

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Системы управления производственной, промышленной и экологической
безопасностью

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Методы и модели обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта «Система теплоснабжения» III класса опасности на примере Печорского филиала АО «КТК»

Студент

В.А. Апостолиди

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., доцент, В.А. Филимонов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент, Т.А. Варенцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	8
ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ.....	9
1 Характеристика опасного производственного объекта и анализ нормативно-правового обеспечения данного объекта.....	10
1.1 Общая характеристика опасного производственного объекта «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК».....	10
1.2 Анализ требований промышленной безопасности при работе опасного производственного объекта «Система теплоснабжения» III класса опасности.....	15
1.3 Анализ отечественной и международной практике применяемой для объекта «Система теплоснабжение» III класса опасности.....	18
2 Методы и модели обеспечения промышленной безопасности при работе опасного производственного объекта «Система теплоснабжения».....	20
2.1 Производственный контроль как основной метод обеспечения промышленной безопасности.....	20
2.2 Моделирования возможных сценариев возникновения, развития аварийных ситуаций.....	24
2.3 Исследование возможных сценариев возникновения, развития аварийных ситуаций как основа для разработки мероприятий, обеспечивающих промышленную безопасность.....	41
3 Разработка и внедрение мероприятий, обеспечивающих промышленную безопасность при работе опасного производственного объекта «Система теплоснабжения».....	43
3.1 Разработка мероприятий для опасного производственного объекта «Система теплоснабжения».....	43
3.2 Разработка и внедрение алгоритма действия персонала от негативных воздействий при аварийных ситуациях.....	45

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	84

ВВЕДЕНИЕ

Опасный производственный объект (ОПО) «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК» выполняет функцию обеспечения теплом зданий и сооружений г. Печора и Печорского района Республики Коми, решает задачу надежного снабжение теплом и горячего водоснабжения населения.

За последние десятилетия объектам жилищного коммунального хозяйства мало уделяется финансирование, как со стороны республики (муниципалитетов), так и от лица теплоснабжающих организаций. Не значительное вкладывание денег в капитальное строительство, техническое перевооружение объектов ОПО привело к тому, что мы используем еще оборудования, которые были введены в эксплуатацию в семидесятые и восьмидесятые годы двадцатого века.

Следствием такого положения является увеличение угрозы аварий на опасных производственных объектах «Система теплоснабжения» и прекращение подачи тепла населению.

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключаются в том, что из-за недостаточного финансирования опасного производственного объекта, мы имеем, по сути, старое оборудование. За таким оборудованием нужен особый и постоянный производственный контроль, как со стороны руководителей и ведущих специалистов организации, так и со стороны оперативного и ремонтного персонала, которые обслуживают данный объект.

Объект исследования: выступает Печорский филиал Акционерного общества «Коми тепловая компания».

Предмет исследования: является опасный производственный объект «Система теплоснабжения» III класса опасности Печорского филиала АО «КТК»

Цель исследования: заключается в подробном исследовании развития сценариев, факторов и причин аварийных ситуаций с учетом внедрения мероприятий для обеспечения промышленной, производственной безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта «Система теплоснабжения».

Гипотеза исследования состоит в том, что реализация внедрения исследования по обеспечению производственной, промышленной безопасности будет способствовать без аварийной работы газовых котельных на предприятии, минимизацию потерь от аварий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

- проанализировать имеющиеся производственные и научные материалы в области промышленной безопасности по указанной теме;
- смоделировать аварийные ситуации, составить «Дерево отказов»;
- разработать мероприятия для обеспечения промышленной безопасности;
- разработать алгоритм действия персонала при аварийных ситуациях.

Теоретико-методологическую основу исследования в основном составила нормативно-правовая база в области промышленной безопасности.

Базовым для настоящего исследования явились также: федеральные законы, федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности и производственный опыт.

Методы исследования:

- системный анализ;
- теория надежности и безопасности систем теплоснабжений;
- моделирования возможных аварийных ситуаций.

Опытно-экспериментальная база исследования - это опасные производственные объекты Печорского филиала АО «КТК»

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- рассмотрены новые подходы для обеспечения производственной безопасности на ОПО «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК» с учетом специфики предприятия;

- разработаны меры для обеспечения производственной безопасности на ОПО «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК»;

- выявлены и внедрены решения по обеспечению производственной, промышленной безопасности на ОПО «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК».

Теоретическая значимость исследования заключается в следующем:

- выявлены меры обеспечения производственной, промышленной безопасности на ОПО «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК»;

- разработаны меры обеспечения производственной, промышленной безопасности на ОПО «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК».

Практическая значимость исследования заключается в том, что внедрены меры обеспечения производственной, промышленной безопасности в организационные процессы Печорского филиала АО «КТК».

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались практикой и анализом информации, выявленной в процессе работы в данной организации.

Личное участие автора в организации и проведения исследования состоит в том, что автор подробно исследовал возможность развития аварийных ситуаций, а также разработал мероприятия по повышению безопасности и внедрил алгоритм действия персонала от негативных воздействий при аварийных ситуациях

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на следующей конференции:

- XV –Международной научно-практической конференции «Инновации в науке и практике» 21 марта 2019 года в городе Барнаул.

На защиту выносятся:

1. Выводы по анализу теоретических и нормативно-правовых документов по обеспечению промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

2. Результаты по моделированию и оценки опасностей, риска аварий на Печорском филиале АО «КТК».

3. Итоги опытно-экспериментальной апробации мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности путем внедрения мероприятий и алгоритма действия персонала от негативных воздействий при аварийных ситуациях на газовых котельных Печорского филиала АО «КТК».

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, содержит тридцать рисунков, семь таблиц, список использованной литературы (36 источников). Основной текст работы изложен на 89 страницах. В основной части магистерской диссертации приводят данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной магистерской диссертации [1].

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие термины и определения:

S_n , уровень А – сценарий аварий, уровень аварии на одном производственном объекте.

Дерево отказов – это графическое представление связей между отказами оборудования и аварийными ситуациями.

ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие обозначения и сокращения:

КТК – Коми тепловая компания.

№ - название котельной.

Гкал/час – гигакалория в час.

ПБ – промышленная безопасность.

ГРУ – газорегуляторная установка

ШП-2 – газорегуляторные пункты шкафного типа.

Ø – диаметр.

М. – метр.

$P_{вх}$ – давление входящие.

$P_{вых}$ – давление выходящие.

МПа – мегапаскаль.

ОПО – опасный производственный объект.

КиТС – котельных и тепловых сетей.

ГВС – горячее водоснабжение.

НИР – научно-исследовательская работа.

1 Характеристика опасного производственного объекта и анализ нормативно-правового обеспечения данного объекта

1.1 Общая характеристика опасного производственного объекта «Система теплоснабжения» Печорского филиала АО «КТК»

Основным видом деятельности Печорского филиала АО «КТК» является выработка и подача к потребителям тепловой энергии, а также снабжения города и района горячим водоснабжением.

В структуру предприятия входит опасный производственный объект «Система теплоснабжения» III класса опасности, который включает 13 газовых котельных.

Причем четыре газовых котельных имеют паровые котлы. Подробная характеристика опасных производственных объектов филиала приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика ОПО

№	Адрес	Вид топлива	Наименование котлов	Всего	Параметр каждого котлов, Гкал/час	Мощность котельной, Гкал/час
5	г. Печора, м. Макаронка, ул. Зеленая д. 64	Газ природный	E1/9-1Г (паровые)	3	0,662	1,986
7	г. Печора, Печорский проспект, д. 16	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные), E1/9-1Г (паровые)	9	0,862 и 0,662	7,158
9	г. Печора, Печорский проспект д. 4	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные)	9	0,862 и 0,662	7,758
11	г. Печора, ул. Западная д. 49	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные)	7	0,732	5,124
25	пгт. Кожва, ул. Мира д. 3А	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные)	4	0,862	3,448

Продолжение таблицы 1

№	Адрес	Вид топлива	Наименование котлов	Всего	Параметр каждых котлов, Гкал/час	Мощность котельной, Гкал/час
21	пгт. Кожва, ул. Печорская д. 6А	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные)	8	0,862	6,896
22	пст. Озерный, ул. Центральная д. 25	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные)	8	0,774	6,192
23	пгт. Кожва, ул. Интернациональная д. 15	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные)	5	0,862	4,310
26	пгт. Путеец, ул. Парковая д. 2А	Газ природный	Энергия-3 (водогрейные), КВ-5 (водогрейный)	8	0,732 и 1,600	6,724
49	пст. Луговой, ул. Центральная д. 13	Газ природный	ДКВр-4/13 (паровые)	2	2,660	5,320
51	пст. Сыня ул. Железнодорожная д. 19	Газ компримированный	ТТ50	3	1,315	5,344
56	пгт. Изъя-Ю, ул. Юбилейная д. 13А	Газ природный	КВ-1,74 (водогрейные)	4	1,500	6,000
60	пгт. Кожва, ул. Мира д. 35А	Газ природный	Buderus SK755-1040 (водогрейные)	2	0,894	
13	исключена	-	-	-	-	-

В помещениях котельных установлены приборы контроля загазованности воздуха рабочей зоны по оксиду углерода и метану.

В газовых котельных Печорского филиала АО «КТК» требуемое давление газа перед горелками обеспечивается газорегуляторными установками,

расположенными в помещениях котельных на уровне первого этажа. На котельной № 51 на уровне второго этажа. В основном установлены ГРУ, а на котельной № 5 ШП-2.

Наружные и внутренние газопроводы приведены в таблице 2. В данной таблице указан номер газовой котельной и соответствующие параметры газопроводов.

Таблица 2 – Сведения по наружным и внутренним газопроводам

Номер котельной	Параметры газопроводов
Котельная № 22	Наружный: - Ø 114 – 1,9 м., $P_{вх} = 0,6$ МПа. Внутренний: - Ø 57 – 76 м. - Ø 114 – 6,8 м. - Ø 159 – 36 м. - $P_{вых} = 0,03$ МПа.
Котельная № 51	Наружный: - Ø 57 – 37 м. $P_{вх} = 0,6$ МПа Внутренний: - Ø 57 – 9 м. - Ø 76 – 20 м. - Ø 89 – 1,2 м. $P_{вых} = 0,0115$ МПа
Котельная № 26	Наружный: - Ø 108 – 2 м. $P_{вх} = 0,6$ МПа Внутренний: - Ø 25 – 28,5 м. - Ø 57 – 33,6 - Ø 76 – 1,5 м. - Ø 108 – 35 м. - Ø 159 – 14 м $P_{вых} = 0,04$ МПа
Котельная № 49	Наружный: Ø 89 – 23 м. $P_{вх} = 0,6$ МПа Внутренний:

Продолжение таблицы 2

Номер котельной	Параметры газопроводов
	<p>Ø 57 – 9 м Ø 89 – 18 м. Ø 108 – 6 м. Ø 219 – 15 м $P_{\text{вых}}=0,024$ МПа - Ø 89 – 1,2 м. - $P_{\text{вых}}= 0,0115$ МПа.</p>
Котельная № 7	<p>Наружный: - Ø 108 – 78 м., $P_{\text{вх}}= 0,6$ МПа. Внутренний: - Ø 57 – 13 м. - Ø 89- 27 м. - Ø 108 – 33 м. - Ø 159 – 38 м. - $P_{\text{вых}}= 0,03$ МПа.</p>
Котельная № 5	<p>Наружный: - Ø 159 -9 м., $P_{\text{вх}}= 0,6$ МПа. Внутренний: - Ø 33,5 – 1 м. - Ø 60 – 5 м - Ø 76 – 21 м. - Ø 108 – 8 м. - Ø 159 – 3м. - Ø 146 -30 м. - $P_{\text{вых}}= 0,018$ МПа.</p>
Котельная № 11	<p>Наружный: - Ø 89 – 7м., $P_{\text{вх}}= 0,6$ МПа Внутренний: - Ø 57 – 9 м. - Ø 89 – 21 м. - Ø 108 –3 м - Ø 159 – 20 м. - $P_{\text{вых}}= 0,022$ МПа.</p>

Продолжение таблицы 2

Номер котельной	Параметры газопроводов
Котельная № 9	<p>Наружный:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ø 108 – 1,5 м., P_{вх}= 0,6 МПа <p>Внутренний:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ø 25 -4,5м. - Ø 57 – 22,5 м. - Ø 89 – 1,5 м - Ø 108 – 19,5 м. - Ø 159 – 26,5 м. - P_{вых}=0,05 Мпа
Котельная № 21	<p>Наружный:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ø 89 – 3м. P_{вх}= 0,6 МПа <p>Внутренний:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ø 57 – 16 м. - Ø 89 – 18,5 м. - Ø 159 – 36 м. - P_{вых}=0,06 Мпа
Котельная № 23	<p>Наружный:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ø 108 -17 м., P_{вх}= 0,6 Мпа. <p>Внутренний:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ø 57 – 20 м. - Ø 89 – 5м. - Ø 159 – 21 м. - P_{вых}=0,06 Мпа.
Котельная № 25	<p>Наружный:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ø 57 – 18 м., P_{вх}= 0,6 Мпа. <p>Внутренний:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ø 57 – 27 м. Ø 108 – 16,5 м. P_{вых}=0,08 Мпа.
Котельная № 60	<p>Наружный:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ø 89 – 1м., P_{вх}= 0,6 Мпа. <p>Внутренний:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ø 57 – 7 м.

Продолжение таблицы 2

Номер котельной	Параметры газопроводов
	<p>Ø 89 – 5,1 м.</p> <p>Ø 108 – 6 м.</p> <p>$P_{\text{вых}}=0,02$ МПа.</p>
Котельная № 56	<p>Наружный:</p> <p>Ø 108 – 10 м., $P_{\text{вх}}= 0,6$ МПа.</p> <p>Внутренний:</p> <p>Ø 57 – 19,5 м.</p> <p>Ø 76 – 24 м.</p> <p>Ø 89 – 26 м.</p> <p>Ø 108 – 12 м.</p> <p>Ø 159 – 13 м.</p> <p>$P_{\text{вых}}=0,05$ МПа.</p>

1.2 Анализ требований промышленной безопасности при работе опасного производственного объекта «Система теплоснабжения» III класса опасности

Для соблюдения требований промышленной безопасности правилам, федеральным законам, а также стандартам [2-15] при эксплуатации опасного производственного объекта проведем анализ на соответствия нормативным документам.

Сведения о выполнении Печорским филиалом АО «КТК» требований промышленной безопасности приведены в таблице 3. В таблице 3 произведен анализ соответствия нормативным документам.

Таблица 3 – Сведения о выполнении предприятием требований ПБ

Критерий	Соответствие
Регистрация в государственном реестре	A25-00170-0037 от 04.05.2017
Наличие лицензии	Лицензия № ВП-25-000742, выдана 7 апреля 2011 года
Наличие сотрудников, согласно	Количество работников, задействованных на

Продолжение таблицы 3

Критерий	Соответствие
штату	ОПО - 126 человек. Количество сотрудников согласно штату
Наличие аттестации	Все работники, работающие на ОПО, прошли проверку знаний в области промышленной безопасности. Есть аттестации в соответствии с должностными обязанностями. На предприятие разработан график
Наличие допуска к работе и удостоверений	У всех работников есть допуск к работе. Есть квалификационное удостоверение. В наличии прохождение медкомиссии.
Организация и осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности	На предприятия осуществляется производственный контроль и разработано положение.
Поверка контрольно-измерительных приборов и автоматики	В наличии, график поверки контрольно-измерительных приборов разработан.
Предотвращение проникновения на ОПО посторонних лиц	Есть приказ о назначении ответственных лиц за организацию и осуществление охраны ОПО. В данном случае ответственные лица назначаются из числа мастеров, а осуществление охраны возложено на операторов газовой котельной
Наличие страхового полиса на опасный производственный объект филиала	Серия 111 № 0100163709
Ведения учета аварий и инцидентов на ОПО	Есть стандарт организации: Положение о порядке проведения технического расследования и учете инцидентов происшедших на опасном производственном объекте. В организации ведутся журналы учета аварий и инцидентов, который находится в производственном отделе
Наличие на ОПО комплекта нормативных правовых актов на	Имеется

Продолжение таблицы 3

Критерий	Соответствие
опасном производственном объекте Печорского филиала АО «КТК»	
Проектная и исполнительная документация на котельную установку	Имеется
Паспорта на все виды технологического оборудования	Имеется
План локализации аварийных ситуаций	Имеется
Режимные карты на водогрейные и паровые котлы	Имеется
График проверок системы срабатывания защиты и автоматики котлов, журнал учета состояния контрольно-измерительных приборов и автоматики	Имеется
Оперативная схема внутреннего газопровода котельной	Имеется
Графики проверки газового оборудования ГРУ и ШП-2	Имеется
Журнал проверки газового оборудования на объектах филиала	Имеется
График противоаварийных тренировок, акты (журналы) проведения противоаварийных тренировок	Имеется
Приказ о назначении ответственных по структурным подразделениям Печорского филиала АО «КТК»	Имеется
Производственные инструкции, индукции по охране труда,	Имеется

Продолжение таблицы 3

Критерий	Соответствие
пожарной безопасности на рабочих местах	
Журнал дефектов и неполадок с оборудованием	В наличии
Сменный (оперативный) журнал	В наличии
Журнал распоряжений	В наличии
Паспорта оборудования котельной	В наличии
(котлов, экономайзеров, подогревателей; дымовых труб, резервуаров и т.д.)	
Температурный график	В наличии

1.3 Анализ отечественной и международной практике, применяемой для объекта «Система теплоснабжения» III класса опасности

Система управления промышленной безопасностью обобщена в таких международных стандартах как OHSAS 18001:2007 [16], OHSAS 18002:2008 [17], ISO 9000:2015 [18], ISO 14000:2015 [19]. OHSAS 18001:2007 и OHSAS 18002:2008 являются составляющим OHSAS 18000.

В данных международных стандартах идет комплексное рассмотрение вопросов, которые включает не только промышленную безопасность, но и охрану труда, охрану окружающей среды.

В отечественных нормативных актах более подробно выделяют промышленную безопасность. У нас есть целый ряд федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. За период нашей истории накоплен бесценный опыт, которого нет в других государствах мира.

Еще 23 декабря 1719 года указом Петра I образовалась берг-коллегия. На данный момент работу по соблюдению законодательства в области промышленной безопасности в организациях продолжает Ростехнадзор.

Так что мы должны опираться на собственный опыт в промышленной безопасности, накопленный веками, внедряя передовые технологии из других стран.

Конечно, можно брать на перспективу международный опыт, отраженный в научных публикациях [20-27]. В этих научных публикациях отражены хорошие методики определения рисков и рекомендации по обеспечению производственной безопасности.

Но нельзя забывать, что мы используем еще технологическое оборудование, которое введено в эксплуатацию в семидесятые и восьмидесятые годы двадцатого века. И на данную тему исследований мало информации в международной практике.

В отечественной практике и научной литературе [28-35] более подробно рассматриваются вопросы, связанной с темой исследования.

Но все равно не отражает в полном объеме возможные аварийные ситуации в данном предмете исследования.

Поэтому для достижения поставленной цели магистерской диссертации в первую очередь учтен отечественный опыт работы на производстве.

2 Методы и модели обеспечение промышленной безопасности при работе опасного производственного объекта «Система теплоснабжения»

2.1 Производственный контроль как основной метод обеспечения промышленной безопасности

Согласно статье 11 пункта 1 Федерального закона от 21.07.97 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [2], организация обязана организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности.

Основные требования по осуществлению производственного контроля установлены в «Правилах организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 10.03.99 N 263 [13].

У большинства руководителей предприятий коммунального хозяйства либо других предприятий возникает вопрос о том, как эффективно организовать производственный контроль, избежать возможные аварийные ситуации, инциденты.

В целях возможных рекомендации рассмотрим осуществление производственного контроля на примере Печорского филиала АО «КТК» и его объекты.

Печорский филиал АО «КТК» на данный момент обслуживает следующие опасные производственные объекты:

- Система теплоснабжения.
- Котельная.
- Участок транспортный.

В сведения, характеризующие опасный производственный объект «Система теплоснабжения», входят котельные, работающие на природном газе, обеспечивающие теплом и горячей водой населения и объекты города.

В сведения, характеризующие опасный производственный объект «Котельная», входит котельная, работающая на жидком топливе (мазут).

В сведения, характеризующие опасный производственный объект «Участок транспортный», входит кран автомобильный КС-3574 грузоподъемностью 14 тонн.

Целью производственного контроля предприятия является предупреждение аварийных ситуаций и готовности персонала к локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте за счет осуществления комплекса организационно-технических мероприятий.

Основным принципом производственного контроля является выполнение по графику проверок опасного производственного объекта Печорского филиала АО «КТК» должностными лицами разных ступеней контроля.

Под производственным контролем промышленной безопасности Печорского филиала понимается совокупность организационных процессов, обеспечивающих выполнение соблюдения требований федерального законодательства, федеральных норм и правил, а также нормативной документации в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах Печорского филиала.

На данном предприятии внедрена система трёхступенчатого производственного контроля. Конечно, не каждое предприятия может себе позволить систему трёхступенчатого контроля. Всё зависит от наличия кадрового состава и от объёмов, которое выполняет организация, эксплуатирующая опасный производственный объект. Система трёхступенчатого контроля будет полезна для таких предприятий, которые имеют в собственности (аренде) значительное количество объектов.

Теперь рассмотрим каждую ступень производственного контроля по отдельности.

Первая ступень контроля осуществляется мастерами (механиком) в рабочие дни (кроме выходных). В большинстве утвержденных положений о

производственном контроле [36] указано, что контроль должен быть ежедневным, но практика показывает, что на предприятиях, которые находятся в сложных экономических условиях это невозможно (у мастеров и механиков пятидневная рабочая неделя). Ответственное лицо ежедневно (кроме выходных) проверяет объекты, а именно:

- выполнение должностных и производственных инструкций эксплуатирующим персоналом;
- осмотр технический устройств, зданий и сооружений;
- соблюдения требований промышленной, пожарной безопасности и техники безопасности и других.

Результаты проверки вносятся журнал первой ступени контроля. Замечания, которые были выявлены в ходе проверок, должны быть устранены ответственным лицом. Журнал I ступени контроля должен находиться на каждом объекте.

Вторая ступень контроля осуществляется начальником участка. Проверка объектов должна проходить еженедельно. В данном случае проверяется выполнение должностных и производственных инструкций мастеров (механиков), эксплуатирующего персонала, правил и требований предприятия.

Результаты проверки вносятся журнал второй ступени контроля. Замечания, которые были выявлены в ходе проверок, должны быть устранены ответственным лицом. Журнал II ступени контроля должен находиться на каждом объекте.

При проведении проверок объектов в рамках третьей ступени контроля важно отметить тот факт, что такая проверка должна проходить комиссионно.

В данном случае затрагивается не только аспекты промышленной безопасности, но и вопросы которые влияют на производственные процессы комплексно. Минимально допустимая комиссия должна быть в количестве трех человек. В идеальном случае в количестве пяти человек.

Как правило, в такую комиссию входят руководители и начальники отделов, в том числе инженера либо специалисты, отвечающие за промышленную безопасность, экологическую безопасность и охрану труда на предприятие.

График выездов комиссии утверждается руководителем организации ежегодно в конце года на следующий календарный год. При непредвиденных обстоятельствах график может быть скорректирован.

Если выделить проверку в области промышленной безопасности, то в процессе проверки затрагиваются вопросы, связанные с соблюдением требований законов и правил в области промышленной безопасности.

В данном случае идет проверка всех видов журналов контроля, оперативных журналов, журнала учета противопожарных и противоаварийных тренировок, паспортов технологического оборудования и тому подобное.

На самой котельной идет внутренний (по возможности) и наружный осмотр технологического оборудования, контрольно измерительных приборов и автоматики, сланцевых соединений, паропроводов, наружных и внутренних газопроводов (в том числе задвижки), ГРУ и ШП-2.

Очень важно обратить внимание на оперативный персонал котельной. Следует проверить наличие квалификационных удостоверений, удостоверений о проверке знаний, применение средств индивидуальной защиты. В ходе проверки нужно выслушать все существующие жалобы и предложения от сотрудников газовой котельной. Умение собирать и анализировать ситуацию является ключевым фактором в соблюдение требований в промышленной безопасности.

Не нужно забывать о том, что после заполнения журнал третьего ступени контроля с замечаниями либо предложениями составляется акт.

Данный акт по сути дублирует журнал третьего контроля, но в нём расписываются все члены комиссии, которые находились в процессе проверки опасного производственного объекта. Как правило он составляется

в административном здании предприятия, где есть возможность использования ноутбука либо компьютера.

Стоит отметить, что внедрения ступеней в производственный контроль является хорошим методом для соблюдения требований промышленной безопасности, анализа возможных аварийных ситуаций на объектах, которые уже работают длительное время, где не было технического перевооружения котельных.

2.2 Моделирования возможных сценариев возникновения, развития аварийных ситуаций

На данном этапе исследования рассмотрим 15 программ возникновения, развития аварийных ситуаций, которые указаны в таблице 4. Для того чтобы понять аварийную ситуацию, нужно подробно рассмотреть данные ситуации, и определить какое количество аварийных ситуаций возможно на газовых котельных.

Таблица 4 – Сценарий аварийных ситуаций

Сценарий	Описание сценария
С ₁ , А	Взрыв газа в помещении котельной – поражение персонала ударной волной, пожар в помещении – ожоги, тепловое воздействие, отравление продуктами горения персонала котельной, повреждение технологического оборудования, прекращение подачи тепла потребителям и горячего водоснабжения
С ₂ , А	Разгерметизация газопроводов, газового оборудования – удушающее воздействие на эксплуатирующий персонал котельной природного газа
С ₃ , А	Образование опасной концентрации окиси углерода в помещении котельной – токсическое отравление персонала котельной окисью углерода и негативное воздействие на здоровье персонала
С ₄ , А	Взрыв газа в топке или газоходах – разрушение котла, газоходов, поражение осколками персонала котельной
С ₅ , А	Разгерметизация газопровода – снижение давления в газопроводах, остановка котлов и прекращение подачи газа
С ₆ , А	Повышение давления газа выше нормы перед горелками котла –

Продолжение таблицы 4

	повреждение технологического оборудования, травмирование обслуживающего персонала, прекращение подачи тепла потребителям
C ₇ , А	Снижение давления газа перед котлами – утечка газа в помещение котельной, удушающее воздействие на персонал природного газа
C ₈ , А	Погасание факела в топке котла – утечка газа в помещение котельной, удушающее воздействие на персонал природного газа, ожоги, тепловое воздействие, отравление продуктами горения персонала котельной, повреждение технологического оборудования, прекращение подачи тепла потребителям
C ₉ , А	Падение разряжения в топке котла ниже нормы – токсическое отравление персонала котельной окисью углерода
C ₁₀ , А	Внезапное прекращение подачи электроэнергии на котельную – остановка котлов, прекращение подачи тепла потребителям
C ₁₁ , А	Разрыв трубопровода теплосети, контура ГВС, водопровода питательной линии, повреждение прокладок фланцевых соединений трубопроводов в котельной – прекращение подачи тепла потребителям
C ₁₂ , А	Понижение давление воды на недопустимый уровень – разрушение котла, травмирование обслуживающего персонала, прекращение подачи тепла потребителям
C ₁₃ , А	Повышение давления воды/пара в котле выше разрешенного – разрушение котла, травмирование обслуживающего персонала, прекращение подачи тепла потребителям
C ₁₄ , А	Авария технологического оборудования – остановка котлов, прекращение подачи тепла потребителям
C ₁₅ , А	Пожар в помещении котельной

Для полноты картины развития аварийных ситуаций приведем «Дерево отказов» анализа причин аварийных ситуаций и вероятности их проявления на котельных в рисунке 1, рисунке 2, рисунке 3, рисунке 4, рисунке 5, рисунке 6, рисунке 7, рисунке 8, рисунке 9, рисунке 10, рисунке 11, рисунке 12, рисунке 13, рисунке 14, рисунке 15.

В данных рисунках отображены графические схемы с разъяснением

конкретной аварийной ситуации.

В них указана причина следственная связь, которая по ступеням излагает виды сценарий. Для примера возьмём сценарий 1 «Взрыв газа в помещении котельной». На рисунке 1 отображен нижний концентрационный предел взрываемости, и источники, которые могут привести к взрывному процессу.

Далее рассматриваются процессы, которые могут быть вследствие взрыва газа в помещение котельной. Это пожар, повреждение технологического оборудования, оказание негативного воздействия на персонал котельной, травмирование персонала, а также прекращение подачи тепла потребителем.



Рисунок 1 – Сценарий 1 взрыв газа в помещении котельной



Рисунок 2 – Сценарий 2 разгерметизация газопроводов, газового оборудования

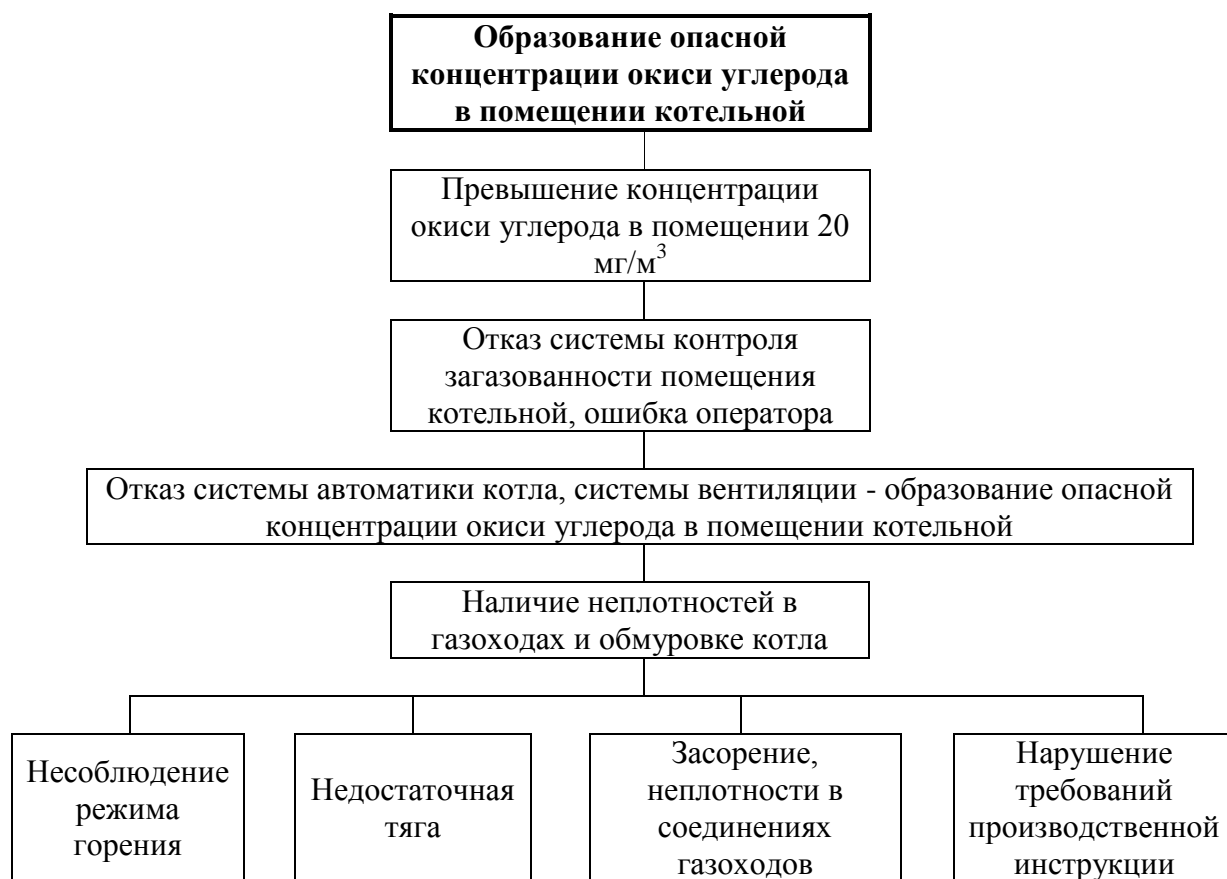


Рисунок 3 – Сценарий 3 образование опасной концентрации окиси углерода в помещении котельной

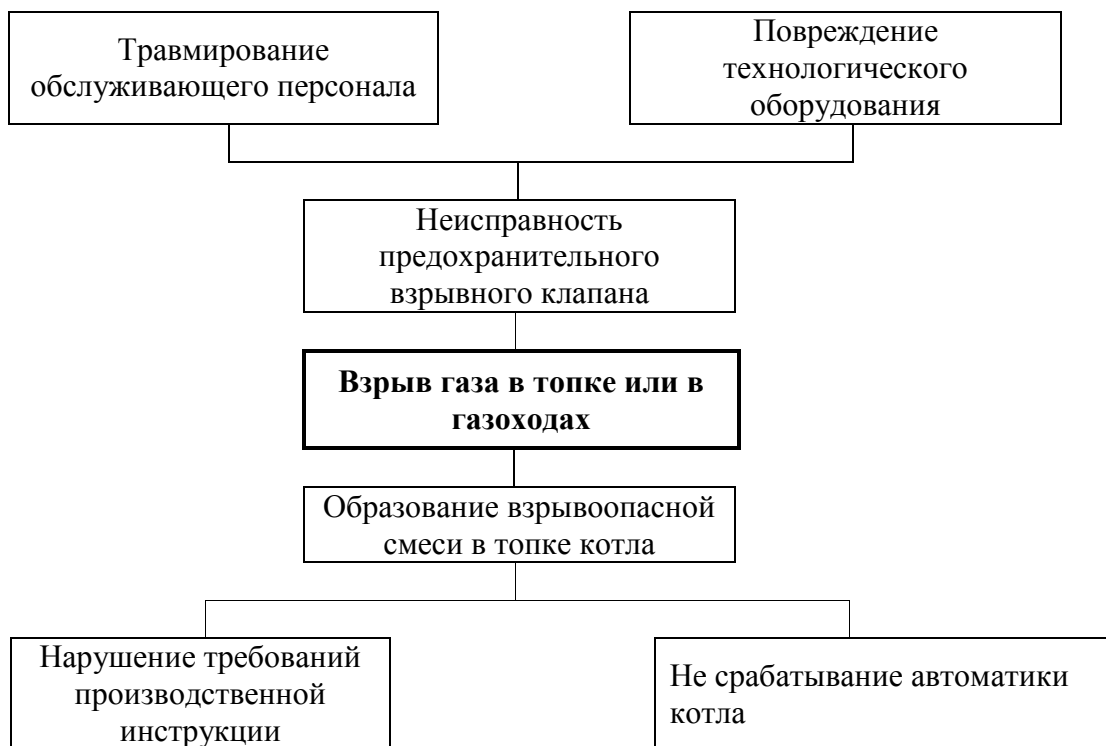


Рисунок 4 – Сценарий 4 взрыв газа в топке или в газоходах



Рисунок 5 – Сценарий 5 разгерметизация газопровода



Рисунок 6 – Сценарий 6 повышение давление газа выше нормы перед горелками

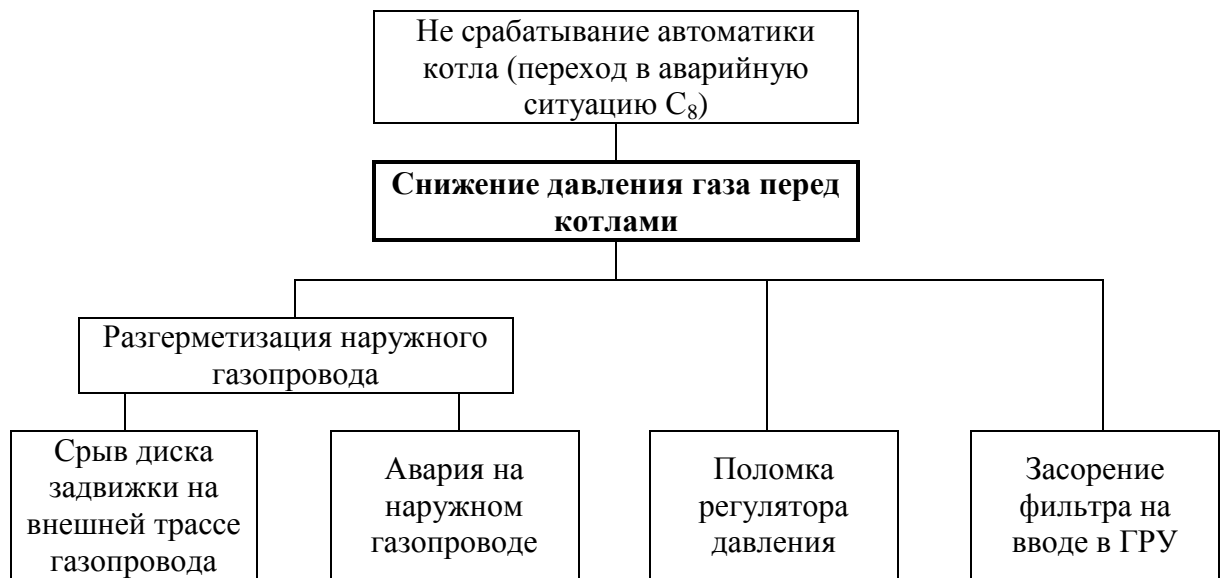


Рисунок 7 – Сценарий 7 снижение давление газа перед котлами

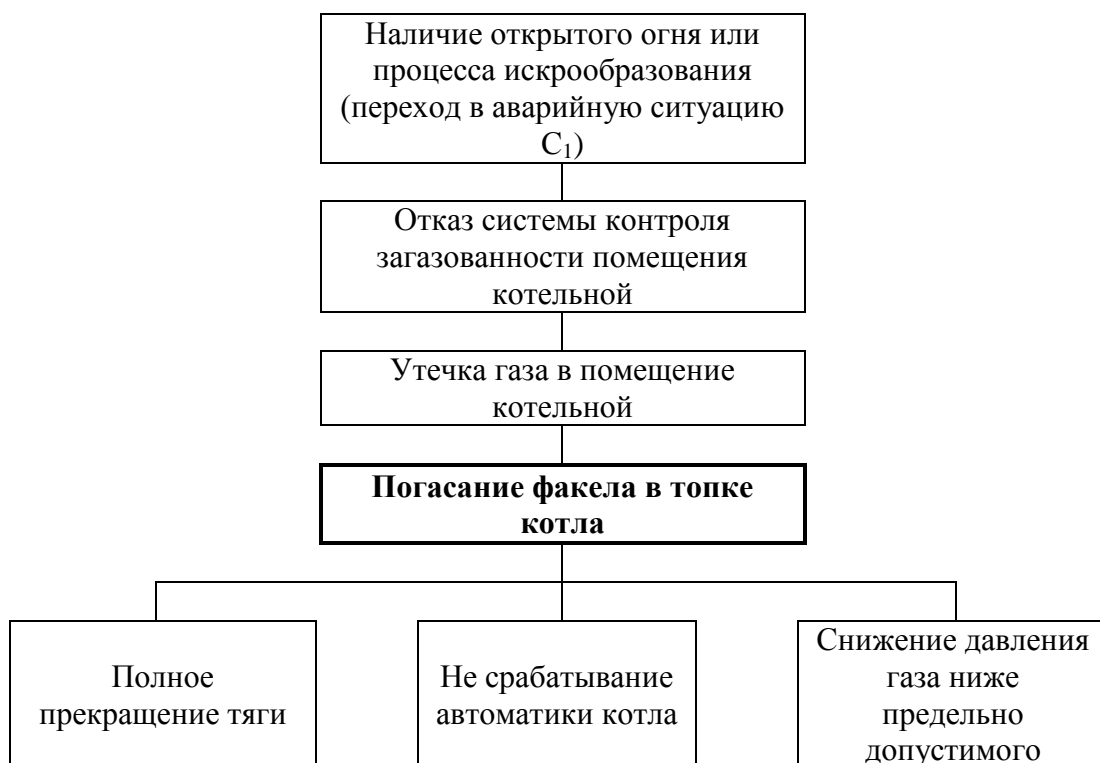


Рисунок 8 – Сценарий 8 погасание факела в топке котла



Рисунок 9 – Сценарий 9 падение разряжение в топке котла ниже нормы



Рисунок 10 – Сценарий 10 прекращение подачи электроэнергии



Рисунок 11 – Сценарий 11 разрыв трубопроводов

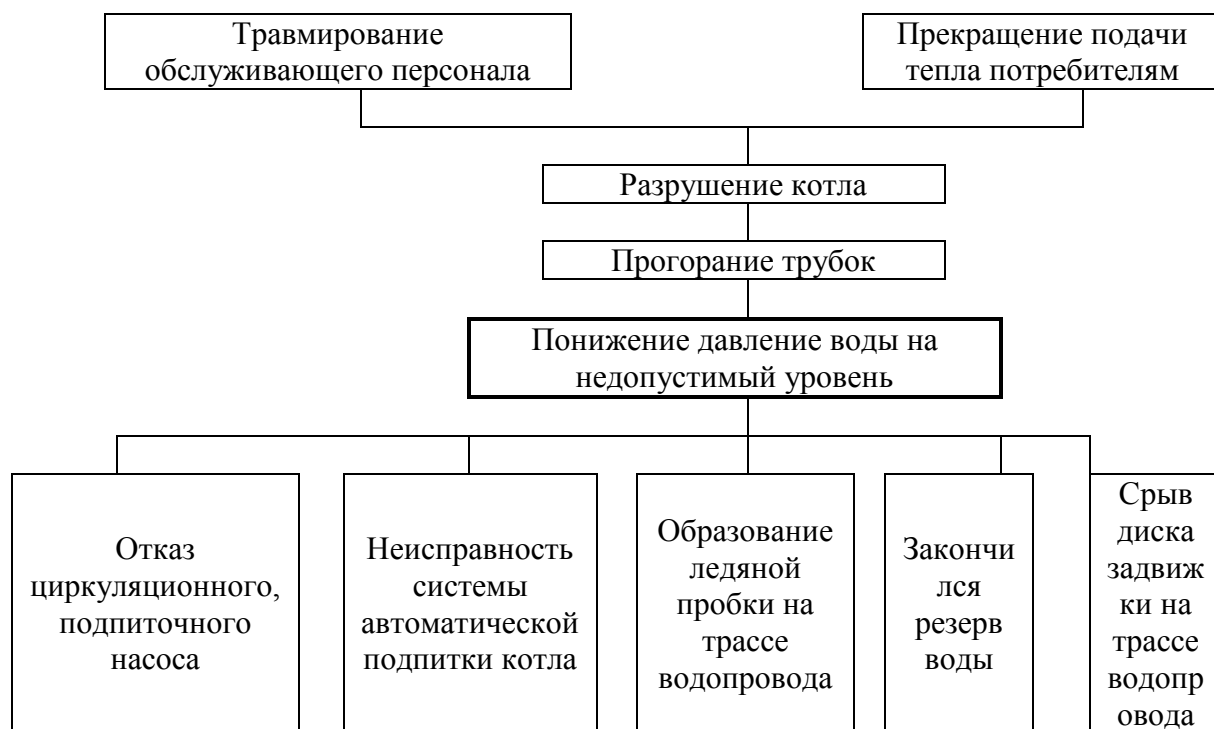


Рисунок 12 – Сценарий 12 снижение давление воды в котле

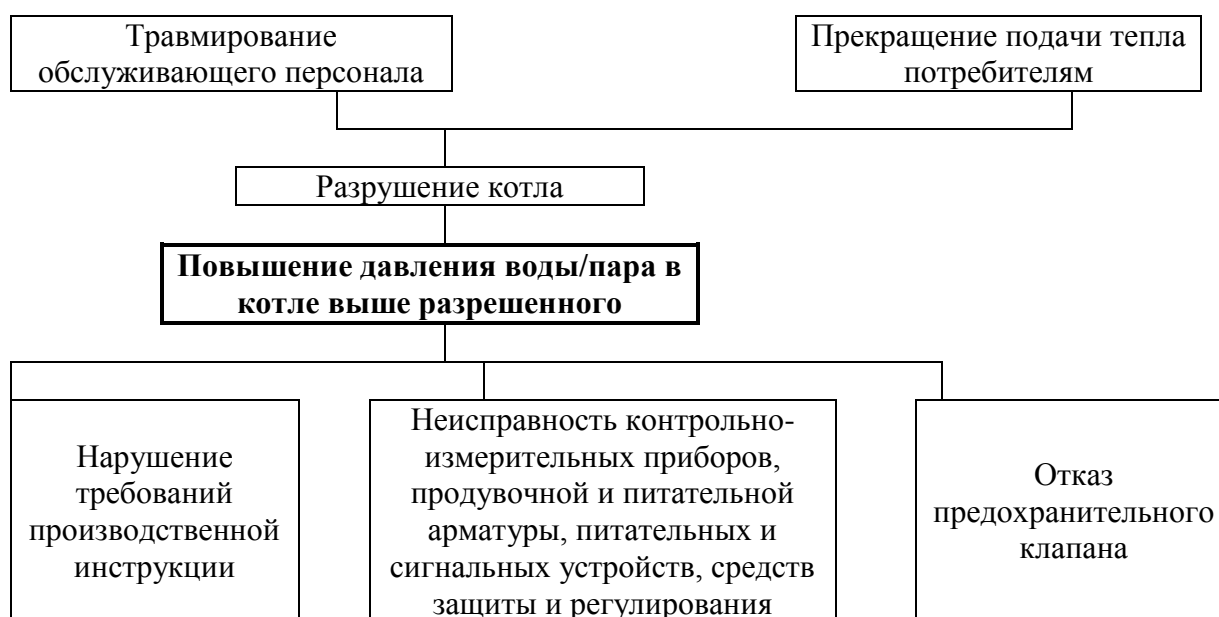


Рисунок 13 – Сценарий 13 повышение давление воды (пара)

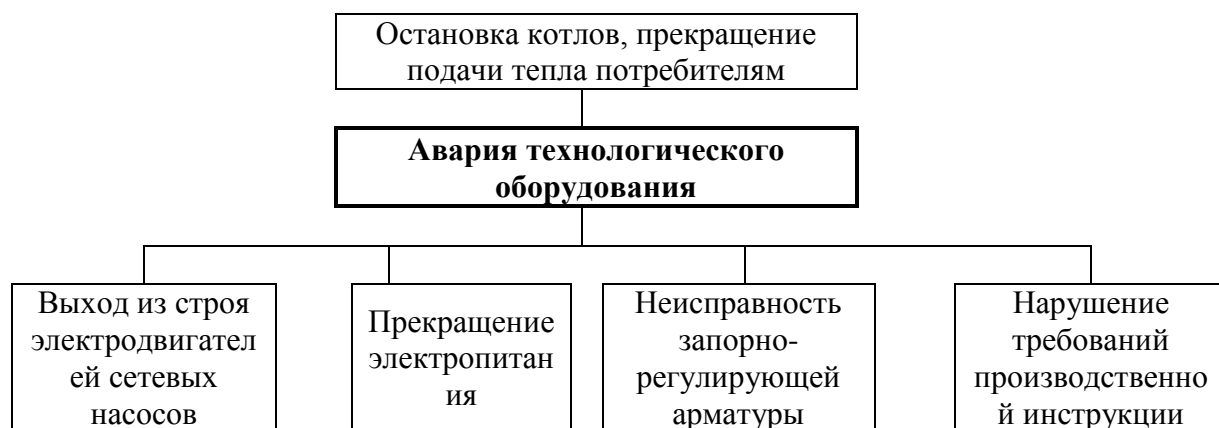


Рисунок 14 – Сценарий 14 авария технологического оборудования



Рисунок 15 – Сценарий 15 пожар в помещении котельной

Далее рассмотрим опознавательные признаки в таблице 5.

Таблица 5 – Опознавательные признаки аварийных ситуаций

Сценарий	Опознавательные признаки
Взрыв газа в помещении котельной, уровень А	1 Срабатывание сигнализации загазованности помещения. 2 Запах газа в помещении.

Продолжение таблицы 5

Сценарий	Опознавательные признаки
Разгерметизация газопроводов, газового оборудования, уровень А	1 Срабатывание сигнализации загазованности. 2 Срабатывание автоматики котла. 3 Появления запаха газа в помещении котельной и на территории участка. 4 Шум истечения газа, выявленный обходом газопроводов. 5 Резкое ухудшение самочувствия обслуживающего персонала газовой котельной.
Образование опасной концентрации окиси углерода в помещении котельной, уровень А	1 Срабатывание сигнализации загазованности. 2 Срабатывание автоматики котла. 3 Резкое ухудшение самочувствия. 4 Неустойчивость и изменение пламени горелки, цвет пламени изменился в сторону красного коптящего, его сильное гудение. 5 Резкое потемнение цвета дымовых газов, резкие хлопки в топочном пространстве.
Взрыв газа в топке или газоходах, уровень А	1 Хлопок (взрыв газа в топке). 2 Запах газа.
Разгерметизация газопровода, уровень А	1 Падение давления газа на вводе по манометру до нуля. 2 Одновременное погасание работающих горелок котлов. 3 Срабатывание системы автоматики 4 Срабатывание сигнализации загазованности. 5 Появления запаха газа в помещении котельной и на территории участка. 6 Резкое ухудшение самочувствия персонала котельной.
Повышение давления газа выше нормы перед горелками котла, уровень А	1 Повышение давления газа по манометру на вводе. 2 Срабатывание системы автоматики котлов.
Снижение давления газа перед котлами, уровень А	1 Падение давления газа на вводе по манометру до нуля.

Продолжение таблицы 5

Сценарий	Опознавательные признаки
	2 Одновременное погасание работающих горелок 3 Срабатывание системы автоматики котлов.
Погасание факела в топке котла, уровень А	1 Срабатывание системы автоматики котла. 2 Изменение звука работы котла. 3 Превышение нормативных показателей контрольно-измерительных приборов.
Падение разряжения в топке котла ниже нормы, уровень А	1 Срабатывание системы автоматики котлов.
Внезапное прекращение подачи электроэнергии на котельную, уровень А	1 Прекращение работы питательных насосов. 2 Погасание осветительных приборов. 3 Полное отключение системы автоматики котлов.
Разрыв трубопровода теплосети, контура ГВС, водопровода питательной линии, повреждение прокладок фланцевых соединений трубопроводов в котельной, уровень А	1 Появление свищей, протечек, мокрых пятен на полу и обмуровке трубопроводов 2 Ненормальная работа сетевых и подпорных насосов. 3 Появление луж, пара вдоль теплотрассы.
Понижение давление воды на недопустимый уровень, уровень А	1 Глухие удары в котле. 2 Резкое и непредвиденное повышение температуры 3 Срабатывание предохранительного клапана
Повышение давления воды/пара в котле выше разрешенного, уровень А	1 Превышение нормативных показателей контрольно-измерительных приборов. 2 Срабатывание предохранительного клапана.
Авария технологического оборудования, уровень А	1 Превышение нормативных показателей контрольно-измерительных приборов и автоматики. 2 Срабатывание системы автоматики котла.
Пожар в помещении котельной, уровень А	1 Запах дыма, гари. 2 Появление открытого огня. 3 Срабатывание пожарной сигнализации.

Далее смоделируем возможные сценария возникновения, развития аварийных ситуаций в таблице 6.

Таблица 6 – Моделирование аварийных ситуаций

Вид	Факторы	Причины
C ₁ , А	<p>1 Наличие в газопроводах, газовой арматуре котлов природного газа под давлением, образующим взрывоопасную смесь с воздухом концентрации от 5 до 15%.</p> <p>2 Наличие в котельной электрооборудования, создающего искру в процессе его включения – выключения.</p> <p>3 Влияние на технологический процесс человеческого фактора.</p>	<p>1 Утечка природного газа в помещение котельной.</p> <p>2 Нарушения герметичности сварных фланцевых и других соединений газопроводов и газовой арматуры.</p> <p>3 Усталость металла, механические повреждения, коррозия, появление неплотностей в сальниковых уплотнениях задвижек, штоков.</p> <p>4 Нарушение требований к проведению технического обслуживания, осмотров технологического оборудования.</p> <p>5 Нарушение правил пользования электрооборудованием, правил пожарной безопасности.</p>
C ₂ , А	<p>1 Наличие в газопроводах природного газа под давлением, обладающего удушающей способностью при концентрации 7000 мг/м³.</p> <p>2 Наличие в газовой запорно-регулирующей арматуре движущихся частей, входящих в контакт с атмосферой и газовой средой, находящейся под давлением внутри арматуры.</p> <p>3 Наличие разъемных соединений подверженных износу.</p>	<p>1 Утечка природного газа в помещение котельной.</p> <p>2 Нарушения герметичности сварных фланцевых и других соединений газопроводов и газовой арматуры.</p> <p>3 Усталость металла, механические повреждения, коррозия, появление неплотностей в сальниковых уплотнениях задвижек, штоков.</p> <p>4 Нарушение требований к проведению технического обслуживания, осмотров технологического оборудования.</p>

Продолжение таблицы 6

Вид	Факторы	Причины
	4 Влияние на технологический процесс человеческого фактора, возможные ошибки в действиях персонала.	
С ₃ , А	<p>1 Возможность образования и проникновения в помещение котельной концентрации окиси углерода свыше 20 мг/м³.</p> <p>2 Процессы сжигания топлива в топках котлов.</p> <p>3 Влияние на технологический процесс человеческого фактора.</p>	<p>1 Засорение, неплотности в соединениях газоходов.</p> <p>2 Несоблюдение режима горения.</p> <p>3 Недостаточная тяга.</p> <p>4 Нарушение требований производственной инструкции.</p>
С ₄ , А	<p>1 Наличие в газовой арматуре котлов природного газа под давлением, образующим взрывоопасную смесь с воздухом концентрации от 5 до 15%.</p> <p>2 Влияние на технологический процесс человеческого фактора.</p>	<p>1 Ошибки персонала котельной при ведении технологического процесса розжига котла.</p> <p>2 Несрабатывание автоматики котла.</p> <p>3 Образование взрывоопасной смеси в топке котла.</p>
С ₅ , А	<p>1 Коррозионные и эрозионные процессы, происходящие с наружным газопроводом.</p> <p>2 Наличие свободного доступа к охранной зоне газопровода на территории предприятия, газовой котельной</p> <p>3 Влияние на технологический процесс человеческого фактора, в том числе персонала</p>	<p>1 Износ, коррозия и усталость металла наружного газопровода.</p> <p>2 Срыв диска задвижки на внешней трассе газопровода.</p> <p>3 Разрыв сварного стыка.</p> <p>4 Авария на наружном газопроводе.</p>
С ₆ , А	1 Наличие разъемных	1 Поломка регулятора давления:

Продолжение таблицы 6

Вид	Факторы	Причины
	соединений подверженных износу. 2 Наличие в газопроводах природного газа под давлением. 3 Влияние на технологический процесс человеческого фактора.	- разрыв мембраны регулятора; - заклинивание клапана регулятора; - другие неисправности. 2 Нарушение требований к проведению технического обслуживания, осмотров, ремонтов технологического оборудования.
С ₇ , А	1 Наличие в газовой запорно-регулирующей арматуре движущихся частей, входящих в контакт с атмосферой и газовой средой, находящейся под давлением внутри арматуры. 2 Наличие в газовой регулирующей арматуре частей, подверженных износу. 3 Влияние на технологический процесс человеческого фактора.	1 Срыв диска задвижки на внешней трассе газопровода. 2 Засорение фильтра на вводе в ГРУ. 3 Авария на наружном газопроводе. 4 Поломка регулятора давления.
С ₈ , А	Наличие в газовой запорно-регулирующей арматуре движущихся частей, подверженных износу.	1 Полное прекращение тяги. 2 Не срабатывание автоматики котла. 3 Снижение давления газа ниже предельно допустимого.
С ₉ , А	1 Наличие оборудования подверженного износу. 2 Значительные изменения атмосферного давления.	1 Остановка тягодутьевых устройств. 2 Засорение газоходов. 3 Неисправность шибберов. 4 Значительное понижение атмосферного давления.
С ₁₀ , А	Природные явления: снегопад, гололед, порывистый ветер, удары молнии.	1 Авария на подводящей ЛЭП. 2 Обрывы ЛЭП. 3 Схлестывание проводов. 4 Отказ автоматики источника электроснабжения.

Продолжение таблицы 6

Вид	Факторы	Причины
		5 Нарушение требований к проведению технического обслуживания, осмотров, ремонтов технологического оборудования
C ₁₁ , А	1 Коррозионный и эрозионный износ металла трубопроводов. 2 Наличие запорной арматуры трубопроводов, которые подвержены износу.	1 Усталость и коррозия металла труб. 2 Нарушение герметичности сварных, резьбовых и фланцевых соединений. 3 Резкий скачок давления в замкнутой системе. 4 Постепенное повышение давления в трубопроводе.
C ₁₂ , А	1 Природные явления. 2 Зависимость от электроснабжения. 3 Износ оборудования, случайные отказы оборудования.	1 Отказ циркуляционного, подпиточного насоса. 2 Неисправность системы автоматической подпитки котла. 3 Образование ледяной пробки на трассе водопровода. 4 Закончился резерв воды. 5 Срыв диска задвижки на трассе водопровода.
C ₁₃ , А	1 Наличие в котле процесса нагрева теплоносителя. 2 Наличие теплоносителя под давлением. 3 Влияние на технологический процесс человеческого фактора.	1 Нарушение требований производственной инструкции. 2 Неисправность контрольно-измерительных приборов, арматуры, средств защиты и автоматики. 3 Отказ предохранительного клапана.
C ₁₄ , А	1 Износ оборудования, случайные отказы оборудования. 2 Зависимость от электроснабжения.	1 Выход из строя электродвигателей сетевых насосов. 2 Прекращение электропитания 3 Неисправность запорно-регулирующей арматуры (задвижки).

Продолжение таблицы 6

Вид	Факторы	Причины
		4 Нарушение требований производственной инструкции.
C ₁₅ , А	<p>1 Наличие в котельной электрооборудования, создающего искру в процессе его включения – выключения.</p> <p>2 Возможность образования скопления горючих материалов в помещении.</p> <p>3 Наличие горячих поверхностей технологического оборудования.</p> <p>4 Влияние на технологический процесс человеческого фактора.</p>	<p>1 Износ, замыкание, перегрузка электропроводки, нарушение правил пользования электрооборудованием.</p> <p>2 Неисправность теплоизоляции.</p> <p>3 Нарушение требований пожарной безопасности.</p> <p>4 Внешние причины.</p>

2.3 Исследование возможных сценариев возникновения, развития аварийных ситуаций как основа для разработки мероприятий, обеспечивающих промышленную безопасность

В подразделе 2.2 подробно исследовано развитие сценариев, факторов и причин аварийных ситуаций на опасном производственном объекте «Система теплоснабжения».

Получена объемная и актуализированная информация, которая отражает полноту картины всех рассмотренных аварийных сценариев. С учетом установления причинно-следственных связей мы можем выбрать оптимальные защитные мероприятия для предотвращения возможных аварийных ситуаций.

Следует отметить, что результаты данного исследования в обязательном порядке необходимо учитывать при разработке мероприятий, обеспечивающих промышленную безопасность, а также при разработке

алгоритма действия персонала от негативного воздействия при аварийных ситуациях и в теоретической части проведения плановых противоаварийных тренировок.

Также данное исследование возможно применить на аналогичных опасных производственных объектов с учетом специфики предприятия и технологического оборудования.

3 Разработка и внедрение мероприятий, обеспечивающих промышленную безопасность при работе опасного производственного объекта «Система теплоснабжения»

3.1 Разработка мероприятий для опасного производственного объекта «Система теплоснабжения»

В связи с образованием 1 сентября 2016 года Печорского филиала АО «КТК» возникла необходимость в разработке мероприятий, обеспечивающих промышленную и производственную безопасность на опасных производственных объектах филиала.

Одним из приоритетов в решении данного вопроса стала безопасная эксплуатация опасных производственных объектов, которая осуществляется за счет технических и организационных мероприятий, обеспечивающих промышленную безопасность.

С учетом невозможности технического перевооружения газовых котельных на данном этапе развития предприятия и реального состояния технологического оборудования, предполагается внедрить следующие технические мероприятия:

1. Замена котловой автоматики «Кристалл» и «БУРС-1» на более современные и надежные аналоги «САФАР-400-ДКВР» и «САФАР-400-В-Г» соответственно.

2. Для обеспечения своевременного и постоянного информирования персонала о рабочих параметрах, а также отслеживания изменений заданных параметров установить датчик давления газа в магистрали «ДДМ-03МИ-10ДИ» (с индикацией), реле давления «ДРДМ-5ДИ», датчик давления газа в горелке «ДДМ-03МИ-2,5ДИ» и перед горелкой «ДДМ-03МИ-4ДИ», датчик температуры уходящих газов «ПРОМА-ТС-101-01», датчик давления в топке «ДДМ-03МИ-6ДИ», датчик разряжения в топке «ДДМ-03МИ-0,25ДИВ», фотодатчик «ФДС-01-220», датчик давление воды «ДДМ-03Т-2500ДИ»,

датчик температуры воды «ПРОМА-ТС-101-01», датчик температуры наружного воздуха «ПРОМА-ПТ-202» взамен устаревших приборов.

3. Установить стационарный газоанализатор «СТГ 1-1» как основной на всех объектах с целью комплексного определения загазованности рабочей среды на оксид углерода и метан.

4. Обеспечить сменный персонал детектором горючих газов типа «СЕМ GD-3000» в целях обнаружения утечек природного газа, так как метод обмыливания не позволяет выявлять все возможные утечки метана.

5. Установка газового электромагнитного клапана «ВН2Н-02», клапана безопасности «ВН2Н-02» (нормально открытый), клапан на запальник «КЭГ-15» взамен устаревших либо отработавших свой жизненный цикл.

Неотъемлемой частью в обеспечение промышленной безопасности являются также организационные мероприятия. В процессе проведения плановых тренировок с эксплуатирующим персоналом рассматриваются причинно-следственные связи возникновения аварийных ситуаций, указанных в исследовании выше, для недопущения аварии либо инцидентов на начальных стадиях их возникновения.

Так же эксплуатирующий персонал должен знать чёткий алгоритм действий при возможных аварийных ситуациях, ведь это не только защищает жизненно важные интересы сотрудников, но и способствует минимизации экономических и социальных потерь предприятием от возможных аварий.

Поэтому в процессе выполнения к дополнению НИР и магистерской диссертации разработан алгоритм действия персонала от негативных воздействий при различных аварийных ситуациях с учетом специфики предприятия и технологического оборудования, которое есть на опасном производственном объекте «Система теплоснабжения».

В подразделе 3.2 раскрыты основные разработанные алгоритмы, которые внедрены в организационные процессы предприятия.

3.2 Разработка и внедрение алгоритма действия персонала от негативных воздействий при аварийных ситуациях

Действия персонала от негативных воздействий при аварийных ситуациях являются основополагающим фактором соблюдения требований промышленной безопасности. Ведь мы не только снижаем возможность последствий от аварийных ситуаций, но и сохраняем жизнь и здоровье оперативного персонала котельной. Так же снижаем финансовые риски при аварийных ситуациях, что в наше время является существенным фактором в производстве.

Оперативный персонал согласно графику, прорабатывает возможные аварийные ситуации. График проведения противоаварийных тренировок разрабатывает ответственное лицо, занимающееся вопросами промышленной безопасности на предприятии. После согласования с заместителем директора по производству, он утверждается директором филиала. График утверждается в последний месяц года на следующий календарный год. Далее он рассылается на газовые котельные ответственным лицам, в данном случае мастерам. Как правило, в месяц проводится одна либо две противоаварийные тренировки.

Противоаварийные и противопожарные тренировки проводит мастер либо аттестованное лицо, замещающее его по приказу. Результаты проведения противоаварийных тренировок заносятся в соответствующий журнал, где фиксируется:

- дата проведения тренировки;
- программа тренировки;
- оценки и подписи;
- вид проводимой тренировки.

Далее рассмотрим алгоритм действия персонала (операторов котельной) при возможных нештатных ситуациях на опасном производственном объекте на рисунке 16, рисунке 17, рисунке 18, рисунке

19, рисунке 20, рисунке 21, рисунке 22, рисунке 23, рисунке 24, рисунке 25, рисунке 26, рисунке 27, рисунке 28, рисунке 29, рисунке 30.

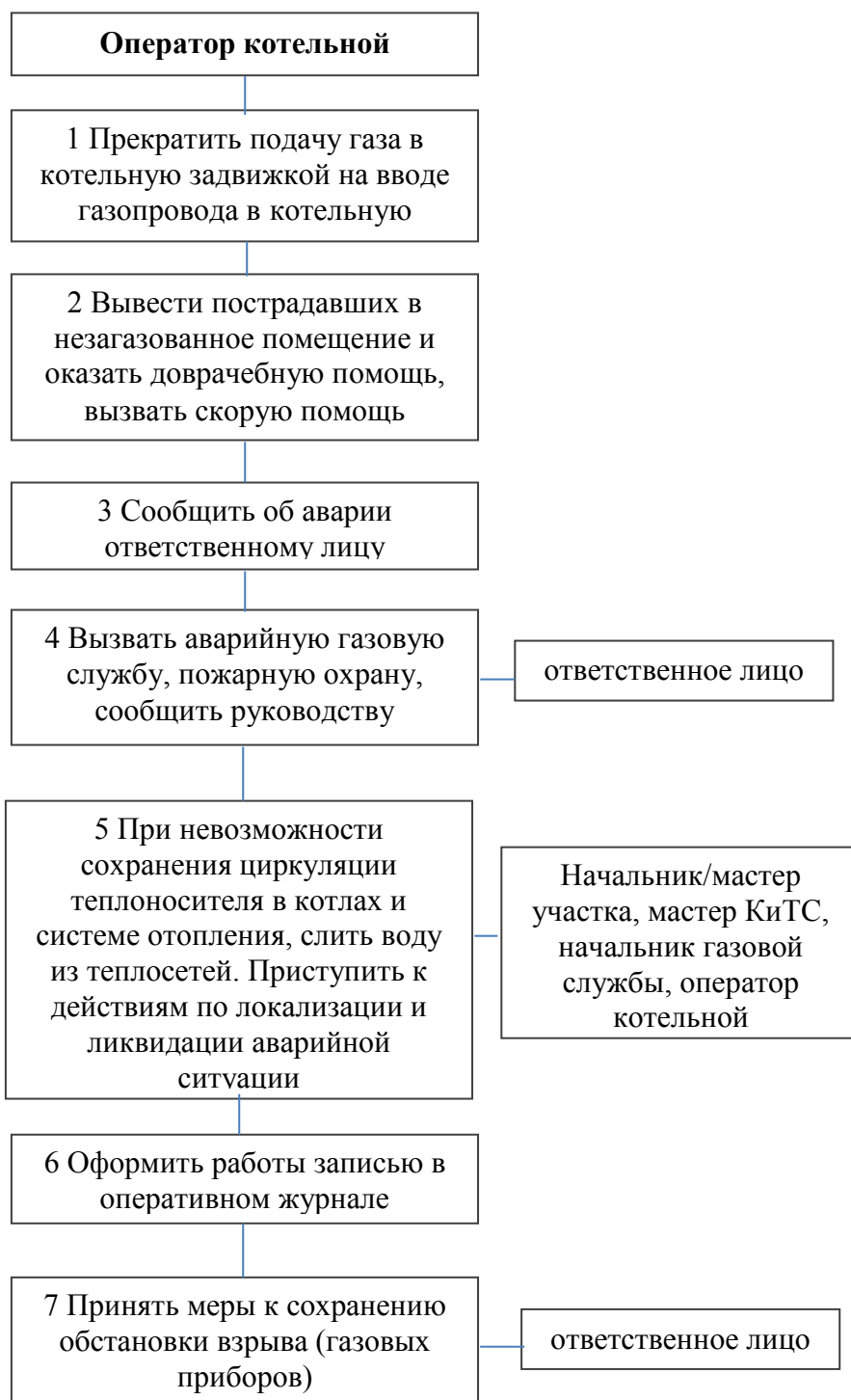


Рисунок 16 – Блок-схема 1 алгоритм действия при взрыве газа в помещении котельной



Рисунок 17 – Блок-схема 2 алгоритм действий при разгерметизации газопроводов, газового оборудования

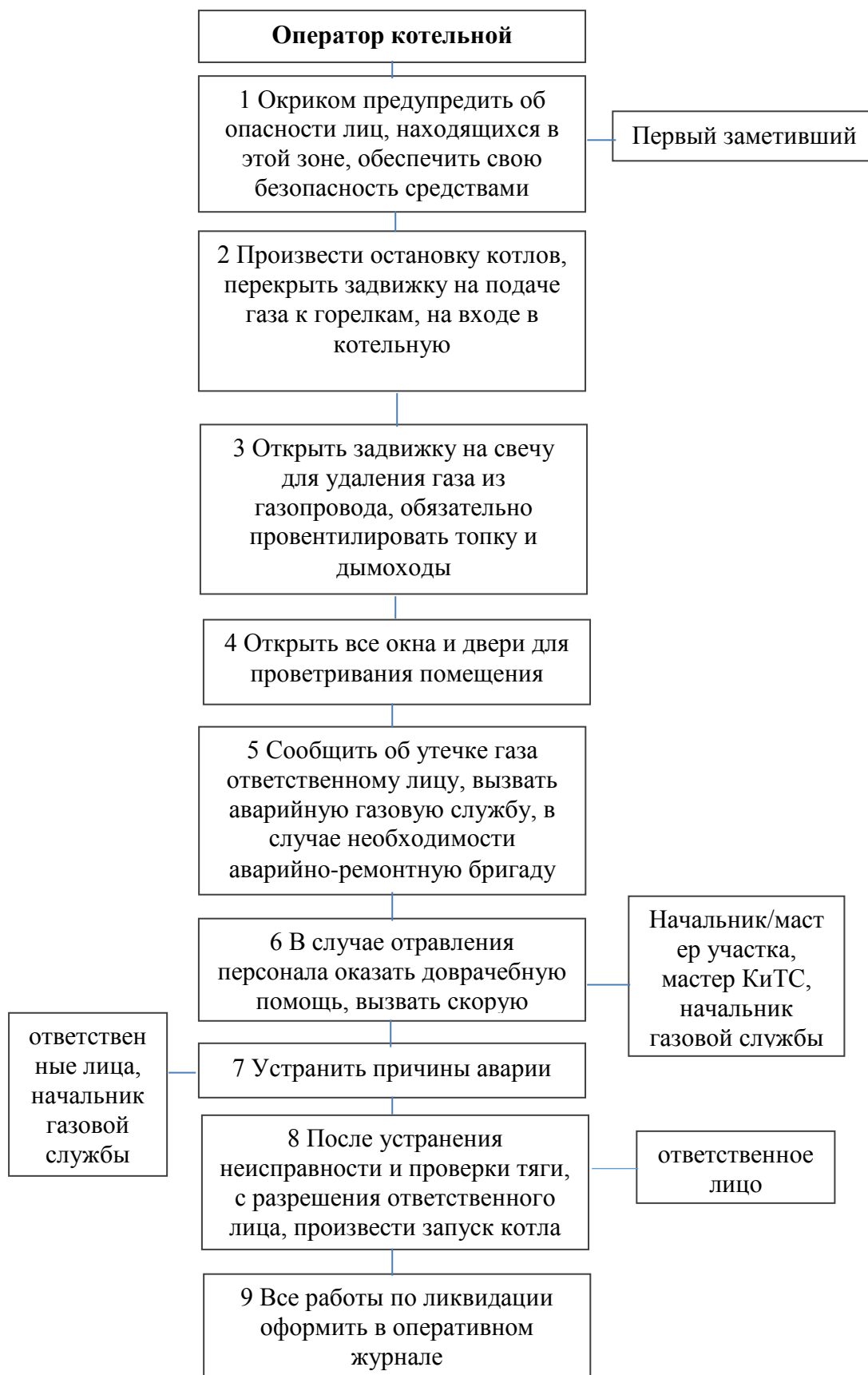


Рисунок 18 – Блок-схема 3 алгоритм действия при образовании опасной концентрации окиси углерода в помещении котельной



Рисунок 19 – Блок-схема 4 алгоритм действий при взрыве газа в топке или в газоходах

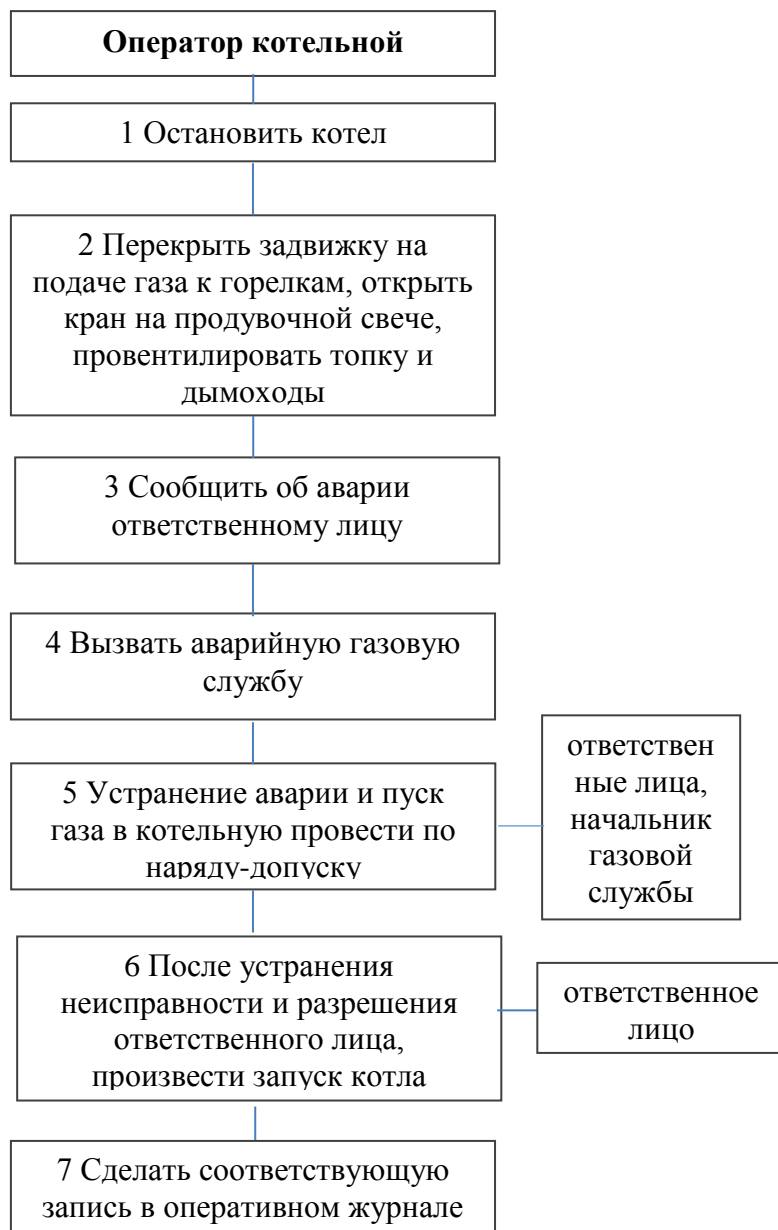


Рисунок 20 – Блок-схема 5 алгоритм действия при разгерметизации газопровода



Рисунок 21 – Блок-схема 6 алгоритм действий при повышении давление газа выше нормы перед горелками

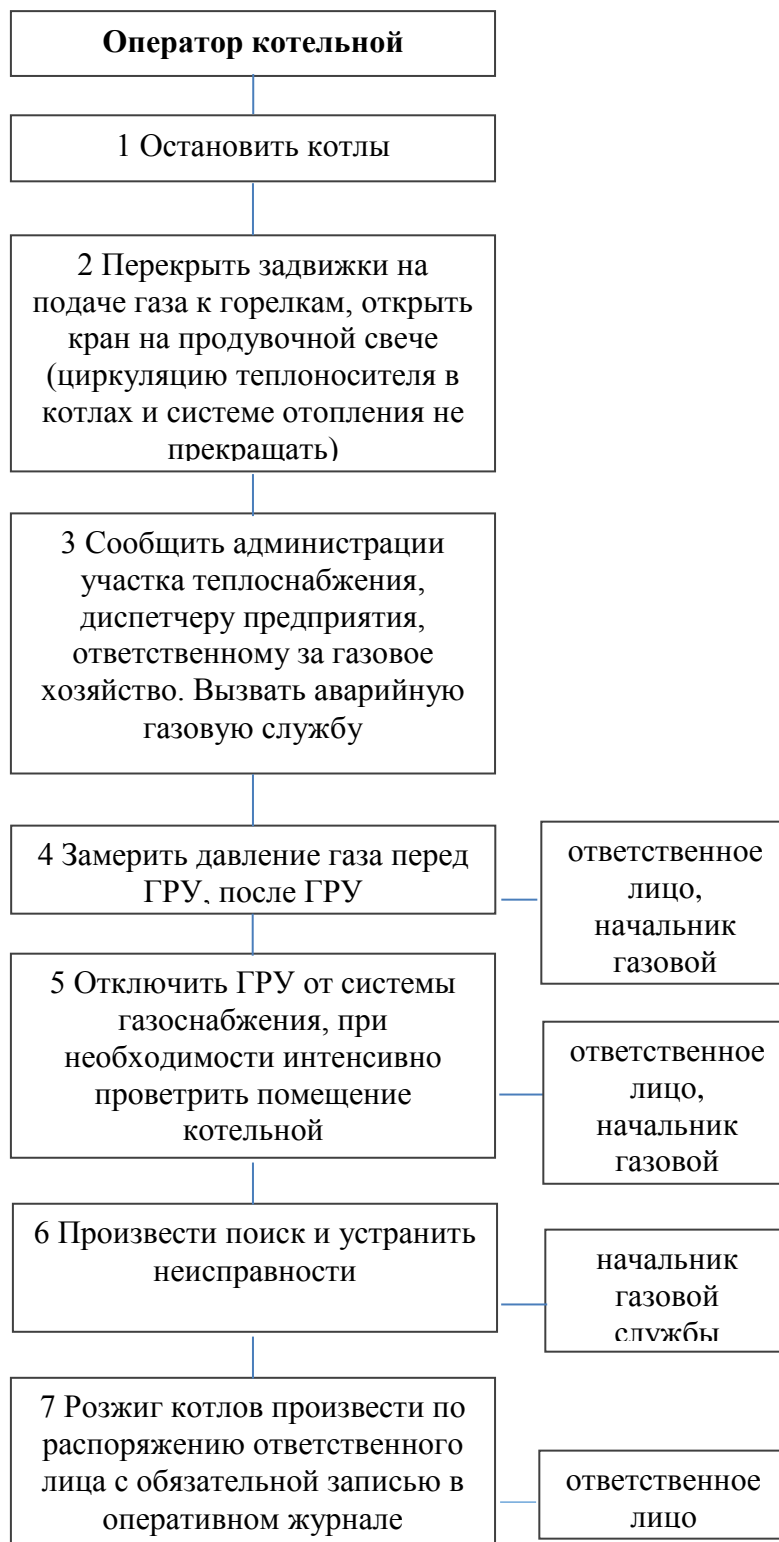


Рисунок 22 – Блок-схема 7 алгоритм действий при снижении давление газа перед котлами

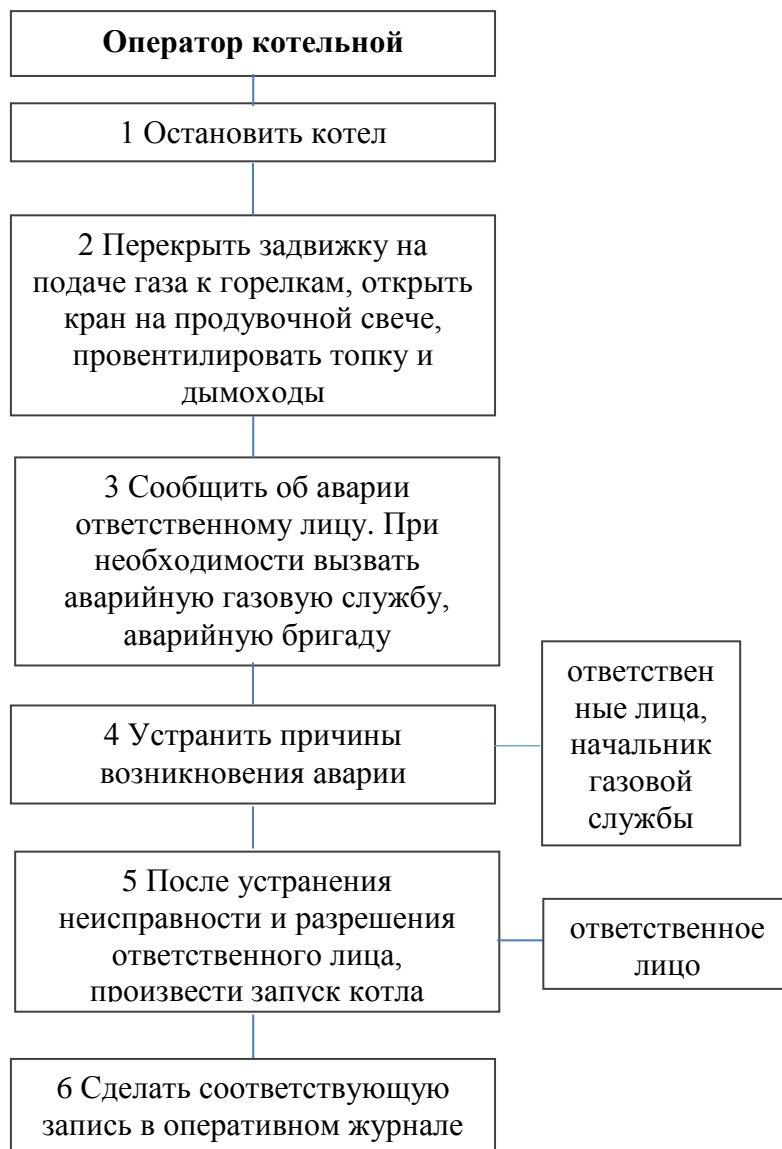


Рисунок 23 – Блок-схема 8 алгоритм действий при погасании факела в топке котла

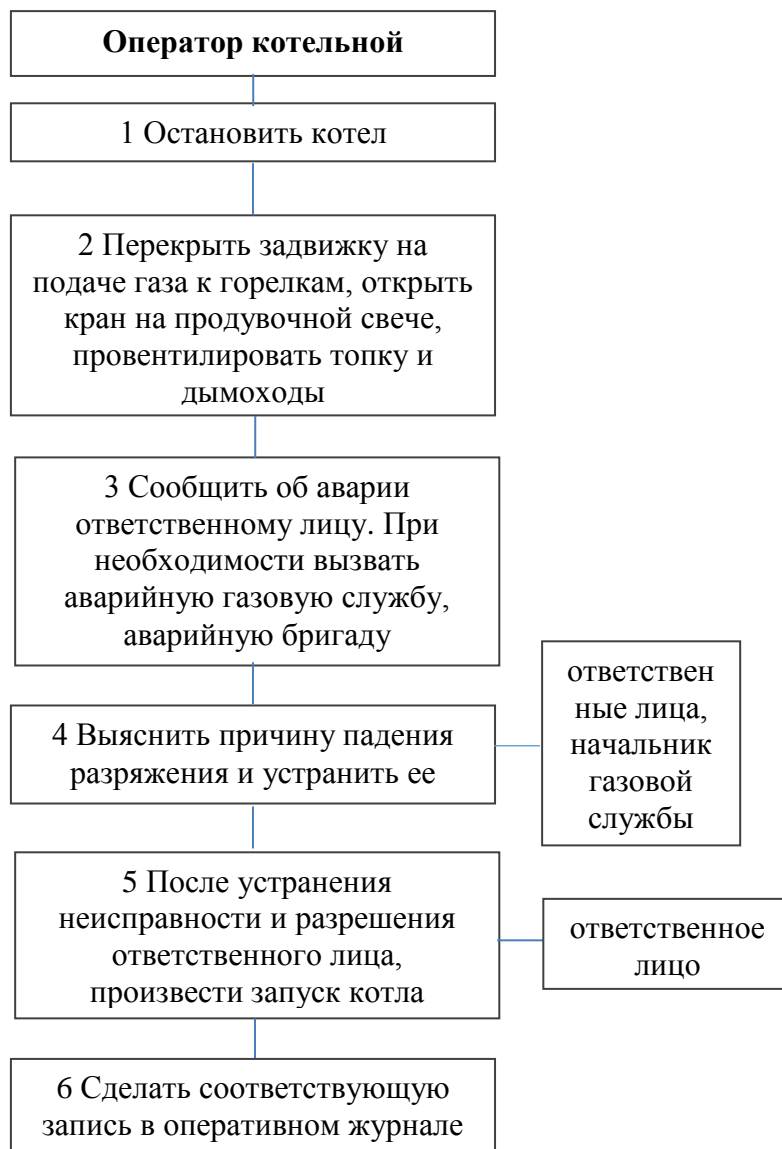


Рисунок 24 – Блок схема 9 алгоритм действий при падении разряжение в топке котла ниже нормы



Рисунок 25 – Блок-схема 10 алгоритм действий при прекращении подачи электроэнергии

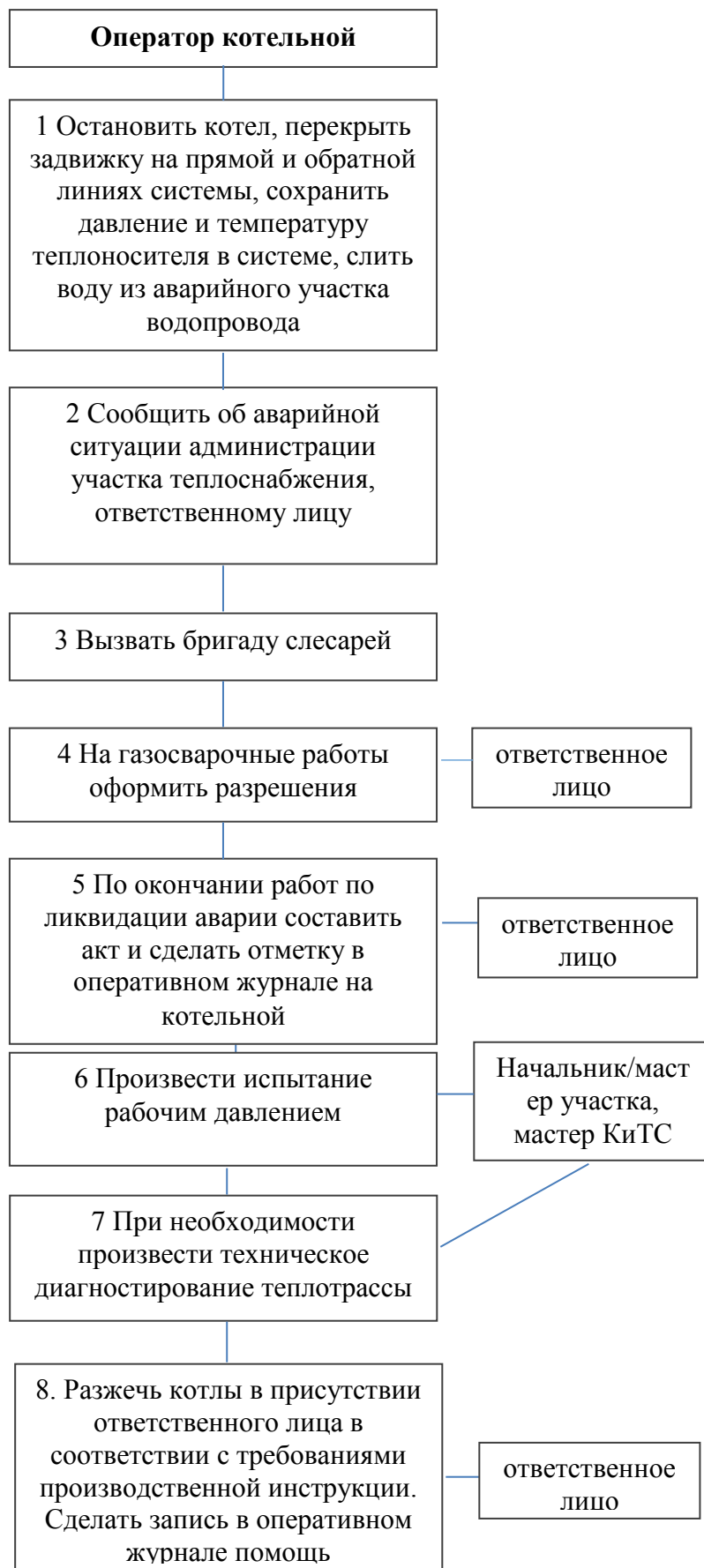


Рисунок 26 – Блок-схема 11 алгоритм действий при разрыве трубопроводов

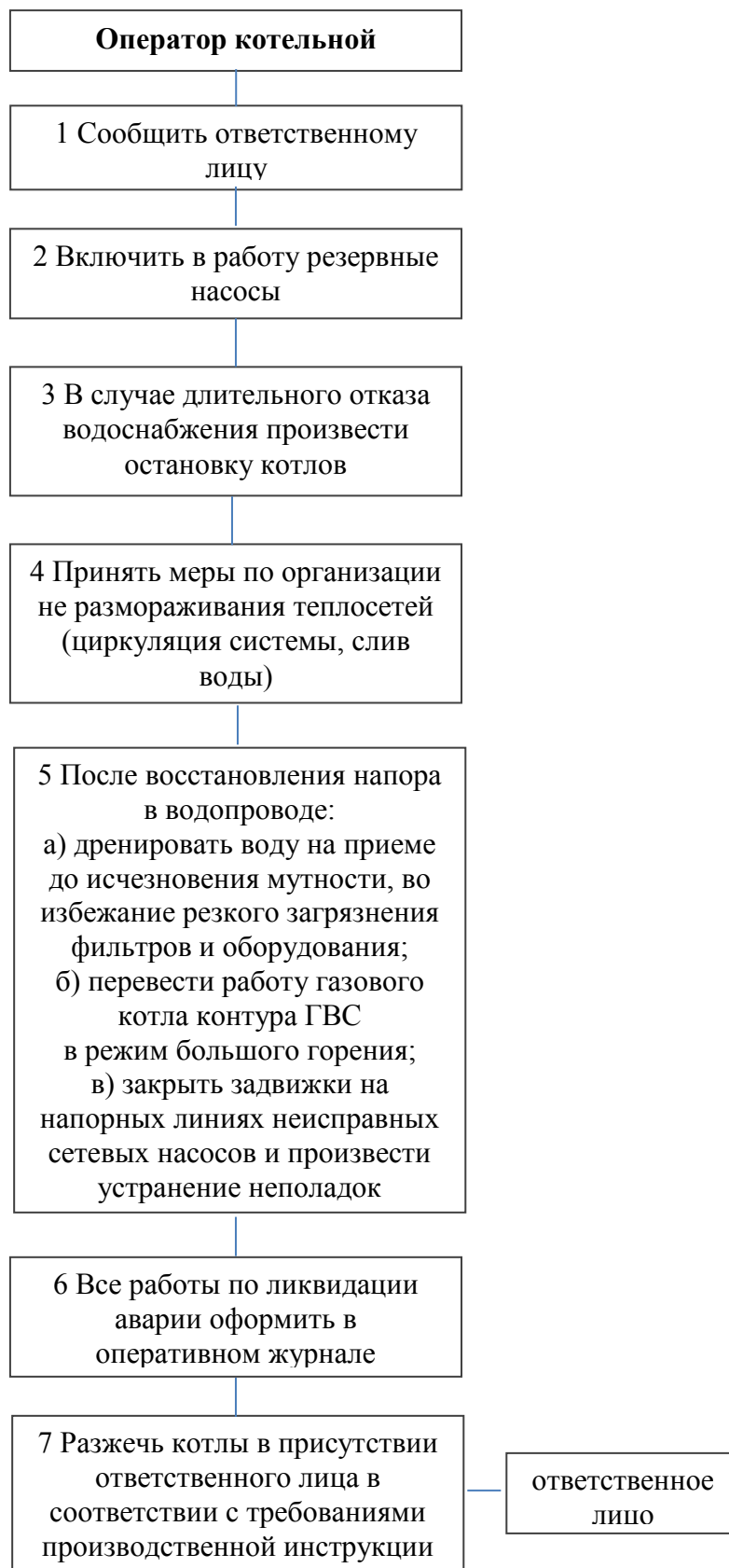


Рисунок 27– Блок-схема 12 алгоритм действий при снижении давление воды в котле



Рисунок 28 – Блок-схема 13 алгоритм действий при повышении давления воды (пара)

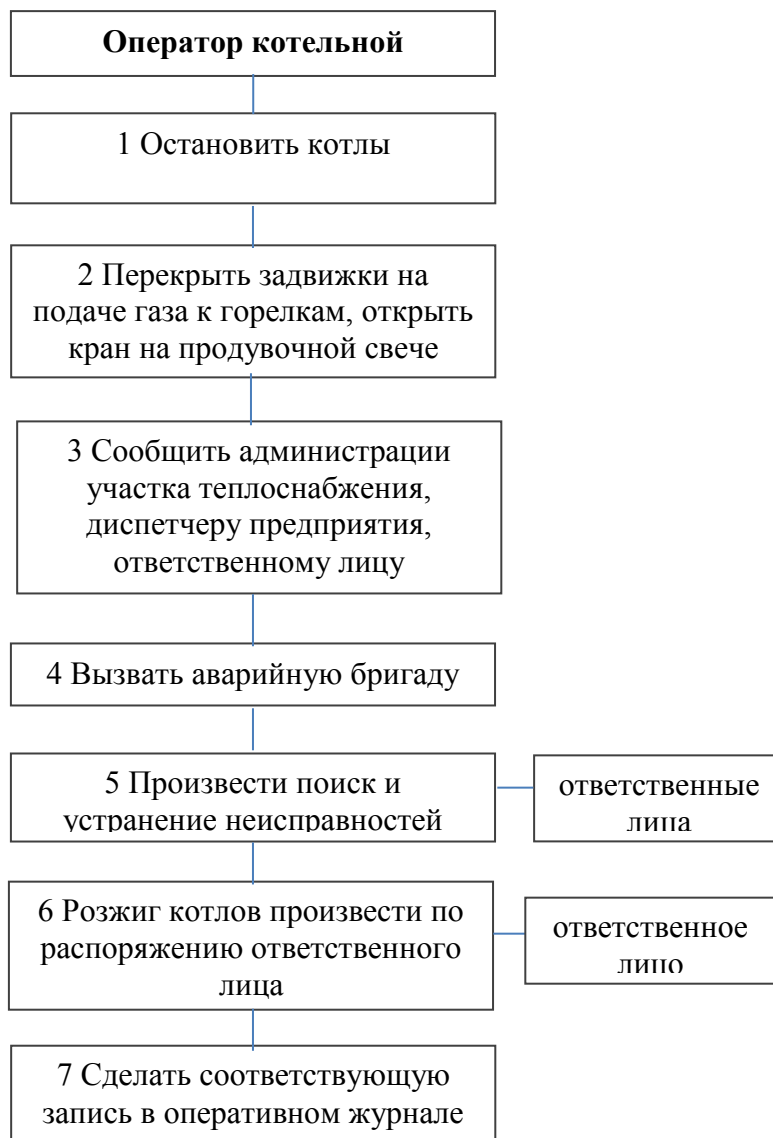


Рисунок 29 – Блок-схема 14 алгоритм действий при аварии технологического оборудования

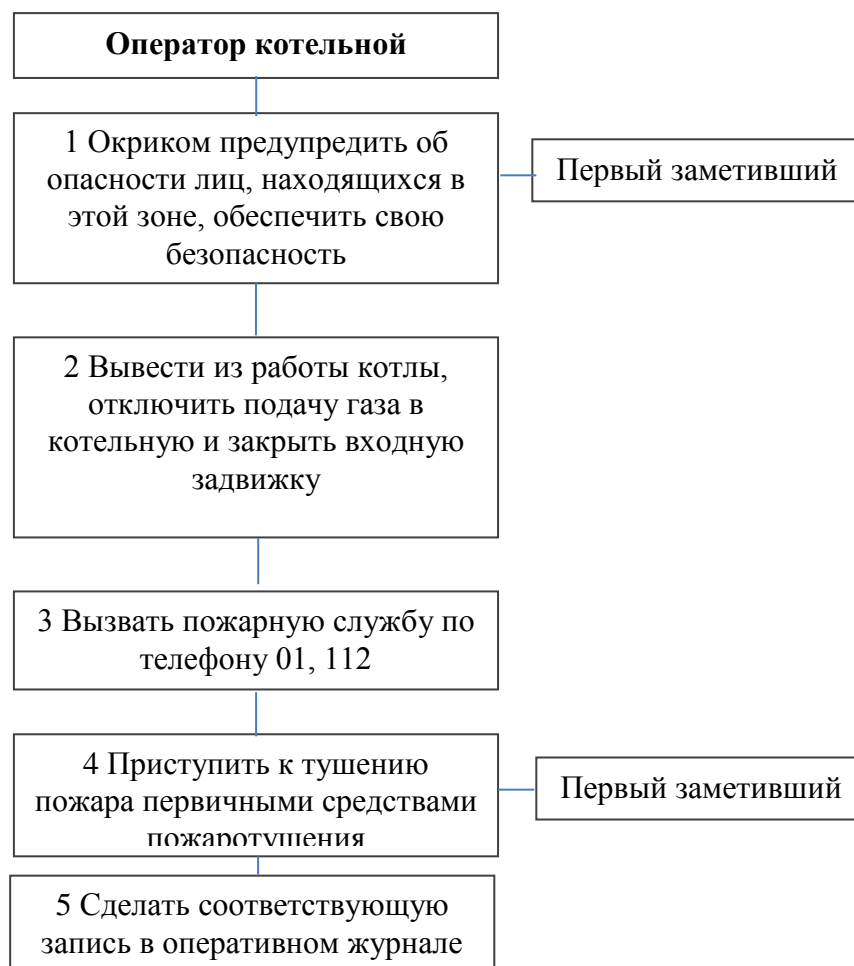


Рисунок 30 – Блок-схема 15 алгоритм действий при пожаре в помещении котельной

Подробный вариант алгоритма действий персонала котельных от негативных воздействий при аварийных ситуациях приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Алгоритм действия персонала

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
Взрыв газа в помещении котельной, уровень А	Контроль загазованности помещения природным и угарным газом осуществляется приборами (СОУ-1 и В10-DM03 или	1 Прекратить подачу газа в котельную задвижкой на вводе газопровода в котельную	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
	СГГ)	2 Вывести пострадавших в незагазованное помещение и оказать доврачебную помощь, вызвать скорую помощь	Оператор котельной
		3 Сообщить об аварии ответственному лицу, руководству, диспетчерской службе предприятия	Оператор котельной
		4 Вызвать аварийную газовую службу, пожарную охрану, сообщить руководству	Оператор котельной, ответственное лицо
		5 При невозможности сохранения циркуляции теплоносителя в котлах и системе отопления, слить воду из теплосетей. Приступить к действиям по локализации и ликвидации аварийной ситуации на объекте	Начальник участка, мастер КиТС, начальник газовой службы, оператор котельной
		6 Оформить данные работы записью в оперативном журнале	Оператор котельной
		7 Принять меры к	Оператор

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		сохранению обстановки взрыва (газовых приборов) для дальнейшего расследования аварии	котельной, ответственное лицо
		8 Производить периодические замеры уровня загазованности помещения. При достижении концентрации CH_4 не более 5% по газоанализатору разрешается пользоваться электроприборами напряжением не выше 20 В	Оператор котельной
Разгерметизация газопроводов, газового оборудования, уровень А	1 Контроль загазованности помещения природным и угарным газом осуществляется приборами (СТГ1-1). 2 Система автоматики котла	1 Окриком предупредить об опасности лиц, находящихся в этой зоне, обеспечить свою безопасность средствами индивидуальной защиты и окружающих 2 Перекрыть задвижку на подаче газа к горелкам, прекратить подачу газа в котельную задвижкой	Первый заметивший Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		на вводе газопровода в котельную, (циркуляцию теплоносителя в котлах и системе отопления по возможности не прекращать)	
		3 Открыть задвижку на свечу для удаления газа из газопровода, обязательно провентилировать топку и дымоходы	Оператор котельной
		4 Открыть все окна и двери для проветривания помещения	Оператор котельной
		5 Сообщить об утечке газа ответственному лицу, вызвать аварийную газовую службу, в случае необходимости аварийно-ремонтную бригаду	Оператор котельной
		6 В случае отравления персонала оказать доврачебную помощь, вызвать скорую помощь	Начальник участка, мастер КиТС, начальник газовой службы
		7 Устранить причины	Ответственное

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		аварии	лицо, начальник газовой службы
		8 После устранения неисправности и проверки тяги, с разрешения ответственного лица, произвести запуск котла в соответствии с производственной инструкцией	Оператор котельной, ответственное лицо
		9 Оформить работы записью в оперативном журнале и журнале ремонтов	Оператор котельной
		10 Производить периодические замеры уровня загазованности помещения. При достижении концентрации CH_4 не более 5% по газоанализатору разрешается пользоваться	Оператор котельной, ответственное лицо
		электроприборами напряжением не выше 20 В	
Образование опасной концентрации окиси углерода в	1 Контроль загазованности помещения природным и		

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
помещении котельной, уровень А	угарным газом осуществляется приборами (СТГ1-1). 2 Система автоматики котла	1 Окриком предупредить об опасности лиц, находящихся в этой зоне, обеспечить свою безопасность средствами индивидуальной защиты	Первый заметивший
		2 Произвести остановку котлов, перекрыть задвижку на подаче газа к горелкам, на входе в котельную (циркуляцию теплоносителя в котлах и системе отопления не прекращать)	Оператор котельной
		3 Открыть кран на продувочной свече для удаления газа из газопровода, провентилировать топку и дымоходы	Оператор котельной
		4 Открыть все окна и двери для проветривания помещения	Оператор котельной
		5 Сообщить об аварии ответственному лицу, вызвать аварийную	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		газовую службу, аварийно-ремонтную бригаду если необходимо в данном случае	
		6 В случае отравления персонала оказать доврачебную помощь, вызвать скорую помощь	Оператор котельной
		7 Устранить причины аварии	Начальник газовой службы, ответственное лицо
		8 После устранения неисправности и проверки тяги, с разрешения	Оператор котельной, ответственное лицо
		ответственного лица, произвести запуск котла в соответствии с производственной инструкцией	
		9 Все работы по ликвидации оформить в оперативном журнале с выдачей наряд-допуска на газоопасные работы	Оператор котельной, ответственное лицо по выдаче наряда-допуска на производство газоопасных работ
Взрыв газа в топке или газоходах, уровень А	Система автоматики котлов	1 Остановить котел	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		2 Перекрыть задвижку на подаче газа к горелкам, открыть кран на продувочной свече, провентилировать топку и дымоходы (циркуляцию теплоносителя в котлах и системе отопления не прекращать)	Оператор котельной
		3 Сообщить об аварии	Оператор котельной
		ответственному лицу	
		4 Вызвать аварийную газовую службу	Оператор котельной
		5 Устранить причины возникновения аварии	Начальник газовой службы
		6 После устранения неисправности и разрешения ответственного лица, произвести запуск котла в соответствии с производственной инструкцией, проводить осмотр оборудования котельной	Ответственное лицо, оператор котельной
		7 Сделать запись в оперативном журнале	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
Разгерметизация газопровода, уровень А	1 Контроль загазованности помещения природным и угарным газом осуществляется приборами (СТГ1-1). 2 Система автоматики котлов	1 Остановить котлы	Оператор котельной
		2 Прекратить подачу газа в котельную задвижкой на вводе газопровода в котельную, открыть кран на продувочной свече для удаления газа из газопровода (циркуляцию теплоносителя в котлах и системе отопления не прекращать)	Оператор котельной
		3 Сообщить об аварии ответственному лицу	Оператор котельной
		4 Вызвать аварийную службу	Оператор котельной
		5 Устранение аварии и пуск газа в котельную провести по наряду-допуску	Начальник участка, мастер КиТС, начальник газовой службы
		6 Розжиг котлов произвести по распоряжению ответственного лица с записью в оперативном журнале	Оператор котельной, ответственное лицо
Повышение давления газа выше нормы перед горелками котла,	1 Система автоматики котлов 2 Контрольно-измерительные	1 Остановить котлы согласно инструкции	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
уровень А	приборы	2 Перекрыть задвижки на подаче газа к горелкам, открыть кран на продувочной свече (циркуляцию теплоносителя в котлах и системе отопления не прекращать)	Оператор котельной
		3 Сообщить руководству предприятия, администрации участка теплоснабжения, диспетчеру предприятия, ответственному лицу. Вызвать аварийную газовую службу	Оператор котельной
		4 Замерить давление газа перед ГРУ, после ГРУ, перед горелками для определения фактического перепада давления газа	Ответственное лицо, начальник газовой службы
		5 Отключить ГРУ от системы газоснабжения, при необходимости интенсивно	Ответственное лицо, начальник газовой службы

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		проветрить помещение котельной	
		6 Произвести поиск и устранить неисправности на аварийном объекте	Начальник газовой службы
		7 Перед пуском газа в горелки произвести вентиляцию топки и газоходов в течение 15 минут. При необходимости пуск газа произвести через байпас ГРУ	Оператор котельной, ответственное лицо, начальник газовой службы
		8 Оформить работы записью в оперативном журнале и журнале ремонтов котельной	Оператор котельной
Снижение давления газа перед котлами, уровень А	1 Система автоматики котлов 2 Контрольно-измерительные приборы	1 Остановить котлы	Оператор котельной
		2 Перекрыть задвижки на подаче газа к горелкам, открыть кран на продувочной свече (циркуляцию теплоносителя в котлах и системе отопления не прекращать)	Оператор котельной
		3 Сообщить руководителю предприятия	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		администрации участка теплоснабжения, диспетчеру предприятия, ответственному лицу. Вызвать аварийную газовую службу	
		4 Замерить давление газа перед ГРУ, после ГРУ, перед горелками для определения фактического перепада давления газа	Начальник газовой службы
		5 Отключить ГРУ от системы газоснабжения, при необходимости интенсивно проветрить помещение котельной	Ответственное лицо, начальник газовой службы
		6 Произвести поиск и устранение неисправностей	Ответственное лицо, начальник газовой службы
		7 Розжиг котлов произвести по распоряжению ответственного лица с обязательной записью в оперативном журнале	Оператор котельной, Ответственное лицо, начальник газовой службы

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
<p>Погасание факела в топке котла, уровень А</p>	<p>1 Система автоматики котлов</p>	<p>1 Остановить котел согласно инструкции</p>	<p>Оператор котельной</p>
	<p>2 Контрольно-измерительные приборы</p>	<p>2 Перекрыть задвижку на подаче газа к горелкам, открыть кран на продувочной свече, провентилировать топку и дымоходы (циркуляцию теплоносителя в котлах и системе отопления не прекращать)</p>	<p>Оператор котельной</p>
		<p>3 Сообщить об аварии ответственному лицу. При необходимости вызвать аварийную газовую службу, аварийную бригаду</p>	<p>Оператор котельной</p>
		<p>4 Устранить причины возникновения аварии</p>	<p>начальник газовой службы</p>
		<p>5 После устранения неисправности и разрешения ответственного лица, произвести запуск котла в соответствии с производственной инструкцией</p>	<p>Ответственное лицо, оператор котельной</p>
		<p>6 Сделать соответствующую</p>	<p>Оператор котельной</p>

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		запись в оперативном журнале	
Падение разряжения в топке котла ниже нормы, уровень А	Система автоматики котлов	1 Остановить котел согласно инструкции	Оператор котельной
		2 Перекрыть задвижку на подаче газа к горелкам, открыть кран на продувочной свече, провентилировать топку и дымоходы (при циркуляции теплоносителя в котлах и системе отопления)	Оператор котельной
		3 Сообщить об аварии ответственному лицу. При необходимости вызвать аварийную газовую службу	Оператор котельной
		4 Выяснить причину падения разряжения и устранить ее	Начальник газовой службы
		5 После устранения неисправности и разрешения ответственного лица на запуск, произвести запуск котла в соответствии с производственной инструкцией и	Ответственное лицо, оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		производить периодический осмотр котла и оборудования	
		6 Сделать соответствующую запись в оперативном журнале	Оператор котельной
Внезапное прекращение подачи электроэнергии на котельную, уровень А	Резервный источник электричества	1 Остановить котлы	Оператор котельной
		2 Сообщить об аварийной ситуации ответственному лицу	Оператор котельной
		3 Вызвать дежурную бригаду электриков для восстановления подачи электроэнергии	Оператор котельной
		4 Выяснить причины прекращения электроснабжения и её длительность	Ответственное лицо
		5 Принять меры по организации не размораживания теплосетей (циркуляция системы, слив воды)	Оператор котельной, ответственное лицо
		6 После восстановления подачи электроэнергии разжечь котлы в присутствии	Оператор котельной, ответственное лицо

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		ответственного лица в соответствии с требованиями производственной инструкции	
		7 Сделать соответствующую запись в оперативном журнале	Оператор котельной
Разрыв трубопровода теплосети, контура ГВС, водопровода питательной линии, повреждение прокладок фланцевых соединений трубопроводов в котельной, уровень А	1 Контрольно-измерительные приборы 2 Система автоматики котлов	1 Остановить котел, перекрыть задвижку на прямой и обратной линиях системы, сохранить давление и температуру теплоносителя в системе, слить воду из аварийного участка водопровода	Оператор котельной
		2 Сообщить об аварийной ситуации администрации участка теплоснабжения, ответственному лицу	Оператор котельной
		3 Вызвать бригаду слесарей	Оператор котельной
		4 На газосварочные работы оформить разрешение установленной формы	Ответственное лицо
		5 По окончании работ	Ответственное

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		по ликвидации аварии составить акт и сделать отметку в оперативном журнале на котельной	лицо
		6 Произвести испытание рабочим давлением	Начальник участка, мастер КиТС, начальник
		восстановленного участка трубопровода в течении 30 минут	газовой службы
		7 При необходимости произвести техническое диагностирование теплотрассы	начальник участка, мастер КиТС, начальник газовой службы
		8. Разжечь котлы в присутствии ответственного лица в соответствии с требованиями производственной инструкции. Сделать запись в оперативном журнале	Оператор котельной
Понижение давление воды на недопустимый уровень, уровень А	1 Контрольно- измерительные приборы 2 Система автоматики котлов	1 Сообщить ответственному лицу	Оператор котельной
		2 Включить в работу резервные насосы	Оператор котельной
		3 В случае длительного отказа водоснабжения	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		произвести остановку котлов	
		4 Принять меры по организации не размораживания теплосетей (циркуляция системы, слив воды)	Оператор котельной
		5 После восстановления напора в водопроводе: а) дренировать воду на приеме до исчезновения мутности, во избежание резкого загрязнения фильтров и оборудования; б) перевести работу газового котла контура ГВС в режим большого горения; в) закрыть задвижки на напорных линиях неисправных сетевых насосов и произвести устранение неполадок	Оператор котельной
		6 Все работы по ликвидации аварии оформить в оперативном журнале	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		7 Разжечь котлы в присутствии ответственного лица в соответствии с требованиями производственной инструкции	Ответственное лицо, оператор котельной
Повышение давления воды/пара в котле выше разрешенного, уровень А	1 Контрольно-измерительные приборы 2 Система автоматики котлов	1 Уменьшить давление газа и воздуха перед горелками, производить интенсивную продувку котла	Оператор котельной
		2 Сообщить об аварийной ситуации ответственному лицу	Оператор котельной
		3 Если давление продолжает повышаться, то остановить котел	Оператор котельной
		4 Вызвать бригаду газовой службы	Оператор котельной
		5 Произвести поиск и устранение неисправностей	начальник участка, мастер КиТС, Начальник газовой службы, оператор
		6 Розжиг котлов произвести по распоряжению ответственного лица	Ответственное лицо, оператор котельной
		7 Сделать	Оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		соответствующую запись в оперативном журнале	
		8 Разжечь котлы в присутствии ответственного лица в соответствии с требованиями производственной инструкции	Ответственное лицо, оператор котельной
Авария технологического оборудования, уровень А	1 Система автоматики котлов 2 Контрольно-измерительные приборы	1 Остановить котлы	Оператор котельной
		2 Перекрыть задвижки на подаче газа к горелкам, открыть кран на продувочной свече	Оператор котельной
		3 Сообщить администрации участка теплоснабжения, диспетчеру предприятия, ответственному лицу	Оператор котельной
		4 Вызвать аварийную бригаду	Оператор котельной
		5 Произвести поиск и устранение неисправностей	Начальник участка, мастер КиТС, начальник газовой службы, оператор
		6 Розжиг котлов произвести по распоряжению	Ответственное лицо, оператор котельной

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		ответственного лица	котельной
		7 Сделать соответствующую запись в оперативном журнале, продолжить работу	Оператор котельной
Пожар в помещении котельной, уровень А	1 Система пожарной сигнализации 2 Средства пожаротушения	1 Окриком предупредить об опасности лиц, находящихся в этой зоне, обеспечить свою безопасность средствами индивидуальной защиты	Первый заметивший
		2 Вывести из работы котлы, отключить подачу газа в котельную и закрыть входную задвижку	Оператор котельной
		3 Вызвать пожарную службу по телефону 01, 112	Оператор котельной
		4 Сообщить об аварийной ситуации ответственному лицу, ответственному за пожарную безопасность, вызвать пожарную службу	Оператор котельной
		5 Приступить к тушению пожара	Сменный оператор, дежурный слесарь

Продолжение таблицы 7

Вид	Технические средства	Порядок действия	Исполнители
		первичными средствами пожаротушения, гидрантами	
		6 Сделать соответствующую запись в оперативном журнале	Оператор котельной

Пуск газа в горелки в ночную смену при температуре окружающего воздуха ниже минус 25 градусов производится в присутствии аварийной бригады и ответственного лица без заполнения наряд-допуска, который заполняется в дневную смену с соблюдением правил безопасности систем газораспределения и газопотребления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения НИР и магистерской диссертации сделаны следующие выводы:

- опасный производственный объект соответствует нормативно-правовым критерием промышленной безопасности;
- персонал опасного производственного объекта квалифицировано подготовлен;
- теоретическое и практическое исследование внедрено в организационные процессы предприятия.

Выполнены следующие задачи, которые были поставлены в магистерской диссертации:

- проанализированы имеющие производственные и научные материалы в области промышленной безопасности;
- смоделированы аварийные ситуации, составлено «Дерево отказов»;
- разработаны мероприятия для обеспечения промышленной безопасности;
- разработан алгоритм действия персонала при аварийных ситуациях.

По использованию результатов НИР и магистерской диссертации даны следующие рекомендации и исходные данные:

- опасные производственные объекты предприятия должны соблюдать нормативно-правовые требования в области промышленной безопасности;
- персонал предприятий должен быть квалифицировано подготовлен;
- внедрения результатов исследования магистерской диссертации полезно таким предприятиям, где эксплуатируются аналогичное оборудование.

Технико-экономическая эффективность внедрения заключается в следующем:

- предотвращение аварийных ситуаций на предприятии минимизируют возможные финансовые и технические потери.

В сравнении с лучшими достижениями в данной области научно-технический уровень выполненной НИР и магистерской диссертации заключается в следующем:

- проанализирована нормативно-правовая база;
- рассмотрены все возможные аварийные ситуации;
- приведены оптимальные защитные меры для недопущения аварийных ситуаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горина, Л.Н. Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» / Л.Н. Горина. – Тольятти : изд-во ТГУ: 2019. - 267 с.
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116 (ред. от 29.07.2018). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4294851/4294851261.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
3. О лицензировании отдельных видов деятельности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ (ред. от 02.08.2019). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293809/4293809577.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
4. Положение о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 26.08.2013 г. № 730. URL: <http://svpfvh.ru/upload/normaldoc/7.PDF> (дата обращения: 20.10.2019).
5. Положение о лицензировании эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 10.06.2013 № 492 (ред. от 16.02.2019). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293782/4293782349.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
6. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68 (ред. от 03.08.2018). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4294855/4294855238.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).

7. Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 ноября 2013 года № 542. URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293775/4293775535.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
8. Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 года № 116. (ред. от 12.12.2017). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293770/4293770940.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
9. ГОСТ Р 54961-2012. Системы газораспределительные. Сети газопотребления. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация [Текст]. - Введ. 2013-01-01 - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2012. - IV, 54с.
10. ГОСТ Р 54983-2012. Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация [Текст]. - Введ. 2013-01-01 - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2012. - IV, 82 с.
11. ГОСТ Р 53865-2010. Системы газораспределительные. Термины и определения [Текст]. - Введ. 2011-07-01 - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2010. - IV, 12 с.
12. Требования к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 ноября 2016 года № 495 (ред. от 09.04.2018). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293747/4293747612.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).

13. Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 10 марта 1999 года № 263 (ред. от 28.02.2018). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4294848/4294848603.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
14. Правил регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 24 ноября 1998 г. № 1371 (ред. от 28.02.2018). URL: <https://tk-expert.ru/uploads/files/ntd-20180310-202242.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
15. Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 29 октября 2010 года № 870 (ред. от 14.12.2018). URL: <https://docplan.ru/Data2/1/4293815/4293815805.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
16. Occupational health and safety management systems - Requirements [Электронный ресурс]: OHSAS 18001:2007. URL: <http://www.aims.org.pk/wp-content/uploads/2014/08/OHSAS-18001-2007-Standards.pdf> (дата обращения: 20.10.2019).
17. Occupational health and safety management systems - Guidelines for the implementation of OHSAS 18001: 2007 [Электронный ресурс]: OHSAS 18002:2008. URL: <https://img.21food.cn/img/biaozhun/20090815/187/11183628.pdf> (дата обращения: 28.09.2019).
18. Quality management systems - Fundamentals and vocabulary [Электронный ресурс]: ISO 9000:2015. URL: <https://www.sis.se/api/document/preview/919486/> (дата обращения: 20.10.2019).

19. Environmental management system [Электронный ресурс]: ISO 14000:2015. URL: https://www.dnvgl.se/Images/ISO%2014001%202015%20GUIDANCE%20DOCUMENT_tcm37-56526.pdf (дата обращения: 20.10.2019)
20. Nancy Leveson A new accident model for engineering safer systems / Safety Science. Volume 42, Issue 4, April 2004, Pages 237-270.
21. Samith Rathnayakaa, Faisal Khana, Paul Amyotteb SHIPP methodology: Predictive accident modeling approach. Part I: Methodology and model description / Process Safety and Environmental Protection. Volume 89, Issue 3, May 2011, Pages 151-164.
22. Iraj Mohammadfama, Esmail Zarei Safety risk modeling and major accidents analysis of hydrogen and natural gas releases: A comprehensive risk analysis framework / International Journal of Hydrogen Energy. Volume 40, Issue 39, 19 October 2015, Pages 13653-13663.
23. Elham Saidia, Bagher Anvaripoura, Fereshteh Jaderiab, Nader Nabhanian Fuzzy risk modeling of process operations in the oil and gas refineries / Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Volume 30, July 2014, Pages 63-73.
24. Jiansong Wu, Rui Zhou, Shengdi Xu Zhengwei Wuc Probabilistic analysis of natural gas pipeline network accident based on Bayesian network / Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Volume 46, March 2017, Pages 126-136.
25. Samith Rathnayakaa, Faisal Khana, Paul Accident modeling approach for safety assessment in an LNG processing facility / Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Volume 25, Issue 2, March 2012, Pages 414-423.
26. Samith Rathnayakaa, Faisal Khana, Paul Amyotteb SHIPP methodology: Predictive accident modeling approach. Part II. Validation with case study / Process Safety and Environmental Protection. Volume 89, Issue 2, March 2011, Pages 75-88.

27. V.V. Molkov Explosions in buildings: modeling and interpretation of real accidents / Fire Safety Journal. Volume 33, Issue 1, July 1999, Pages 45-56.
28. Жуковский, В.В. Пособие для машинистов и операторов котельной: учебное пособие / В.В. Жуковский. - СПб. : ЦОТПБСППО, 2014. - 108 с.
29. Сергеев, А.В. Справочное учебное пособие для персонала котельных: Топливное хозяйство котельных: учебное пособие / А.В. Сергеев. - СПб. : ДЕАН, 2003. - 320 с.
30. Кязимов, К. Г. Обучение персонала газового хозяйства: учебное пособие для среднего профессионального образования / К.Г. Кязимов. - М. : Юрайт, 2019. - 303 с.
31. Вершилович, В.А. Сети газопотребления котельных: учебное пособие / В.А. Вершилович. - М. : Инфра-Инженерия, 2018. - 348 с.
32. Столпнер, Е.Б. Справочное пособие для персонала газифицированных котельных: справочное пособие / Е.Б. Столпнер, З.Ф. Панюшева. - Л. : Недра, 1990. - 397 с.
33. Соколов, Б.А. Котельные установки и их эксплуатация: учебник для нач. проф. Образования / Б.А. Соколов. - М. : Издательский центр "Академия", 2007. - 432 с.
34. Соколов Б.А. Газовое топливо и газовое оборудование котельных: учебное пособие / Б.А. Соколов. - М. : Издательский центр «Академия», 2008. - 76 с.
35. Гордюхин А.И. Учебник газового хозяйства: учебник для техникумов / А.И. Гордюхин. - М. : Стройиздат, 1983. - 336 с.
36. О согласовании «Положения о производственном контроле за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах РАО «ЕЭС России» и Приложения к нему «Типового положения о производственном контроле за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах предприятий АО-энерго (филиала) РАО

«ЕЭС России» [Электронный ресурс]: Письмо Госгортехнадзора РФ от
14.02.2002 N 03-35/30. URL:
<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294816/4294816360.pdf> (дата обращения:
20.10.2019).