac{3 \times 14 + 2 \times 20}{5} = 16,4 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 5-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.5}} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 14}{5} = 9,8 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 6-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.6}} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 4}{5} = 2,8 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 7-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 21}{5} = 12,6 \text{ чел. - дн.}$$

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 9-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.9}} = \frac{3 \times 14 + 2 \times 28}{5} = 19,6 \text{ чел. - дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p по формуле 8, учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной

платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$Tpi = \frac{toj_i}{\chi_i} \quad (8)$$

где Tpi – продолжительность одной работы, раб. дн.;

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

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

Продолжительность 1-ого этапа:

$$Tр1 = \frac{2,2}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2-ого этапа:

$$Tр2 = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3-ого этапа:

$$Tр3 = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4-ого этапа:

$$Tр4 = \frac{16,4}{1} = 16 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5-ого этапа:

$$Tр5 = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6-ого этапа:

$$Tр6 = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7- ого этапа:

$$T_{p7} = \frac{12,6}{1} = 13 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8- ого этапа:

$$T_{p8} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9- ого этапа:

$$T_{p9} = \frac{19,6}{1} = 20 \text{ раб. дн.}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 3, 4, 5, 7 и 9 этапы.

5.1.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой 9

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} \quad (9)$$

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 формуле 10

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (10)$$

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.

Коэффициент календарности в 2019 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-118} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к1}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к2}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к3}} = 10 \times 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к4}} = 16 \times 1,48 = 24 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к5}} = 10 \times 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к6}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к7}} = 13 \times 1,48 = 19 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к8}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-ого этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к9}} = 20 \times 1,48 = 30 \text{ кал. дн.}$$

Полученные значения представлены в таблице 14

Таблица 14 - Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
		t_{mi} n	t_{m} а х	$t_{ожi}$			
1	Выбор и утверждение темы исследования	1	4	2,2	Р, С	1	1
2	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	2	4	2,8	Р, С	1	1
3	Изучение литературы по теме исследования	7	14	9,8	С	10	15
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	14	20	16,4	С	16	24
5	Написание теоретической части ВКР	7	14	9,8	С	10	15
6	Подведение промежуточных итогов	2	4	2,8	С	1	1
7	Выполнение практической части ВКР	7	21	12,6	С	13	19
8	Оценка и анализ полученных результатов	2	4	2,8	Р, С	1	1
9	Оформление ВКР	14	28	19,6	С	20	30

На основании таблицы 14 построен календарный план-график. График (таблица 15) был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы студента и руководителя выделены черным и серым цветом.

Таблица 15 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр		март			апрель			май			ию	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент	1	■												
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	1		■											
3	Изучение литературы по теме исследования	Студент	15			■	■									
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент	24			■	■	■								
5	Написание теоретической части ВКР	Студент	15					■	■							
6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент	1								■					
7	Выполнение практической части ВКР	Студент	19								■	■	■			
8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	1										■			
9	Оформление ВКР	Студент	30										■	■	■	■

■ - Научный руководитель;

■ - Студент.

5.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- амортизация основных фондов;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.2.1 материальных затрат НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в таблице 16

Таблица 16 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	лист	300	2	600
Ручка	шт.	1	100	100
Карандаш	шт.	1	50	50
Файлвкладыш	шт.	30	2	60
Картридж	шт.	2	1000	2000
Итого:				2810

5.2.2 Расчет сновной заработной платы исполнителей темы

Зарботная плата научного руководителя и студента включает основную зарботную плату и дополнительную зарботную плату, формула 11

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная зарботная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная зарботная плата (15% от $Z_{\text{осн}}$).

Основная зарботная плата ($Z_{\text{осн}}$) научного руководителя и студента рассчитана по формуле 12

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} + T_p, \quad (12)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 13

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d} \quad (13)$$

где Z_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 17 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	14	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	205	212

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле 14

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}, \quad (14)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент [27].

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 17000 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 35360$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$З_m = 7000 \times (1 + 0,2 + 0,2) \times 1,3 = 12740$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{дн} = \frac{35360 \times 10,4}{205} = 1794$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{дн} = \frac{12740 \times 11,2}{212} = 673$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_r = 4$ раб. дней

Студент: $T_r = 73$ раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{осн} = 1794 \times 4 = 7176 \text{ руб}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{осн} = 673 \times 73 = 49129 \text{ руб}$$

Таблица 18 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	З _{гс} , руб.	к _{пр}	к _д	к _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Научный руководитель	17000	0,3	0,3	1,3	35360	1794	4	7176
Студент	7000	0,2	0,2	1,3	12740	673	73	49129
Итого З _{осн}								56305

5.2.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле 14 исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн}, \quad (14)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,15;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 19 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Научный руководитель	Студент
Основная зарплата	7176	49129
Дополнительная зарплата	1076	7369
Итого, руб.		64750

5.2.4 Амортизация основных фондов

В элементе «Амортизация основных фондов» отражаются суммарные амортизационные отчисления на полное восстановление основных производственных фондов.

В процессе работы используется ноутбук aser, стоимостью 24000 рублей, принтер струйный epson , стоимостью 3200 руб. и Xerox Phaser 3300MFP PCL6, стоимостью 2800 руб. Общая стоимость оборудования составляет 30000 руб.

$$Z_{ам} = (T_{исп} / T_{год}) \times N_a \times \Phi, \quad (15)$$

где $T_{исп}$ – период пользования техникой, $T_{ис} = 60$ дней;

$T_{год}$ – количество дней в году, $T_{год} = 365$ дней;

N_a – норма амортизации, $N_a = 1/T_{сл} = 1/5 = 0,2$

$T_{сл}$ срок службы оборудования = 5 лет;

Φ – стоимость оборудования, тыс/руб.

Таблица 20 - Оборудование и программное обеспечение

Наименование оборудования	Кол-во, шт	Φ_p , руб	N_a	$T_{ис}$	$Z_{ам}$
Ноутбук aser	1	24000	0,2	60	789.04
Принтер струйный epson	1	3200	0,2	7	128
Xerox Phaser 3300MFP PCL6	1	2800	0,2	2	3.07
Итого:	1	30000			920,11

$$Z_{ам} = 789,04 + 128 + 3,07 = 920,11 \text{ руб.}$$

5.2.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 16

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (16)$$

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 6 части 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019 году водится пониженная ставка – 28%.

$$Z_{\text{внеб}}=0,28 \times (53305+8445)=17290 \text{ руб.}$$

5.2.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле 17

$$Z_{\text{накл}}=(\text{сумма статей } 1 \div 5) \times k_{\text{нр}}, \quad (17)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}}=(2810+56305+8445+920,11+17290) \times 0,16=13723,22 \text{ руб.}$$

5.2.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат проекта. В таблице 21 отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат НТИ

№ п/п	Элементы текущих затрат	Сумма затрат, руб.
1	Материальные затраты	2810
2	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	56305
3	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8445
4	Амортизация основных фондов	920,11

Продолжение таблицы 21 – Расчет бюджета затрат НИИ

5	Отчисления во внебюджетные фонды	17290
6	Накладные расходы	13723,22
	Итого себестоимость проекта	99493,33

Для выполнения данной исследовательской работы необходимо провести ключевых 9 этапов, позволяющие построить диаграмму Ганта, которая наглядно отражает продолжительность исследования. Общая продолжительность исследования составила 73 дня. Проведенный расчет стоимости НИИ показал, что общая стоимость составляет 99493,33 рубль.

Заключение

В настоящее время территория нашей страны сохраняет высокий уровень техногенной и природной опасности. По статистике наиболее частыми техногенными чрезвычайными ситуациями в теплоэнергетике остаются аварии в котельных.

В работе приведена основная нормативно-правовая база, на основании которой проводятся расчет и оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации на газовой котельной. В этих регламентирующих нормативных документах заложены и представлены основные требования к установке и эксплуатации газовых котельных установок

Построено «дерево отказов», определен сценарий наиболее вероятной ЧС и произведена оценка зон разрушений, на основании чего можно сделать вывод, что:

- основными факторами, способствующими возникновению и развитию аварийных ситуаций при эксплуатации газового оборудования являются износ оборудования и ошибки обслуживающего персонала;
- наиболее уязвимым элементом газовой котельной является газопровод;
- учитывая, что газовая котельная является встроенной, было рассчитано, что административное здание попадает в зону полных разрушений, а промышленные сооружения в зону средних разрушений.

Были разработаны мероприятия по предупреждению возникновения чрезвычайной ситуации.

Так же, в соответствии с требованиями, установленными федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности был установлен порядок действий оперативного персонала при поступлении сигнала о возникновении аварийной ситуации.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 02.06.2016 №170-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"».
2. Природный газ. Метан: справ. / С. Ю. Пирогов [и др.]. - СПб.: Проффессионал, 2006. - 847 с.
3. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
4. Приказ Ростехнадзора от 15.11.2013 № 542 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления"».
5. СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы (приняты и введены в действие Постановлением Госстроя РФ от 23.12.2002 № 163).
6. Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21.12.1994 № 68-ФЗ.
7. 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»
8. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
9. Приказ Минэнерго РФ от 30 июня 2003 года № 265 Об утверждении «Инструкции по предупреждению и ликвидации аварий на тепловых энергостанциях»
10. ТК РФ Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.
11. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения.

12. ПБ 12-529-03 Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления.
13. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
14. ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы.
15. СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
16. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» СП.
17. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности».
18. СН 3223-85 «Санитарные нормы уровней шума на рабочих местах».
19. ГОСТ 12.1.012-96 «Вибрационная безопасность. Общие требования».
20. ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
21. Федеральный закон от 22.06.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
22. ГОСТ 12.1.007-76 (99) «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
23. МУК 4.2.734-99 Микробиологический мониторинг производственной среды.
24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
25. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 № 7-ФЗ.

26. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019.

27. Приказ от 24 марта 2003 г. № 115 "Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок".

28. Федеральный закон Российской Федерации от 28.12.2013г № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».