

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Техносферная безопасность»

Профиль «Безопасность технологических процессов и производств»

Кафедра «Техносферная безопасность»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Обеспечение безопасной эксплуатации паровых котлов»

Шифр ВКР 20.03.01.040.19

Выполнил	<u>студент</u>	_____	<u>Валсев А.А.</u>
		подпись	Ф.И.О.
Руководитель	<u>доцент</u>	_____	<u>Гаязиев И.Н.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № ____ от _____ 2019 г.)

Зав. кафедрой	<u>доцент</u>	_____	<u>Гаязиев И.Н.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2019 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Ватеева А.А. на тему «Обеспечение безопасной эксплуатации паровых котлов».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 56 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованной литературы.

В первом разделе приводятся состояние аварийности и травматизма при эксплуатации и обслуживании котельных установок, классификация паровых котлов.

Во втором разделе приведены надежность паровых котлов с учетом требований промышленной безопасности, техническое диагностирование паровых котлов, безопасная эксплуатация котельных установок, автомат безопасности парового котла, разработка инструкции по охране труда при эксплуатации паровых котлов, пожарная безопасность, охрана окружающей среды.

В третьем разделе приводится расчет экономической эффективности от внедрения устройства.

ABSTRACT

For final qualifying work Valeeva A.A. on the theme "Ensuring the safe operation of steam boilers".

Final qualifying work consists of an explanatory note on 56 typewritten pages and the graphic part on 5 A1 sheets.

Explanatory note consists of introduction, three sections, conclusion and list of references.

The first section presents the state of accidents and injuries during operation and maintenance of boiler plants, the classification of steam boilers.

The second section presents the reliability of steam boilers with regard to industrial safety requirements, technical diagnostics of steam boilers, safe operation of boiler installations, automatic safety of a steam boiler, development of instructions for labor protection during operation of steam boilers, fire safety, environmental protection.

The third section provides a calculation of the economic efficiency of the introduction of the device.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	8
1.1 Состояние аварийности и травматизма при эксплуатации и обслуживании котельных установок.....	9
1.2 Классификация паровых котлов.....	21
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	24
2.1 Надежность паровых котлов с учетом требований промышленной безопасности.....	24
2.2 Техническое диагностирование паровых котлов.....	26
2.3 Безопасная эксплуатация котельных установок.....	29
2.4 Автомат безопасности парового котла.....	31
2.5 Разработка инструкции по охране труда при эксплуатации паровых котлов.....	39
2.6 Пожарная безопасность.....	44
2.7 Охрана окружающей среды.....	46
2.8 Физическая культура на производстве.....	50
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	51
3.1 Расчет экономической эффективности.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	55

ВВЕДЕНИЕ

В России эксплуатируется более 300 000 единиц котлонадзорного оборудования. В том числе: более 70 000 паровых и водогрейных котлов почти 230 тысяч сосудов, работающих под давлением. В настоящее время: не менее 80% энергоустановок исчерпало свой проектный ресурс, около 50% оборудования отработало этот срок дважды. По прогнозам, к 2020 году доля такого оборудования достигнет 90%. Не наблюдается устойчивой тенденции по снижению количеству аварий и инцидентов, связанных с эксплуатацией энергоустановок.

У эксплуатационного персонала зачастую отсутствуют необходимые опыт и знания. В следствии высокой текучести кадров на предприятиях происходит частая смена ответственных за безопасную эксплуатацию. На снижение надежности работы котлонадзорного оборудования также влияют: реорганизации предприятий, смена владельцев, стремление за счет экономии средств на модернизацию оборудования и сокращения штатов получать максимальную прибыль.

Практика показывает, что большое количество проблем в области обеспечения требований промышленной безопасности имеют предприятия ЖКХ, сельского хозяйства, здравоохранения, образовательных учреждений. Для этих предприятий в условиях недофинансирования наиболее остро стоят вопросы отсутствия квалифицированного аттестованного персонала по обслуживанию котельных и технического состояния физически устаревшего оборудования.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Состояние аварийности и травматизма при эксплуатации и обслуживании котельных установок

Одной из главных задач Ростехнадзора в области промышленной безопасности является обеспечение состояния защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий. В целях ее исполнения ведутся учет аварий и несчастных случаев, происшедших при эксплуатации опасных производственных объектов, с последующим проведением анализа результатов технического расследования причин аварий и несчастных случаев, а также разработка мер по устранению последствий аварий и проведение профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения в поднадзорных организациях аварийных ситуаций и несчастных случаев при эксплуатации опасных производственных объектов.

На основе отчетных сведений проведен анализ аварийности и травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, за период 2009–2018 гг.

Результаты анализа показывают, что в течение 10 лет на поднадзорных объектах произошло 34 аварии и 57 несчастных случаев со смертельным исходом.

Всего в течение 10 лет в результате аварий и несчастных случаев травмы различной степени тяжести получили 98 человек, из них:

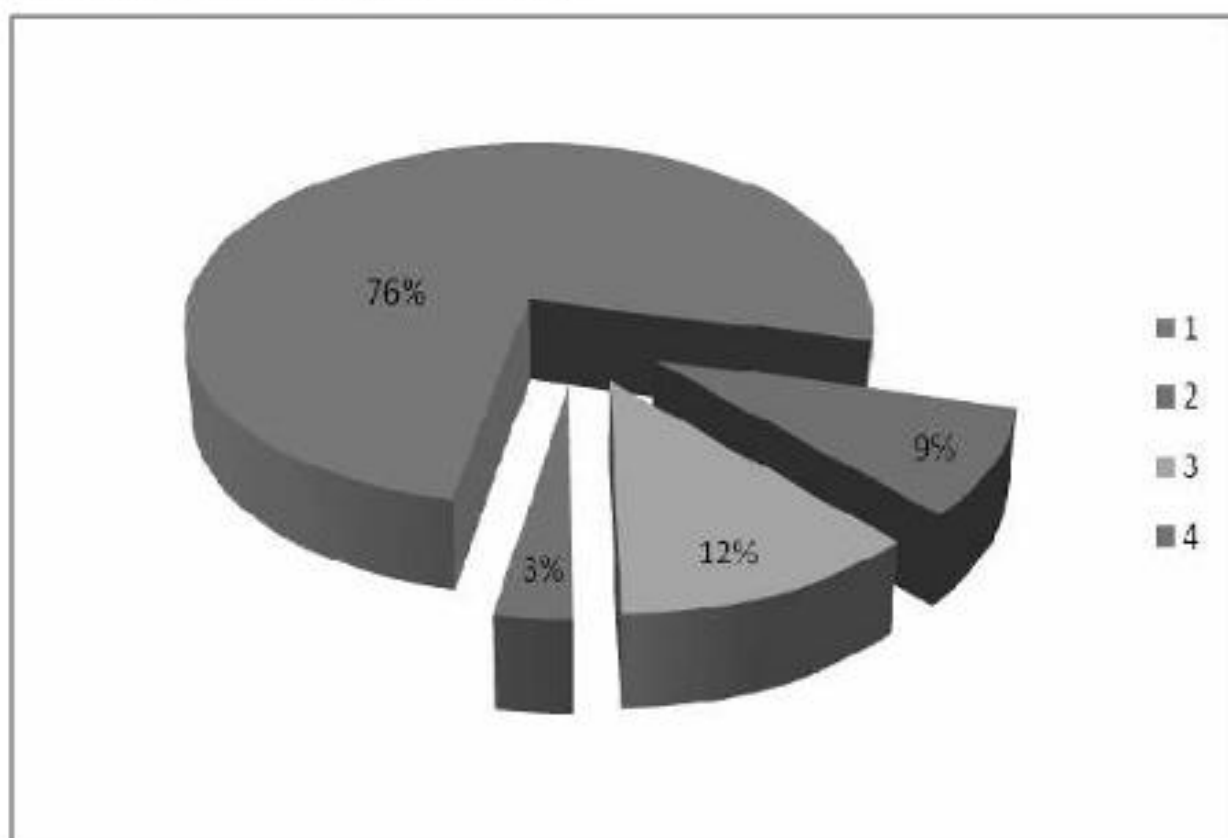
- 74 человека из числа персонала, обслуживающего технические устройства;

- 9 человек из числа инженерно-технических работников, в обязанности которых входит организация безопасной эксплуатации технических устройств;

- 12 работников организаций, в которых произошли несчастные случаи, не связанных с эксплуатацией оборудования, работающего под избыточным давлением;

- 3 человека, не являющихся работниками организаций, в которых произошли несчастные случаи.

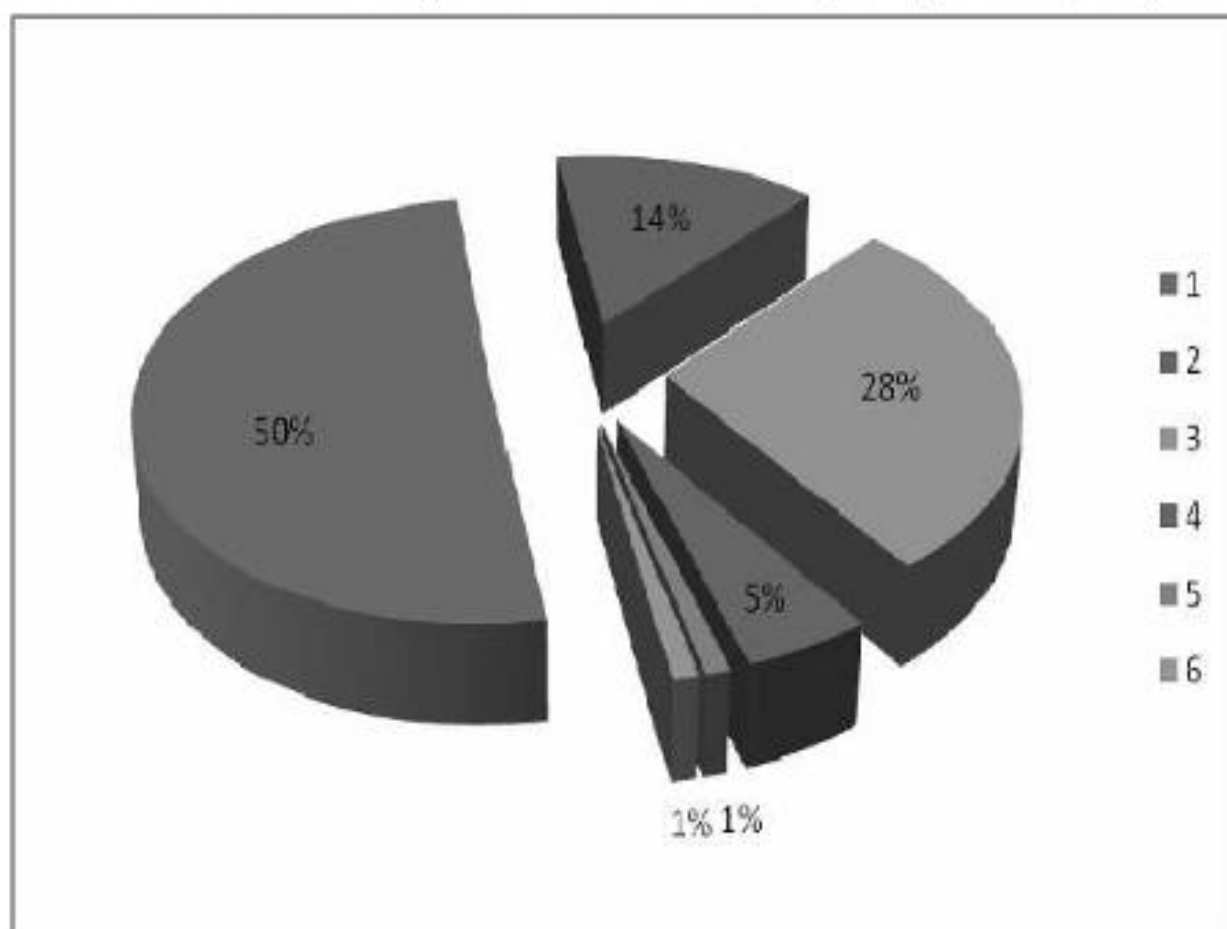
Чаще всего пострадавшими в результате несчастных случаев при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, становится обслуживающий данное оборудование персонал (76 % общего числа пострадавших) (рисунок 1.1).



1 – Обслуживающий персонал; 2 – Инженерно-технические работники;
3 – Работники, не связанные с производством; 4 – Третьи лица.

Рисунок 1.1 - Категории травмированных работников в 2009 – 2018 гг.

Более половины несчастных случаев, происшедших при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением (51 % общего количества), вызваны термическим воздействием рабочей среды на пострадавших. На рисунке 1.2 приведены сведения о соотношении количества несчастных случаев в зависимости от травмирующих факторов.

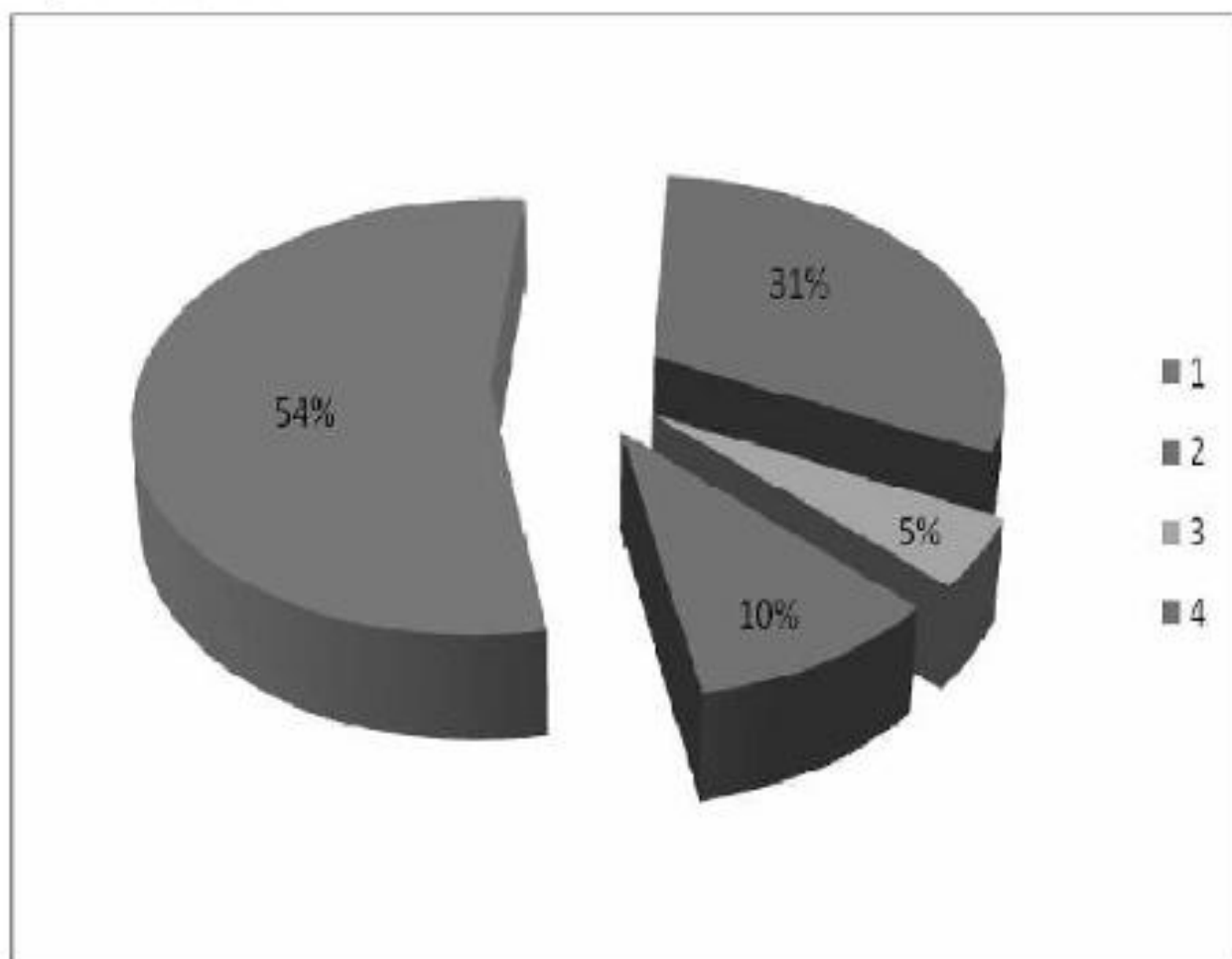


- 1 – Термический ожог; 2 – Механическое воздействие оборудования;
 3 – Воздействие взрывной волны; 4 – Отравление; 5 – Удушье;
 6 – Падение с высоты

Рисунок 1.2 - Распределение несчастных случаев в соответствии с травмирующими факторами

Проблема бесперебойного теплоснабжения очень актуальна, особенно для России, т. к. многие ее регионы расположены в суровых климатических условиях. У небольших теплопотребителей пользуются популярностью

промышленные и отопительные котельные. В России эксплуатируется более 70000 паровых и водогрейных котлов. Статистические данные, представленные на рисунке 1.3, свидетельствуют о том, что из этого общего количества около половины действуют на газе, еще треть – на дизельном топливе, порядка 10 % – комбинированные и не более 5 % – твердотопливные.



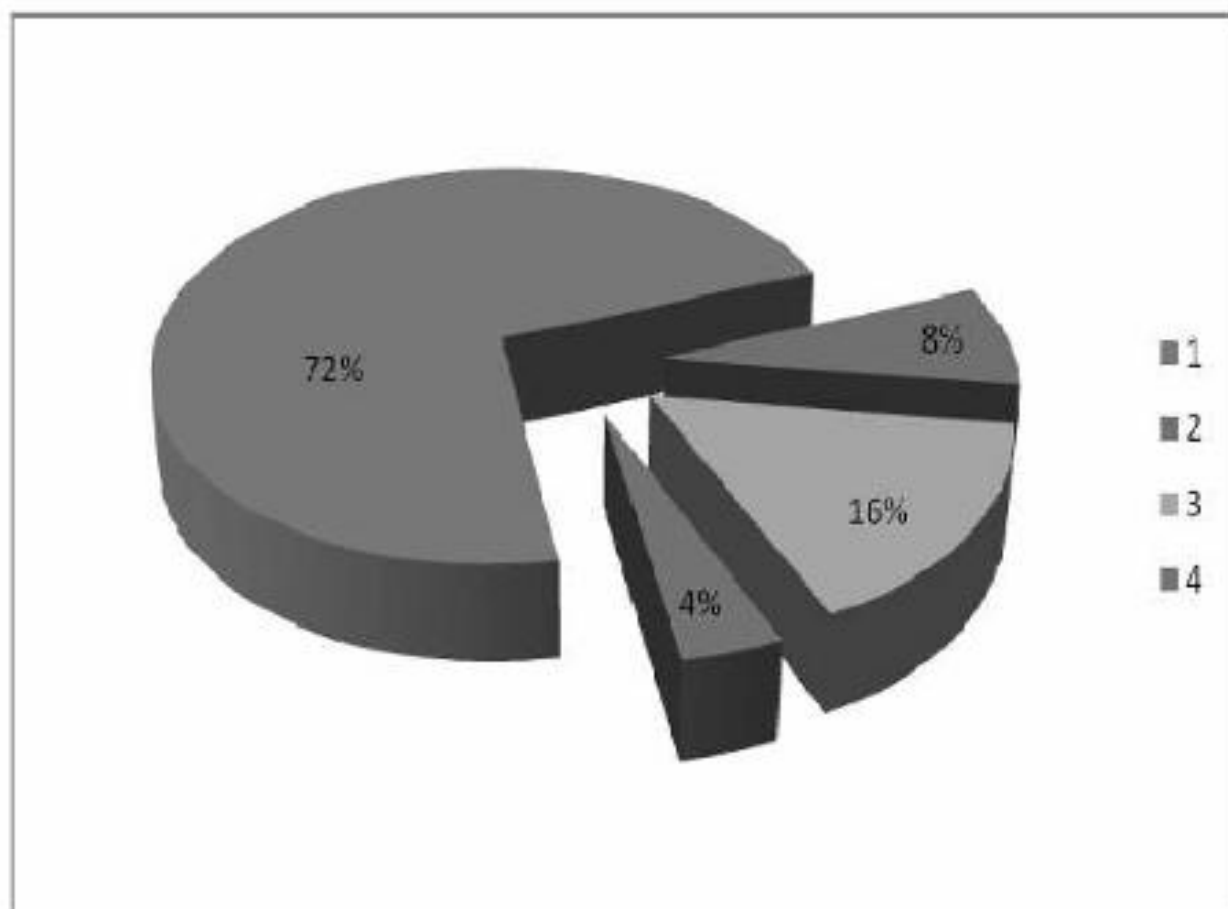
1 – Газовые; 2 – Жидкотопливные; 3 – Твердотопливные;
4 – Комбинированные

Рисунок 1.3 - Котельные установки, в зависимости от вида применяемого топлива

Анализ показал, что при работе и обслуживании котельных могут произойти следующие нежелательные события: утечка вредных веществ в

окружающую среду, пожар, взрыв и т.д., что может привести к аварии, и как следствие к серьезным экономическим и социальным последствиям. Например, в результате аварии на котельной в Москве пострадали свыше 1,5 млн чел., десятки тысяч заболели после переохлаждения и для 2 тыс. исход стал летальным. А в результате взрыва котла МУП «Шегарский водозабор» в Томской области без тепла остались более 500 жителей, школа, детский сад и районная больница.

Проанализировав различные аварии на котельных за последние несколько лет, получили данные, которые представлены на рисунок 1.4.



1 – Взрыв; 2 – Утечка опасных газов; 3 – Пожар; 4 – Другие.

Рисунок 1.4 - Виды аварий на котельных.

Из данной диаграммы видно, что наиболее распространенная авария – это взрывы на котельных.

Согласно отчетным сведениям наибольшее число аварий в период с 2008 по 2018 гг. включительно (14 аварий из 32) зафиксировано при эксплуатации сосудов, работающих под давлением газов (паров) и жидкостей (в том числе токсичных и взрывопожароопасных).

Процент аварий, происшедших при эксплуатации паровых и водогрейных котлов, работающих на твердом, жидком и газообразном видах топлива, составил 31 % (10 аварий).

Вместе с тем, следует отметить, что 8 аварий (25 % общего количества), происшедших за 10 лет, зафиксированы при эксплуатации трубопроводов, транспортирующих пар и горячую воду, единственным признаком опасности для которых является давление транспортируемой среды.

При этом практически половина аварий (47 % общего количества аварий за 10 лет) при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением (15 из 32 аварий), произошли в последние 5 лет (в период 2014—2018 гг.), в том числе в указанный период произошли 7 из 8 аварий (87,5 % общего количества аварий за 10 лет) при эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды (по 2 аварии в 2013 и 2014 гг., по 1 аварии в 2015, 2016 и 2017 гг.), 1 авария при эксплуатации паровых и водогрейных котлов и 7 из 14 аварий (50 % общего количества аварий за 10 лет) при эксплуатации сосудов, работающих под давлением (по 2 аварии в 2013 и 2015 гг., 3 аварии в 2016 г.).

Рост аварийности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, в период 2013–2018 гг. связан прежде всего с увеличением количества отработавших нормативный срок службы технических устройств. Так, например, по состоянию на 01.01.2013 доля трубопроводов, отработавших расчетный срок службы, составляла 38 %

(10127 ед.) общего количества находящихся в эксплуатации трубопроводов, а по состоянию на 01.01.2018 — 40,4 % (13773 ед.).

Кроме старения технических устройств росту аварийности способствует сокращение штата работников поднадзорных предприятий и организаций, в первую очередь вспомогательного обслуживающего (например, обходчики трубопроводов) и ремонтного (например, слесари контрольно-измерительных приборов и аппаратуры) персонала.

Всего в 2018 г. на поднадзорных объектах произошла одна авария, материальный ущерб от которой составил более 110 млн. руб. За аналогичный период 2017 г. были зарегистрированы шесть аварий с общим материальным ущербом более 180 млн. руб. и шесть несчастных случаев со смертельным исходом.

Для того чтобы выявить основные причины взрывов и другие опасности, связанные с работой и обслуживанием котельных, необходимо знать, что такое котельная установка.

Котельная установка представляет собой комплекс устройств, размещенных в специальных помещениях и служащих для преобразования химической энергии топлива в тепловую энергию пара или горячей воды. Они используются, в основном, для подачи тепла в жилые кварталы и промышленные предприятия.

Существует несколько классификаций котельных установок.

Котельные установки в зависимости от типа потребителя делятся на:

- энергетические, они вырабатывают пар для паровых турбин на тепловых электростанциях, их оборудуют, как правило, котлоагрегатами большой и средней мощности, которые вырабатывают пар повышенных параметров;

- производственно-отопительные вырабатывают пар не только для производственных нужд, но и для отопления и горячего водоснабжения населения;

- отопительные (водогрейные или паровые) предназначены для обслуживания систем отопления, горячего водоснабжения производственных и жилых помещений.

По виду размещения: отдельно стоящие, встроенные, крышные (на крыше здания), рамные (крупная узловая сборка без сооружения), пристроенные (к другому зданию), блочного (модульного) исполнения (в транспортабельном сооружении, контейнерные и т. п.).

По виду применяемого топлива: газовые, жидко-топливные (отработанное масло, мазут, дизельное топливо), комбинированные, твердотопливные (дрова, торф, уголь).

По виду вырабатываемого теплоносителя они делятся на: паровые и водогрейные.

В зависимости от масштаба:

1. Местные (индивидуальные). Их обычно оборудуют водогрейными котлами с нагревом воды до температуры не более 115°C или паровыми котлами с рабочим давлением до 70 КПа.

2. Групповые. Обеспечивают теплотой группы зданий или небольшие микрорайоны. Такие котельные оборудуют как паровыми, так и водогрейными котлами, как правило, большей теплопроизводительности, чем котлы для местных котельных. Эти котельные обычно размещают в специальных зданиях.

3. Районные отопительные котельные предназначены для теплоснабжения крупных жилых массивов; их оборудуют сравнительно мощными водогрейными и паровыми котлами.

Анализ показал, что если котельная установка работает на газовом топливе, то возможны аварийные ситуации, возникающие при эксплуатации газовых котлов (таблица 1.1).

Во избежание возникновения аварийных ситуаций рекомендуется принимать следующие меры:

- не хранить в помещении, где установлен котел, взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы (бензин, краски, бумагу и т. д.);
- при запахе газа закрыть кран на вводе в котел и не производить каких-либо действий, способных вызвать воспламенение или искру (включать/выключать электроприборы или освещение);
- открыть окно и обеспечить приток воздуха в помещение;
- не прислоняться предметы к корпусу работающего котла (минимальное расстояние – 20 см);
- не допускать наличия препятствий на линии подачи воздуха к отопительному котлу;

периодически проверять давление воды в системе;

во избежание возникновения термических напряжений и повреждения теплообменника производить подпитку только охлажденного котла;

– защитную крышку на смотровом окошке котла держать закрытой во избежание выхода отходящих газов.

При эксплуатации паровых котлов наибольшее количество аварий происходит из-за резкого снижения уровня воды в котле. Вследствие этого стены котла нагреваются выше критической температуры. При этом механические свойства металла изменяются, снижается его прочность, и под давлением пара, стенки выдуваются, что может закончиться взрывом.

При снижении уровня воды категорически запрещено подавать в котел холодную воду. Поскольку в этом случае произойдет взрыв, т. к. металлические стенки котла теряют свойство пластичности из-за резкого изменения их температуры, увеличится хрупкость металла и в нем образуются трещины. При выявлении упуска воды котел немедленно должен быть остановлен, т. е. прекращена подача топлива. Котел вводится в работу после его охлаждения, проверки состояния на заполнения водой до установленного уровня.

Таблица 1.1 – Опасности при эксплуатации газовых котлов

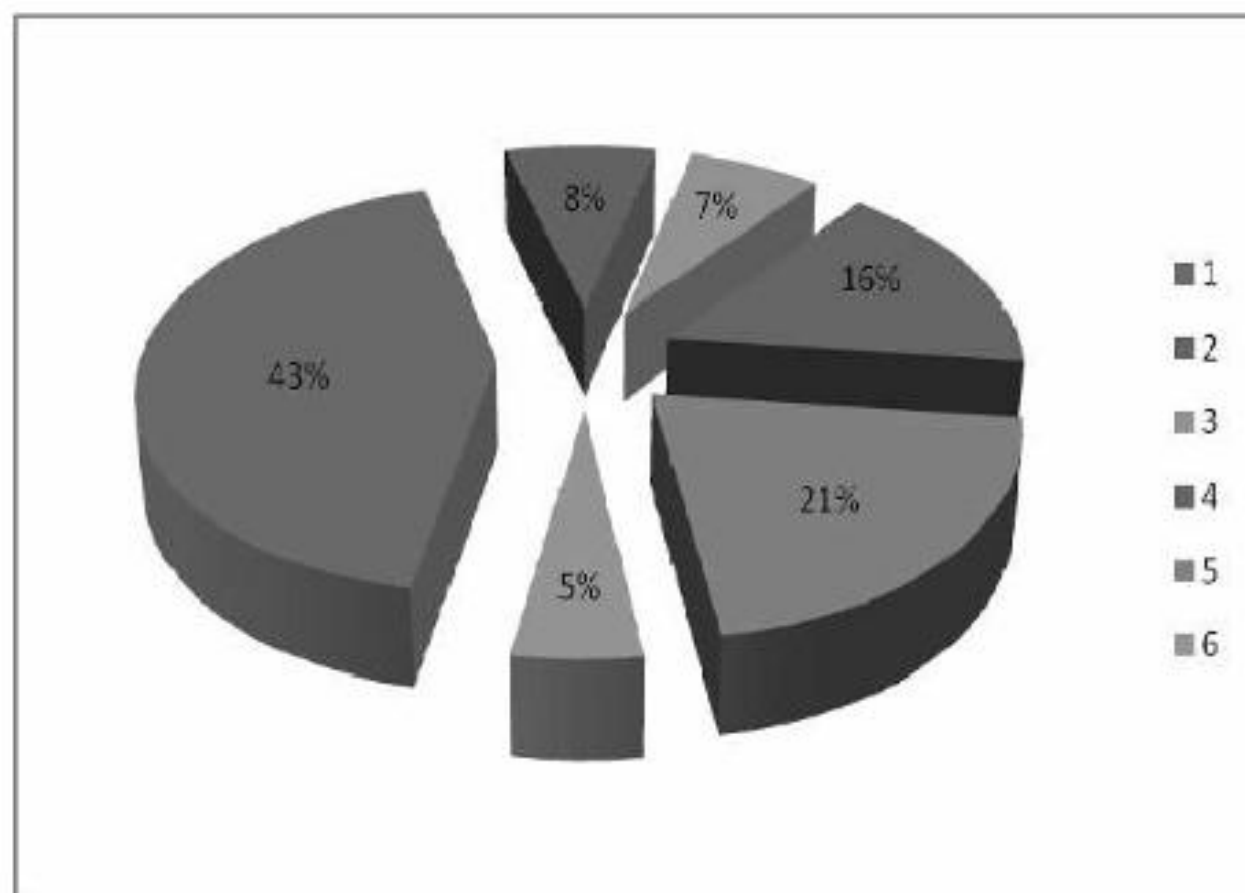
№ п/п	Вероятные источники опасности	Причины	Следствия	Способы защиты
1	Топливо (газ проникает в помещение)	Отсутствие пламени горелки в результате: снижения давления газа ниже допустимого отсутствия тяги в дымоходе.	Остановка котла. Отравление газом. Взрыв/пожар.	Оснащение котла: датчиком контроля наличия пламени датчиком контроля тяги наличие газоанализатора.
2	Теплоноситель (нагретый до высокой температуры, его повышенное давление)	Блокировка циркуляционного насоса. Отсутствие приборов терморегулирования. Отложение солей жесткости на внутренних поверхностях теплообменника.	Течь в местах сочленения труб. Прогорание теплообменника. Разрыв теплообменника.	Наличие в системе отопления: расширительного бака предохранительного клапана; использование умягченной воды или специального бытового антифриза. Наличие в котле датчика перегрева теплообменника.

		Воздушные пробки.		
3	Персонал	Нарушение требований нормативных документов при строительстве топочного помещения. Несоблюдение мер безопасности при эксплуатации котла Невыполнение правил содержания топочного помещения.	Течь в местах сочленения труб. Прогорание теплообменника. Разрыв теплообменника.	Знание и выполнение мер безопасности при эксплуатации котлов. Оснащение необходимой котельной автоматикой. Своевременное обслуживание котла, дымохода, конденсатосборника. Промывка системы отопления с заменой теплоносителя.

Для предупреждения возможности снижения воды ниже допустимого уровня котлы должны быть оснащены устройствами автоматического контроля верхнего и нижнего предельных уровней воды, а также автоматического прекращения подачи топлива.

Котельные установки бывают различные, но все они имеют какие-то общие элементы, нарушение работоспособности которых может привести к аварии.

Основные причины, общие для всех, из-за которых происходят пожары и взрывы представлены на рисунке 1.5.



1 – Неплотности в трубопроводе; 2 – Пожары в котельных, и прилегающих к ним местах; 3 – Взрыв из-за скопления газа в котельном помещении; 4 – Прекращение работы горелки; 5 – Развал конструкций; 6 – Ошибочные действия персонала.

Рисунок 1.5 – Основные причины аварий на котельных

Из данной диаграммы видно, что основной причиной возникновения аварии являются ошибочные действия персонала. Т.е. нарушение требований нормативных документов, несоблюдение мер безопасности при эксплуатации котла персоналом; невыполнение правил содержания топочного помещения.

1.2 Классификация паровых котлов.

Широкое распространение на практике получила классификация котлов: по назначению, по давлению, производительности, способу циркуляции воды (рисунок 1.1).

По назначению паровые котлы можно разбить на несколько групп: энергетические, промышленные, энерготехнологические и специальные.

Энергетические паровые котлы отличаются: высокой удельной паропроизводительностью, повышенными параметрами пара, высокими требованиями к надежности и экономичности в процессе проектирования и изготовления на заводе, и наконец, высокие требования к культуре эксплуатации на электростанциях.

Промышленные паровые котлы вырабатывают пар для технологических нужд промышленности и сельского хозяйства.

Отопительные котлы производят пар или горячую воду для отопления промышленных, жилых и общественных зданий.

Особое место занимают водогрейные отопительные котлы. Водогрейный котел – устройство для получения горячей воды с давлением выше атмосферного.

Котлы – утилизаторы и энерготехнологические котлы используют резервы вторичных энергетических ресурсов при переработке отходов химических производств, бытового мусора и др.

По давлению различают следующие группы котлов: котлы низкого, среднего, высокого, сверхвысокого, сверхкритического и суперсверхкритического давления.



Рисунок 1.4 – Классификация паровых котлов

По производительности различают котлы малой, средней и большой производительности (энергетические).

По способу циркуляции воды: с естественной циркуляцией, с многократной принудительной циркуляцией и прямоточные.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Надежность паровых котлов с учетом требований промышленной безопасности

Основное требование к конструкции котлов, водоподогревателей и их основных частей - обеспечение надежной, долговечной и безопасной эксплуатации на расчетных параметрах в течение расчетного ресурса безопасной работы, принятого в технических условиях (техническом задании), а также возможность технического освидетельствования, очистки, промывки и ремонта.

За выбор конструкции и материалов котлов, водоподогревателей и их элементов, расчет на прочность, качество изготовления, монтажа, наладки и ремонта, а также за соответствие их настоящим Правилам отвечает организация (предприятие), выполнявшая конкретные работы. Все изменения проекта, необходимость в которых возникла в процессе ремонта или наладки, должны быть согласованы с проектной организацией.

Конструкция котла, водоподогревателя должна обеспечивать возможность равномерного прогрева их элементов при растопке и нормальном режиме работы, а также возможность свободного теплового расширения отдельных частей.

Нижний допустимый уровень воды в паровых котлах должен быть не менее чем на 100 мм выше верхней точки поверхности соприкосновения неизолированной стенки котла с горячими газами. Для вертикальных цилиндрических котлов положение низшего допустимого уровня устанавливается конструкторской организацией по условию недопущения перегрева стенок элементов котла.

Устройство вводов питательной воды и присоединение труб рециркуляции, а также распределение питательной воды в котле не должны вызывать местного охлаждения стенок элементов котла.

Обогреваемые элементы котлов, не имеющие достаточного охлаждения теплоносителем, должны быть покрыты теплоизоляцией, предотвращающей их нагрев выше допустимой температуры. Элементы котлов, не являющиеся поверхностями нагрева, у которых возможен нагрев выше допустимой температуры, должны быть надежно теплоизолированы.

Участки элементов котлов, водоподогревателей и трубопроводов с повышенной температурой поверхности, доступные для обслуживающего персонала, должны быть покрыты тепловой изоляцией, обеспечивающей температуру наружной поверхности не более 318 К (45°C) при температуре окружающей среды не более 298 К (25°C).

В барабанах котлов лазы должны быть круглой, эллиптической или овальной формы; диаметр круглого лаза должен быть не менее 400 мм, а размеры осей эллиптического или овального лаза - не менее 300х400 мм.

В обмуровке топок котлов и газоходов должны быть лазы: прямоугольные размером не менее 400х450 мм или круглые диаметром не менее 450 мм. Для осмотра и очистки топки и наружных поверхностей секций чугунных котлов в газоходах предусматривают лючки, закрываемые дверцами, с наименьшим размером в свету не менее 80 мм. Число лючков и их расположение на элементах котла устанавливает разработчик конструкции.

Дверцы лазов должны иметь прочные запоры, исключающие возможность самопроизвольного открывания и обеспечивающие достаточную газоплотность.

В газоходах за каждым котлом устанавливают дымовую заслонку (шибер). В верхней части заслонки котлов, работающих на газе и жидком топливе, выполняют отверстие диаметром не менее 50 мм.

Каждый котел с камерным сжиганием пылевидного, газообразного, жидкого топлива или с шахтной топкой для сжигания торфа, опилок, стружек и других мелких производственных отходов должен быть оборудован взрывными предохранительными клапанами. Взрывные предохранительные клапаны размещают в местах, исключающих опасность травмирования обслуживающего персонала. При невозможности установки в местах, безопасных для обслуживающего персонала, взрывные клапаны снабжают отводными коробами или ограждают отбойными щитами со стороны нахождения людей. Конструкция, количество, размещение и размеры проходного сечения взрывных предохранительных устройств определяются проектом котла. Взрывные предохранительные устройства разрешается не устанавливать в топках и газоходах котлов, если это обосновано проектом. При этом расчет на прочность цельносварных топок (газоходов) от хлопка и аварийного разрежения должен выполняться по РГМ 108.031.108-78 (с изменениями 1984 г.).

2.2 Техническое диагностирование паровых котлов

Работы по техническому диагностированию оборудования паровых котлов имеют право выполнять организации, имеющие разрешительные документы Ростехнадзора, которые располагают необходимыми средствами технического диагностирования паровых котлов, нормативно-технической документацией на контроль и оценку оборудования по различным диагностическим параметрам, а также имеют обученных и аттестованных в установленном порядке специалистов.

Аппаратура и средства, применяемые для технического диагностирования паровых котлов, должны позволять надежно выявлять недопустимые дефекты. Чувствительность неразрушающего контроля должна обеспечивать уверенное

выявление дефектов, размер которых составляет половину от предельно допустимых.

Определение механических свойств металла и сварных соединений должно проводиться в полном соответствии с требованиями стандартов на эти виды испытаний; оборудование и приборы должны пройти своевременно государственную поверку.

Перед проведением технического диагностирования паровых котлов эксплуатационной службе необходимо выполнить следующие мероприятия:

- котел должен быть выведен из работы, охлажден, дренирован и отсоединен заглушками от соседних котлов, действующих трубопроводов и других коммуникаций;
- наружные и внутренние поверхности элементов котла, подлежащие техническому диагностированию, должны быть очищены от загрязнений. Качество подготовки поверхностей определяется требованиями применяемого метода неразрушающего контроля;
- для обеспечения доступа к элементам котла при техническом диагностировании внутренние устройства в барабанах, сухопарниках и других подобных им элементах должны быть удалены;
- тепловая изоляция или обмуровка, препятствующие контролю технического состояния, должны быть частично или полностью удалены.

Техническое диагностирование оборудования паровых и водогрейных котлов проводится в целях:

- установления возможности безопасной эксплуатации;
- определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации в случае обнаружения неустраняемых дефектов или после исчерпания расчетного срока службы;
- разработки прогноза о возможности и условиях эксплуатации сверх расчетного срока службы, а также после аварии.

Алгоритм проведения технического диагностирования оборудования паровых котлов состоит из следующих этапов:

- Ознакомление с эксплуатационно-технической документацией на котел (паспортом котла, чертежами общих видов, ремонтным журналом, сменным журналом); сбор устной информации о работе котла у сменного и ремонтного персонала; при этом особое внимание должно быть обращено на объемы и методы выполнения ремонтов и поправление дефектов, выявленных в эксплуатации.
- Анализ конструктивных особенностей котла и имеющейся информации по технологии изготовления, монтажа, ремонта или реконструкции.
- Анализ условий эксплуатации.
- Определение конструктивно обусловленных наиболее нагруженных, работающих в наиболее тяжелых и сложных условиях элементов котла.
- Составление программы технического диагностирования котла.
- Наружный и внутренний осмотр котла и измерения в соответствии с указаниями изготовителя.
- Объем проведения обследований и методы неразрушающего контроля устанавливаются по результатам визуального осмотра.
- При выявлении дефектов, превышающих допустимые размеры, определяются объемы и методы восстановительного ремонта с последующим контролем качества.
- Гидравлические испытания.

Сроки проведения технического диагностирования паровых котлов:

- Оценка технического состояния котлов при помощи наружного и внутреннего осмотра должна производиться не реже одного раза в 4 года;
- Измерения геометрических размеров и гидравлические испытания должны проводиться не реже одного раза в 8 лет.

После выполнения технического диагностирования оборудования паровых и водогрейных котлов организация, проводившая техническое диагностирование, составляет первичную документацию (акты, протоколы, отчеты и т.п.), на основании которой может быть оформлено заключение экспертизы промышленной безопасности.

2.3 Безопасная эксплуатация котельных установок

Очень важно, что действующие правила по безопасной эксплуатации котлов предусматривают различные мероприятия для защиты самого оборудования и людей от возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций. В первую очередь сюда нужно отнести применение в ходе технологического процесса приборов безопасности. К ним относят аппаратуру, которая прерывает работу котла в случае выявления каких-либо отклонений в показателях, например, если превышено давление или температура. Подобное оборудование работает автоматически.

Большое значение имеет и расположение отопительных котлов. Их располагают в отдельном помещении, которое отвечает всем правилам нормативных документов. Категорически запрещено размещать над котлами жилые, чердачные помещения. Немаловажную роль для нормальной эксплуатации отопительных агрегатов имеет рациональное освещение. Так как котлы работают в дневное и ночное время, ночью должно быть предусмотрено электрическое освещение, а днем – естественное. Дополнительно предусматривается и аварийное освещение на случай отключения основной электроэнергии. Для удобной эксплуатации котлов и обеспечения оптимальных условий работы персонала должны иметься постоянные площадки и лестницы. Лестницы оборудуются перилами. Оптимальная высота их составляет 90 см. Лестницы делают достаточной ширины, а высота ступеней не может превышать 20 см.

Существуют общие основные способы обеспечения безопасной эксплуатации котельных установок:

1. Оборудование котла необходимым количеством контрольно-измерительных приборов, автоматической системой регулирования важнейших параметров котла, защитными устройствами.

2. Контроль соответствия режимов работы котла режимной карте.

3. Немедленная остановка котла при нарушении нормальной работы вследствие неисправностей, которые могут привести к аварии.

4. Капитальный ремонт котлов через каждые два-три года.

5. Периодическое техническое освидетельствование по трем видам:

- наружный осмотр (1 раз в год);
- внутренний осмотр (1 раз в четыре года);
- гидравлическое испытание (1 раз в восемь лет).

6. Соединения трубопроводов котельных установок необходимо выполнять фланцевыми или сварными.

7. Применение определенной специальной арматуры безопасности (манометры, для контроля давления среды (воды, пара и др.); предохранительные устройства для сброса избыточного давления рабочей среды (разрывные мембраны, предохранительные клапаны, и др.);

8. Оборудование котельных установок необходимой гарнитурой безопасности: заслонки и шиберы для регулирования тяги и дутья; лазы в обмуровке для осмотра топочной камеры, газоходов и др. Контроль температуры топочных газов, пара и воды, отключение при превышении критических величин температур.

9. Автоматические системы контроля и регулирования подачи горючего на запальник и в топку, для обеспечения безопасности процесса розжига.

10. Умягчение (обессоливание) питательной воды с целью предупреждения образования накипи на нагретых поверхностях.

11. Как было сказано ранее, большинство аварий происходит из-за ошибок персонала. Чтобы свести к минимуму ошибки персонала необходимо проводить обучение, с применением современных методов, новых знаний. В настоящее время большинство существующих документов по обучению персонала морально устарели, поэтому руководствоваться ими становится затруднительно. В связи с этим мы рекомендуем максимально автоматизировать котельные установки (на которых автоматизация отсутствует или минимальна), чтобы свести к минимуму участие человека и исключить ошибки персонала.

2.4 Автомат безопасности парового котла.

Известны автоматическис системы защиты котлов по нижнему уровню воды содержащие датчик, установленный в камере во внутренней полости котла либо в наружном устройстве, соединенном с паровой и водяной полостями коллектора, и игольчатый клапан, сообщенный со свистком и механизмом отключения подачи топлива к форсункам котла. Датчик выполнен в виде поплавка. При снижении уровня воды до опасного предела игольчатый клапан под действием поплавка открывается, обеспечивая поступление пара для подачи звукового сигнала и привода исполнительного механизма отключения топлива.

Недостатками их являются низкая эффективность предотвращения перегрева котла и недостаточная надежность, увеличивающая, в свою очередь, вероятность вывода котла из строя.

Для устранения указанных недостатков, а именно повышение надежности и эффективности автоматических средств защиты паровых котлов - автоматов безопасности - при удушке воды, обеспечивающее полную безопасность работы котла.

Наличие сообщения пароводяного барабана котла на уровне, превышающем несколько срезов его опускных труб, т.е. на нижнем аварийном уровне воды, с одной из полостей набора цилиндров - внутренней либо промежуточной - позволяет в общей совокупности обеспечить поступление в нее в критический момент, т.е. при падении уровня воды до предельного, пара. Жесткое крепление по периметру каждой из оконечностей коаксиальных цилиндров набора к вертикальной стенке с одной из сторон и аналогичное по периметрам оконечностей только наружного и промежуточного цилиндров набора к другой вертикальной стенке с противоположной стороны набора позволяет в общей совокупности обеспечить возможность свободного теплового линейного расширения внутреннего цилиндра и его оконечности от воздействия на них температуры поступившего в этот критический момент во внутреннюю либо промежуточную полости пара. Наличие отверстия во второй вертикальной стенке с центром, расположенным на уровне оси коаксиальных цилиндров, и диаметром, превышающим несколько наружный диаметр внутреннего цилиндра, наряду с подпружиненным разоблицительным клапаном, шток которого сопряжен с оконечностью внутреннего цилиндра, обеспечивает в совокупности возможность механического перемещения - открытия клапана в данный момент. Сообщение полости под клапаном с сигнальным устройством и механизмом отключения подачи топлива к форсункам котла, наличие ряда отверстий на оконечности внутреннего цилиндра (т.е. сообщающих его внутренней полостью с промежуточной полостью набора), сообщение промежуточной полости, благодаря тому, что диаметр отверстия второй стенки превышает диаметр внутреннего цилиндра, с надклапанной полостью разоблицительного клапана, в совокупности обеспечивают подачу

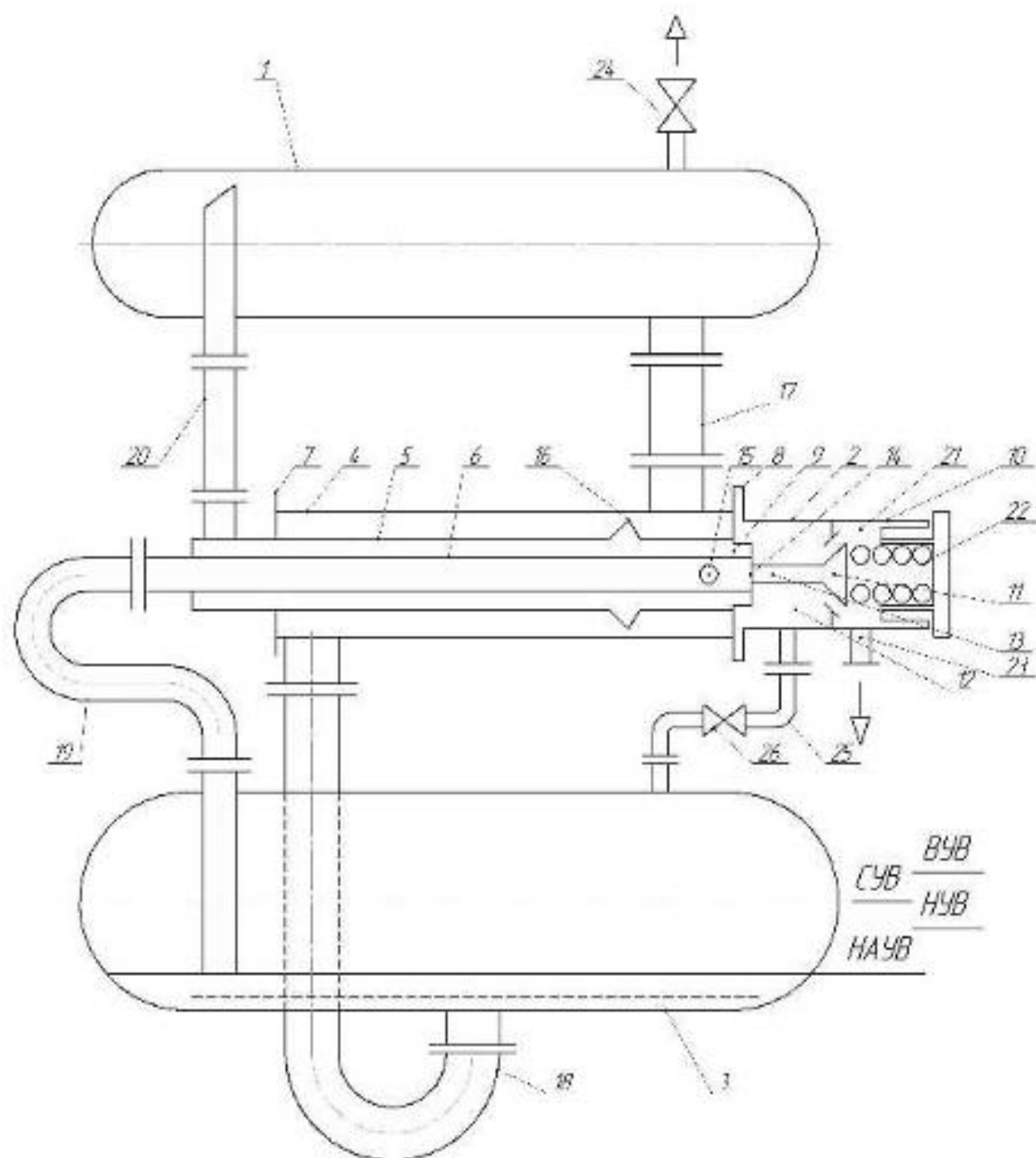
пара в данный момент и звуковую сигнализацию с прекращением подачи топлива.

Снабжение промежуточного цилиндра компенсатором линейного расширения позволяет избежать в этот момент его линейного температурного удлинения по оконечностям, т.к. обе его оконечности по периметрам имеют жесткое закрепление к своим вертикальным стенкам, а сама промежуточная полость в данный момент находится в зоне относительно высоких температур.

Наличие замкнутого сосуда, предназначенного для хранения запаса подпиточной воды, и расположенного под ним набора коаксиальных цилиндров в совокупности с приемный трубопроводом, соединяющим нижнюю часть сосуда с наружной полостью набора с одной из его сторон, сливным трубопроводом, соединяющим эту полость набора с противоположной стороны с нижней частью пароводяного барабана, переливными трубопроводами, соединяющими внутреннюю и промежуточную полости набора либо с пароводяным барабаном котла на уровне, превышающем несколько срезов его опускающих труб, либо с замкнутым сосудом на уровне его верхней кромки, а также в совокупности с наличием уровня и сосуда, и набора коаксиальных цилиндров выше уровня пароводяного барабана позволяет создавать и хранить во всех этих элементах запас подпиточной котловой воды и подавать ее в нужный момент на пароводяной барабан. При понижении уровня котловой воды в пароводяном водяном барабане ниже предельного допустимого, т.е. выше уровня среза его опускающих труб, вне связи с техническим состоянием системы защиты котла по нижнему аварийному уровню, характерной для известных технических решений, переливной трубопровод в пароводяном барабане сообщается с паровым пространством барабана, и пар, в силу закона гидростатики перечисленных, сообщающихся сосудов, поступая в

данный переливной трубопровод и внутреннюю либо промежуточную полости набора, обуславливает одновременно слив статического столба воды переливных трубопроводов в пароводяной барабан и слив в него воды из замкнутого сосуда по приемному трубопроводу набора цилиндров, наружной полости набора цилиндров и сливной трубопровод. Это обеспечивает подпитку пароводяного барабана котловой водой в необходимом количестве воды, причем хранимого в автомате безопасности постоянно в течение всей эксплуатации, и предохраняет таким образом котел от упуска воды при его работе в течение того промежутка времени, пока производится слив воды из замкнутого сосуда. Наличие в верхней части замкнутого сосуда клапана для выпуска воздуха обеспечивает возможность полного заполнения сосуда питательной водой из пароводяного барабана в период подготовки устройства к работе при подготовке котла к работе из сухого хранения и позволяет в совокупности с набором, трубопроводами и пароводяным барабаном обеспечить работоспособность системы в целом. Таким образом достигается повышение надежности и эффективности автоматических технических средств защиты паровых котлов при упуске воды, обеспечивающее полную безопасность работы котла.

Автомат безопасности парового котла работает следующим образом (рисунок 2.1). При включении котла в работу из сухого хранения вначале через систему питания (не показано) подают в котел питательную воду до среднего уровня воды (СУВ). С заполнением котла водой до среднего уровня включают подачу воздуха и топлива на котел и осуществляют выпуск воздуха из образовавшихся воздушных подушек в верхних частях пароводяного барабана 3 и замкнутого сосуда 1, используя у последнего клапан 24. При появлении пара на выходе из воздушного клапана (не показан) пароводяного барабана 3 его закрывают и начинают подъем



- 1 – замкнутый сосуд; 2 – устройство; 3 – пароводяной барабан;
 4 – наружная труба; 5 – промежуточная труба; 6 – внутренняя труба;
 7, 8 – фланец; 9 – отверстие; 10 – корпус; 11 – клапан; 12 – надклапанная
 полость; 13 – шток; 14 – гайка; 15 – отверстие; 16 – компенсатор;
 17, 18, 19, 20 – трубопровод; 21 – клапан с полостью; 22 – пружина;
 23 – трубопровод; 24 – клапан; 25 – трубопровод; 26 – запорный клапан.

Рисунок 2.1 Автомат безопасности парового котла

давления пара в котле. При этом вода из пароводяного барабана 3 в до 500 кг в связи с тем, что клапан 24 замкнутого сосуда в данный момент открыт, давлением пара через трубопроводы 18, 17, 19 и 20 устройство 2 вытесняется в замкнутый сосуд 1, и последний полностью заполняется запасом котловой воды. При появлении воды на выходе из клапана 24 его закрывают. С этого момента автомат безопасности котла заполнен подпиточной водой полностью и готов к работе по защите котла от упуска воды. Уровень воды в барабане 3 при исправной работе системы регулирования уровня (не показана) находится в пределах эксплуатационных значений с колебаниями от верхнего уровня (ВУВ) до нижнего уровня (НУВ). Трубопроводы 18, 17, 19 и 20 и устройство 2 также заполнены питательной водой. При нормальной работе средств питания (не показано) и регулирования уровня котел работает в своем обычном режиме, а имеющийся запас котловой воды в замкнутом сосуде 1, трубопроводах 18, 17, 19 и 20 и устройстве 2 охлаждается до уровня температуры окружающей среды.

При отказах в работе системы питания котла уровень воды в котле начнет снижаться и в какой-то момент достигнет отметки нижнего аварийного уровня НАУВ (выше среза опускных труб), как показано на рисунке 2.1. При этом в любом случае, вне связи с техническим состоянием системы защиты котла по нижнему аварийному уровню (НАУВ), характерной для известных технических решений, нижний срез переливного трубопровода 19 сообщается с паровым пространством барабана, и пар, в силу стремления к равновесию гидростатических сил, действующих в данной системе сообщающихся сосудов и обеспечивающих слив статического столба воды в трубопроводах 17 и 18, начинает поступать по трубопроводу 19 во внутреннюю трубу 6, проходит через отверстия 15 в полость между трубами 6 и 5 и далее по переливному

трубопроводу 20 попадает в верхнюю часть замкнутого сосуда 1. Причем исключение статического столба воды в переливных трубопроводах 19 и 20 обеспечивает одновременно слив воды из замкнутого сосуда 1 по приемному трубопроводу 17, полости между трубами 4 и 5, через сливной трубопровод 18 в пароводяной барабан 3. Это, в свою очередь, обеспечивает его подпитку в необходимом количестве воды и предохраняет таким образом котел от упуска воды при его работе, первоначально с горением топлива, в течение определенного промежутка времени, пока осуществляется подпитка котла из замкнутого сосуда 1.

При поступлении пара с температурой до 165°C во внутреннюю полость трубы 6 последняя через определенный промежуток времени нагревается и при нагреве удлиняется. Это обеспечивается свободным, не закрепленным жестко положением оконечности трубы 6 у фланца 8. Полость между трубами 4 и 5 (наружная полость) остается холодной за счет слива холодной воды из замкнутого сосуда 1, проходящего через эту полость, остается холодной и труба 4. Труба 5, находящаяся за счет протока пара по трубе 6 в зоне средних температур, через некоторый промежуток времени несколько нагревается и также удлиняется. Т.к. трубы 4 и 5 жестко связаны между собой по оконечностям посредством фланцев 7 и 8, то данное удлинение трубы 5 компенсируется компенсатором 16.

Так как три трубы 4, 5 и 6 жестко связаны между собой только с одной стороны - посредством фланца 7, - то с противоположной стороны оконечность трубы 6 относительно оконечности трубы 5 удлиняется и через гайку 14 перемещает шток 13 клапана 11. Клапан 11 открывается и сообщает надклапанную полость 12 клапана с полостью 21 под ним. Пар из полости 12, связанной посредством отверстия 9 с полостью между трубами 5 и 6, в свою очередь сообщенной отверстиями 15 с внутренней полостью трубы 6, поступает через полость 21 к трубопроводу 23, подающему пар в

систему сигнализации (паровой тифон - не показан) и на механизм отключения быстрозапорного топливного клапана (не показан). Подача топлива прекращается. Полный перенос запаса воды из замкнутого сосуда 1 в пароводяной барабан 3 обеспечивает поступление пара в полость между трубами 4 и 5 (наружную полость) с нагревом трубы 4. При этом относительное удлинение трубы 6 относительно трубы 4 исчезает, и клапан 11 под действием пружины 22 закрывается, прекращая доступ пара к паровому тифону и на быстрозапорный топливный клапан. Тифон прекращает звуковую работу, топливный клапан открывается, подача топлива в котел может быть возобновлена. После восстановления работоспособности системы питания котла подпитка замкнутого сосуда 1 котловой водой осуществляется из барабана 3 по трубопроводам 18, 17, 19 и 20 автоматически за счет избыточного давления в нем пара по мере конденсации пара в замкнутом сосуде 1 за счет теплообмена с окружающей средой. Через некоторое время, соответствующее периоду охлаждения воды в замкнутом сосуде 1 и не превышающее 10 мин, автомат безопасности снова готов к работе по подпитке котла в случае отказа системы питания или неисправности в системе регулирования уровня. Таким образом, автомат безопасности обеспечивает 100% гарантию защиты котла от упуска воды с последующим пережогом труб в случае возникновения неисправностей в системах питания или регулирования уровня и дает запас времени обслуживающему персоналу по принятию решений в аварийных ситуациях. При этом с устранением неисправности системы питания или с переходом на ручное управление котел может быть сразу запущен в работу без отключения потребителей.

Проверка работоспособности автомата безопасности в действии осуществляется открытием запорного клапана 26. При этом пар из пароводяного барабана 3 поступает в полость 12 над разобщительным

клапаном 11, проходит через отверстие 9 в полость между трубами 5 и 6 (промежуточную полость) и через отверстия 15 во внутреннюю полость трубы 6, а вода из переливного трубопровода 19 и внутренней полости трубы 6 сливается в барабан 3, и из промежуточной полости между трубами 5 и 6 и переливного трубопровода 20 поступает в замкнутый сосуд 1, данное перетекающее количество воды по трубопроводам 17 и 18 сливается в барабан 3. Внутренняя труба 6 от пара нагревается. За счет разности температур труб 4 и 6 происходит перемещение (открытие) разобннительного клапана 11 с соответствующей подачей пара на паровой тифон и механизм управления быстрозанорным топливным клапаном, срабатывание которых свидетельствует об исправной работе автомата. Последующим закрытием запорного клапана 26 автомат безопасности котла приводят в исходное рабочее состояние. Автомат безопасности после срабатывания при работе питания котла автоматически полностью переходит в свое первоначальное рабочее состояние и способен срабатывать многократно, обеспечивая постоянную и надежную защиту котла от упуска в течение всего времени эксплуатации.

2.5 Разработка инструкции по охране труда при эксплуатации паровых котлов.

«СОГЛАСОВАНО»

Председатель профкома

_____ / _____ /

« ____ » _____ 2017г

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

_____ / _____ /

« ____ » _____ 2017г

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при обслуживании паровых котлов

1 Общие требования безопасности

1.1 К обслуживанию паровых котлов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, специальное обучение, получившие удостоверение на право обслуживания данного оборудования, прошедшие вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по правилам техники безопасности и пожарной безопасности.

1.2 К самостоятельной работе допускаются лица, прошедшие стажировку в течение двух-пяти смен под руководством руководителя работ или опытного рабочего и овладевшие навыками безопасного выполнения работы.

1.3 Опасными и вредными факторами процесса теплонагрева являются: повышенная температура, напряжение электроцепей, пожароопасность, обрушивающиеся конструкции, взрывоопасность, токсичность газов и топлива.

1.4 Во избежание пожаров и взрывов на теплоустановках запрещается работать на установке при отсутствии герметичности топливопроводов (газопроводов), не отрегулированной форсунке; использовать в качестве топлива бензин; производить пуск котла без предварительной продувки воздухом камеры сгорания (топки) при кратковременной остановке; поджигать рабочую смесь через смотровой глазок; использовать жидкое топливо с примесью воды; работать при неисправных манометрах и предохранительных клапанах.

1.5 Персонал тепловой установки во время дежурства не должен отвлекаться от выполнения обязанностей, возложенных на него инструкцией.

1.6 Не допускается работа неисправными инструментами и приспособлениями, использование их не по назначению, а также замена их посторонними предметами.

1.7 Лица, нарушившие требования настоящей инструкции, несут ответственность в порядке, установленном законодательством.

2 Требования безопасности перед началом работы

2.1 При сменной работе произвести прием смены в соответствии с требованиями правил внутреннего распорядка и оформить записку в журнале с указанием состояния котла, арматуры и оборудования котельной. Сдающий смену должен сообщить принимающему машинисту о всех замеченных в процессе работы неисправностях.

2.2 Перед началом работы проверить уровень воды в паровых котлах по нижнему водопроводному крану или водоуказательному стеклу, в отопительной системе водогрейных котлов по водопроводному крану, сигнальной трубе или манометру.

2.3 Провести наружный осмотр котла, арматуры, гарнитуры. Проверить плотность и легкость открывания и закрывания вентилей, спускных кранов, исправность питательных насосов.

2.4 Проверить состояние системы автоматики и регулирования противопожарного инвентаря.

2.5 Провентилировать топки и газоходы работающих на газе котлов не менее 10 минут, после чего закрыть регулирующие заслонки на воздуховодах.

2.6 Перед растопкой котла, работающего на мазуте, необходимо подогреть топливо до установленной температуры.

2.7 Проверить наличие и исправность рабочего инструмента, переносных электрических светильников, средств индивидуальной защиты и сигнализации.

2.8 Убедиться в наличии и комплектности аптечки первой доврачебной помощи.

2.9 Проверить наличие мыла, полотенца в умывальном помещении.

3 Требования безопасности во время работы

3.1 Пуск тепловых установок с автоматическим управлением осуществляется через пульт автоматического управления.

3.2 Во время работы проверять: уровень воды в паровом котле, не допуская его снижения ниже предельной отметки; давление в котле, поддерживая его в пределах разрешенного, отмеченного на манометре красной чертой; температуру воды в водогрейном котле и системе, поддерживая ее в пределах заданной.

3.3 Проводить проверку водоуказательной арматуры, манометров и предохранительных клапанов в сроки, установленные инструкцией по эксплуатации установки (но не реже одного раза в смену). Проверку предохранительных клапанов на работоспособность следует проводить при давлении в котле не более 0,04 МПа.

3.4 Через каждые 4 ч работы необходимо производить продувку парового котла продувочными кранами, попеременно плавно их открывая и закрывая. Во время продувки запрещается подкачивать воду в котел, производить продувку манометров и водоуказательных кранов.

4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1 Аварийная остановка котла производится в следующих случаях: при обнаружении на элементах котла трещин, выпучин, неплотностей сварных швов, неисправности предохранительных клапанов или выкидных устройств, выявлении неисправностей в работе котла, опасных для дальнейшей эксплуатации или создающих угрозу обслуживающему персоналу, при взрывах газов (для котлов на газовом топливе) в газоходах, загазованности помещения котельной, резком повышении или понижении давления газа, отсутствии тяги, падении давления воздуха, прекращении подачи электроэнергии.

4.2 Аварийная остановка паровых котлов производится также в случаях: если давление пара в котле поднимается выше допустимого и продолжает расти, несмотря на прекращение подачи топлива, уменьшение тяги и дутья и усиленное питание котлов водой; имеются большие утечки воды (уровень воды

в котле, несмотря на подпитку, быстро понижается); не действуют водоуказательные приборы, пробковые краны и предохранительные клапаны; если легкоплавкие вставки.

4.3 Аварийная остановка водогрейного котла производится: если температура воды или давление резко повышается, несмотря на принятые меры; при подпитке системы длительное время не появляется вода из сигнальной трубы расширителя; давление в системе, несмотря на питание, падает; повреждена кладка или обмуровка, замечена трещина в секции котла (для чугунных и стальных секционных котлов); не действуют предохранительные устройства котла.

4.4 При загазованности котельной следует закрыть задвижку подачи газа в котельную установку, а также задвижки или краны перед горелками, открыть краны продувочных линий, принять меры к проветриванию помещения котельной. Сообщить о случившемся в аварийную службу (ответственному за газовое хозяйство).

4.5 Запрещается производить во время работы котла подчеканку швов, заварку элементов и другие ремонтные работы.

4.6 При несчастном случае необходимо оказать помощь пострадавшему (самопомощь), сообщить руководителю работ о происшествии, в необходимом случае вызвать врача.

5 Требования безопасности по окончании работы

5.1 Чистку топки следует производить при пониженной нагрузке котла, ослабленном или выключенном дутье и пониженной тяге.

5.2 Шлак и зола, удаляемые из топки, заливаются водой. Над местом их заливки в помещении включается вытяжная вентиляция.

5.3 Перед уходом со смены необходимо убедиться, что шлак и зола в бункере или на площадке для хранения потушены.

5.4 Сообщить руководителю работ (начальнику котельной) о всех недостатках, имевшихся во время работы.

5.5 Выполнить требования гигиены.

2.6 Пожарная безопасность

Обеспечение пожарной безопасности в системах парового отопления. При температурах на нагревательных приборах выше $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ пожарная опасность возникает при возможном непосредственном контакте труб и нагревательных приборов со сгораемыми конструкциями зданий и горючими материалами.

К основным мерам пожарной безопасности относятся:

1) изоляция труб от сгораемых конструкций посредством установки в местах пересечения конструкций гильз с зазором со всех сторон не менее 5 мм, заполняемых асбестом (при отсутствии асбеста величина зазора увеличивается до 100 мм);

2) удаление труб, нагревательных элементов от сгораемых элементов здания не менее чем на 100 мм (или изоляция труб);

3) исключение совместной прокладки в одном канале отопительных трубопроводов, трубопроводов, транспортирующих легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, а также трубопроводов, транспортирующих горючие газы;

4) устройство кабин на чердаках для установки расширителей из негорючих или трудногорючих материалов.

При эксплуатации зданий с такими системами не допускается хранение горючих материалов вблизи приборов отопления и труб.

Обеспечение пожарной безопасности в котельных. Паровые котлы, работающие под давлением свыше 0,07 МПа, с температурой воды более $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ как наиболее опасные размещают в отдельно стоящих одноэтажных зданиях.

Сюда относятся котельные установки промышленных предприятий и котельные районных систем теплоснабжения.

Во встроенных в производственные или многоэтажные здания иного назначения котельных допускается применять прямоточные котлы производительностью пара до 4 т/ч, водотрубные и газотрубные котлы с поверхностью нагрева не более 30 м², с рабочим давлением не выше 0,8 МПа и содержанием воды не более 50 л на 1 м² поверхности нагрева, а также паровые котлы, для которых произведение давления на число квадратных метров поверхности нагрева не превышает 20.

Отопительные котельные с паровым котлом низкого давления часто размещают в подвалах зданий, но с определенными ограничениями. В частности, нельзя устанавливать котлы под зрелищными помещениями, помещениями со значительным скоплением людей, под групповыми комнатами детских учреждений и под классами общеобразовательных школ. Нельзя располагать котельные, работающие на газообразном топливе, под помещениями, в которых может одновременно находиться более 50 чел. (торговые и обеденные залы, гардеробные, фойе, под зрительными залами и сценами зрелищных предприятий, раздевальными и мыльными бань и т. д.). Кроме того, котельные не должны встраиваться в больничные здания и примыкать к жилым помещениям.

Стены, перекрытия и покрытия отдельно стоящих и встроенных котельных должны выполняться из негорючих материалов. Лишь в котельных с поверхностью нагрева котлов до 450 м² можно устраивать сгораемое покрытие, если оно находится на высоте 0,7 м от обмуровки котлов. Чердачные перекрытия над помещениями котельных не устраивают. Покрытия зданий котельных при котлах высокого давления делают либо легко-сбрасываемыми (собственная масса 1 м² конструкций должна быть до 90 кг) либо со световыми и вентиляционными фонарями площадью не менее 10 %

площади пола, занятой котлами. В последнем случае взамен фонарей можно устраивать застекленные проемы в стенах той же площадки. Учитывая, что пожарная опасность котельных при применении пылевидного топлива (угольной, торфяной пыли) увеличивается, суммарная площадь остекленных проемов, площадь световых и вентиляционных фонарей в этом случае должна быть не менее 30 % от площади одной из наружных стен.

Из помещений котельных устраивают не менее двух выходов наружу, расположенных в противоположных сторонах. При площади пола менее 200 м² и длине фронта котлов (только водотрубных и газотрубных) не более 12 м допускается устройство одного выхода наружу. Двери из котельных в служебные, бытовые, а также вспомогательные производственные помещения должны открываться в сторону котельной.

При размещении водяных и паровых котлов низкого давления в подвалах перекрытие над подвалом должно быть негорючим с пределом огнестойкости не менее 1 ч. Вход в такую подвальную котельную устраивают отдельным, при этом он не должен сообщаться с лестничной клеткой общего пользования.

2.7 Охрана окружающей среды

С ростом мощности котельных роль их в загрязнении приземного слоя атмосферы становится все значительнее. Кроме того, котельные располагаются, как правило, в промышленных районах, фоновая концентрация вредных веществ нередко близка к предельно допустимой.

Поэтому задача снижения выбросов котельных является актуальной.

Одним из возможных режимных мероприятий для снижения вредных выбросов котельных является частичный переход на сжигание топлива с низким содержанием серы. Получение малосернистого мазута ($S < 1\%$) возможно в результате очистки от серы, как высокосернистого мазута, так и исходной нефти на нефтеперегонных заводах.

В настоящее время для снижения концентрации SO_2 (и других вредных веществ) в приземном слое атмосферы в настоящее время дымовые газы выбрасывают через высокие дымовые трубы (250, 320м и более) в верхние слои атмосферы.

Основным методом снижения выбросов окислов азота является подавление их образования в топке котла проведением ряда конструктивных и режимных мероприятий. Применение прямоточных горелок с рециркуляцией газов и двух ступенчатое сжигание топлива при малых избытках воздуха позволяют уменьшить окислов азота на 70-75%. Интенсивность образования окислов азота резко снижается при температуре горения не выше 1500°C .

Критериями оценки санитарного состояния среды и качества атмосферного воздуха являются предельно допустимые концентрации (ПДК) токсичных веществ в воздухе или воде водоемов. Под ПДК следует понимать такую концентрацию различных веществ и химических соединений, который при ежедневном воздействии в течение длительного времени на организм человека не вызывает каких-либо патологических изменений или заболеваний.

При нормальной работе котельной установки происходит непрерывный выброс в атмосферу продуктов сгорания, в которых всегда присутствуют вещества, оказывающие вредное воздействие на жизнедеятельность растений, животных и человека. При сжигании природного газа продуктами сгорания являются оксид углерода CO и оксид азота NO_2 .

Сточные воды котельной содержат в себе различные примеси: реагенты и соли, использование водонагревательных установок приводит к содержанию нейтральных солей, кислот и щелочей, не являющихся токсичными. Однако эти сбросы приводят к существенному повышению солесодержания водоемов и изменению показателя pH . Со сточными водами предпочтенок сбрасываются также все уловленные органические вещества, повышающие биохимическую

потребность водоема в кислороде, а также взвешенные вещества, поэтому непосредственный сброс этих вод в водоемы недопустим.

Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами, представляют особую опасность для водоемов в связи с малыми значениями их ПДК. Нефтепродукты наносят значительный вред водоемам, так как образовавшаяся пленка их на поверхности воды уменьшает аэрацию. Нефтепродукты даже в незначительных количествах оказывают губительное воздействие на икру рыб. Сточные воды от промывок системы теплоснабжения содержат 70–90% применяемых реагентов. В настоящее время сточные воды в основном корректируют по показателю pH , и в некоторых случаях из них непосредственно выделяют грубодисперсные примеси. Годовой объем слива сточных вод отопительной котельной составляет 38,277 м³ на заполнение и двукратную промывку системы теплоснабжения в межотопительный период.

На котельных имеется несколько видов сточных вод, содержащих вредные для окружающей среды вещества: регенерационные и промывочные воды водоподготовительных установок и конденсатоочистки, воды гидрозолаудаления, загрязненные воды мазутохозяйства, воды после обмывки конвективных поверхностей нагрева котлов, охлаждающей воды конденсаторов и др. Для исключения вредного влияния на окружающую среду (в частности, водоемы) количество содержащихся в сточных водах примесей не должно превышать установленные санитарными нормами ПДК. Вода, используемая для гидротранспорта золы и шлака, после осветления может содержать весьма большое количество солей кальция, магния, окислов железа, алюминия, а также соединения ванадия, мышьяка, ртути, фторидов и канцерогенных веществ.

Содержание этих веществ зависит как от состава золы, так и от способа сжигания топлива и очистки дымовых газов и в большинстве случаев существенно превышает установленные нормами ПДК. Сброс таких вод в водоемы, естественно, недопустим, поэтому в настоящее время на котельных

предусматриваются замкнутые системы гидрозолоудаления. Допустимое солесодержание воды в этом случае обеспечивается за счет продувки системы.

При обмывке низкотемпературных поверхностей нагрева котлов, работающих на сернистых мазутах, использующая вода содержит грубодисперсные примеси и значительное количество свободной серной кислоты (4-5 г/л), ванадия (0,3-0,8 г/л), железа (7-8 г/л). Обмывочная вода поступает в баки - нейтрализаторы для обработки; осветленная вода может быть вновь использована для свободных нужд.

Большой вред водоемам и почве причиняет их загрязнение мазутом и другими нефтепродуктами котельных (смазочными и изоляционными маслами, керосином, бензином и др.).

Мазут может попадать в сточные (грунтовые) воды при сливе, перскачке и хранении в резервуарах, а также в конденсат греющего пара мазутохозяйства.

Очистка загрязнённых нефтепродуктами сточных вод должна производиться отстаиванием с последующей флотацией или коагуляцией либо сепарацией с последующей сорбцией, более перспективным считается первый метод. Отстойниками являются нефтеловушки различных конструкций. Для обработки сточных вод котельным требуются сложные и дорогостоящие очистные сооружения. Поэтому актуальной является проблема уменьшения и количества сточных вод, а в пределе - исключение хотя бы отдельных из них. Так, например, сброс замазученных и замасленных вод можно исключить их выпариванием, использованием их в системе золоулавливания шлако - золоудаления или в других целях (после предварительной очистки) и т.д. Значительное количество этих вод можно направлять в топку котла для сжигания содержащихся в них нефтепродуктов.

2.8 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет экономической эффективности

3.1.1 Себестоимость внедрения автомата безопасности.

Затраты на внедрение системы пожаротушения определяются по формуле:

$$Z_{\text{вс}} = Z_{\text{об}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{п}} + Z_{\text{о}}, \quad (3.1)$$

где $Z_{\text{об}}$ – затраты на оборудование, (см. таблицу 3.1);

$Z_{\text{м}}$ – затраты на монтаж (см. таблицу 3.2);

$Z_{\text{п}}$ – затраты на проектирование, $Z_{\text{п}}=20000$ руб;

$Z_{\text{о}}$ – затраты организационного плана, включают изготовление плана эвакуации, покупке огнетушителей и т.д. (см. таблицу 3.3.)

Таблица 3.1 – Затраты на установку автомата безопасности

№ п/п	Оборудование	Кол-во	Цена тыс. руб.
1	Устройство автомата безопасности	1	100,0
Итого			100,0

Таблица 3.2 – Затраты на монтаж

Поз.	Статья затрат	Кол-во	Цена руб.
1	Монтаж приборов	1	5000
2	Монтаж датчика	5	15000
3	Наладка системы (компл)	1	10000
Итого			30000

Таблица 3.3 – Затраты на организацию ПБ

№ п/п	Наименование дополнительных мероприятий	Затраты, руб
1	Приобретение спецодежды	10000р.
2	Провести аттестацию рабочих мест	10000р.
3	Организовать обучение и проверку знаний вновь принятых работников учреждения по охране труда	25000р.
4	Разместить инструкции по безопасности труда во время работы	2000р.
5	Провести общий технический осмотр оборудования	10000р.
Итого		57000р.

Общие затраты составят:

$$Z_{\text{об}} = 100000 + 30000 + 20000 + 57000 = 207000 \text{ руб.}$$

3.1.2 Сравнение с потерями от взрывов исходя из статистических данных.

Вероятность взрыва составляет $k=0,1$ за год.

Общая стоимость оборудования, которое может пострадать при взрыве составляет ориентировочно $C_{\text{об}} = 100,0$ тыс. руб., стоимость топлива $C_{\text{топл}} = 15$ тыс. руб.

Статистически можно определить ущерб от пожара в случае без установки пожаротушения (Уб) и в случае её внедрения (Ув) в процентном соотношении от стоимости оборудования:

$$Уб=80\%$$

$$Ув=5\%$$

Соответственно годовые потери от пожара в случае без установки пожаротушения составит:

$$П_с = (H_{об} + H_{экф}) \cdot K \cdot Y_с \quad (3.2)$$

А потери в случае с установкой пожаротушения определяться:

$$H_с = (H_{об} + H_{экф}) \cdot K \cdot Y_с \quad (3.3)$$

Подставив значения в формулы получим:

$$П_с = (100000 + 15000) \cdot 0,1 \cdot 0,85 = 97750 \text{ руб.}$$

$$H_с = (100000 + 15000) \cdot 0,1 \cdot 0,05 = 575 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости составит:

$$T = \frac{H_с + Z_{нв}}{П_с} \quad (3.4)$$

$$T_{ок} = \frac{575 + 207000}{97750} = 2,1 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности капиталовложений составит:

$$E_{экф} = \frac{1}{T_{ок}} \quad (3.5)$$

$$E_{экф} = \frac{1}{2,1} = 0,47$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа котельных установок должна быть надежной, экономичной и безопасной для обслуживающего персонала. Для выполнения этих требований котельные установки эксплуатируются в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов и рабочими инструкциями, составленными на основе правил Госгортехнадзора с учетом местных условий и особенностей оборудования.

Котел должен быть оборудован необходимым количеством контрольно-измерительных приборов, автоматической системой регулирования важнейших параметров котла, защитными устройствами, блокировкой и сигнализацией.

Режимы работы котла должны соответствовать режимной карте, в которой указываются рекомендуемые технологические и экономические показатели его работы: параметры пара и питательной воды, содержание CO_2 в газах, температура и разрежение по газовому тракту, коэффициент избытка воздуха и т.п.

Большинство современных котельных установок полностью автоматизированы. При нарушении нормальной работы котла вследствие неисправностей, которые могут привести к аварии, он должен быть немедленно остановлен.

Капитальный ремонт котлов производится через каждые два-три года. Котел периодически подвергается техническому освидетельствованию по трем видам:

- наружный осмотр (не реже одного раза в год);
- внутренний осмотр (не реже одного раза в четыре года);
- гидравлическое испытание (не реже одного раза в восемь лет).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 12.1.005 -1988 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» с изменением N 1. –М: Изд-во стандартов, 2008
- 2 ГОСТ 12.0.004-1990 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» .- М: Изд-во стандартов, 2010.
- 3 ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования» с изменением N1. -М: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации, 2014
- 4 Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В Ильицкая, А.Ф. Козьяков и др.; под общей ред. С.В. Белова. изд. испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2006, - 604с.
- 5 Беляев Г.Н. Управление риском на технологических объектах / Г.Н. Беляев // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – №5. – С. 10-11.
- 6 Вайнберг, А.М. Улучшение условий труда на промышленных предприятиях/ А.М. Вайнберг М.: Экономика, 2000. 135с.
- 7 Денисенко Г.Ф.Охрана труда/ Г.Ф.Денисенко М.: Высшая школа, 2005. – 314с.
- 8 Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве / Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов – М.: Колос, 2000. – 424с.
- 9 Какаулин, С.П. «Экономика безопасности труда» : учебное пособие – Кемерово : Кузбасс-ЦОГ, 2006. – 230 с.
- 10 Козьяков А.Ф., «Управление безопасностью жизнедеятельности»: Учебное пособие, Симакова Е.Н. - Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014 -42 стр.
- 11 Коробкин, В.И. Экология и охрана окружающей среды: Учебник / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. - М.: КноРус, 2013. - 336 с.

12 Кукин П.П., Лапин В.И. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.

13 Макушин В.Г. Совершенствование условий труда на промышленных предприятиях. Социально-экономические проблемы. — М.: Экономика, 2011. 216 с.

14 Мастрюков Б.С. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебник для вузов / Б.С. Мастрюков.- М.: Академия, 2009. – 320 с.: ил.

15 Онищенко П. П. Эксплуатация котельных установок / П.П. Онищенко М.: Агропромиздат, 1987 - 352 с.

16 Русак О. И. Безопасность жизнедеятельности / О.И. Русак.- СПб, 1992.-224с.

17 Севастьянов, Б.В. Техническое регулирование в области охраны труда, промышленной и пожарной безопасности: учебник /Б.В. Севастьянов, С.С. Феофилов А.М. Саттыков, Е.Б. Лисина, С.Б. Ганькова – Ижевск, 2009. – 212с.

18 Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива, М.: Недра, 1988.

19 Хсшти Э.Д., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. М.: Машиностроение, 2004-304 с.