

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)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Совершенствование фиксирования параметров нормальной работы оборудования, работающего под давлением, как метод снижения травматизма

Обучающийся

Е.В. Дорошкевич

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Д. Кода

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

Консультант

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

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

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)

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Дорошкевич Евгений Владимирович

Тема Совершенствование фиксирования параметров нормальной работы оборудования, работающего под давлением, как метод снижения травматизма

2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 07.10.2022

3. Исходные данные к бакалаврской работе нормативные правовые документы в области промышленной, экологической безопасности и охраны труда; ГОСТы, СанПины, СНы; локальные акты организации; профессиональный стандарт работника, карта специальной оценки условий труда; правила по охране труда

4. Содержание бакалаврской работы:

Аннотация

Введение

Термины и определения

Перечень сокращений и обозначений

1. Характеристика технологического процесса.

В разделе описываются общие сведения для выбранного объекта: расположение, функциональное назначение, основные виды деятельности организации, структура управления организацией, осуществляемые технологические процессы, система управления охраной труда.

2. Анализ производственного травматизма.

Необходимо, в виде графиков, отразить: количество несчастных случаев; статистику несчастных случаев по возрасту работников; количество несчастных случаев по выбранному технологическому процессу (период для рассмотрения брать не менее 5 лет)

3. Анализ влияния параметров оборудования, работающего под давлением, на случаи производственного травматизма.

Выявить закономерность между несчастными случаем на производстве и параметрами эксплуатируемого оборудования.

4. Разработка мероприятий по предупреждению производственного травматизма

На основе данных, полученных в результате анализа производственного травматизма и анализа параметров эксплуатируемого оборудования, предложить устройство непрерывной фиксации параметров, которое

поможет снизить количество несчастных случаев из-за отклонения работы оборудования от нормального режима.

5. Охрана труда.

Разработка процедуры технического освидетельствования оборудования, работающего под давлением.

6. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.

Идентификация экологических аспектов организации. Выявление антропогенного воздействия на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу). Подбор мероприятия по снижению отходов, получаемых в результате выбранного технологического процесса.

7. Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

Анализ возможных техногенных аварий. Составление плана по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном объекте.

8. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

В разделе необходимо произвести расчет эффективности мероприятия, предложенного в 4 разделе.

Заключение

Список используемых источников

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

1. Техническая карта выполнения работ

2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах персонала

3. Анализ производственного травматизма на предприятии

4. Схема предлагаемых изменений

5. Процедура технического освидетельствования оборудования, работающего под давлением.

6. Техническое решение по снижению отходов.

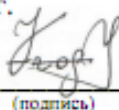
7. План эвакуации персонала при наступлении аварийной ситуации.

8. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

6. Консультанты: раздел «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» Фрезе Т.Ю., нормоконтроль Кода М.Д.

7. Дата выдачи задания «16» апреля 2022 г.

Руководитель бакалаврской работы



(подпись)

М.Д. Кода

(И.О. Фамилия)

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)

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы**

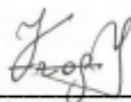
Студент Дорошкевич Евгений Владимирович

Тема Совершенствование фиксирования параметров нормальной работы оборудования, работающего под давлением, как метод снижения травматизма

Наименование раздела	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении раздела
Аннотация, введение, содержание	01.05.2022		
1. Характеристика технологического процесса	25.05.2022		
2. Анализ производственного травматизма	23.06.2022		
3. Анализ влияния параметров оборудования, работающего под давлением, на случаи производственного травматизма	10.07.2022		
4. Разработка мероприятий по предупреждению производственного травматизма	25.07.2022		
5. Охрана труда	05.08.2022		
6. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	20.08.2022		

7. Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	05.09.2022		
8. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	20.09.2022		
Заключение, список используемых источников	25.09.2022		
Графическая часть	01.10.2022		

Руководитель бакалаврской работы


(подпись)

М.Д. Кода
(И.О. Фамилия)

Аннотация

Выпускная квалификационная работа имеет объем 53 страницы, состоит из восьми разделов, в своем составе имеет 11 рисунков, 7 таблиц, 22 литературных источника.

Актуальность работы обосновывается тем, что производственные объекты, использующие технологии с применением избыточного давления, обладают повышенными рисками возникновения аварийных ситуаций, несущих предприятию серьезные последствия.

Ключевые слова: оборудование, работающее под давлением, производственный травматизм, параметры работы оборудования, безаварийная работа.

Целью данного исследования является анализ и совершенствование фиксирования параметров нормальной работы оборудования, работающего под давлением, как метод снижения травматизма.

Объект настоящего исследования – МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области.

Предмет исследования – параметры нормальной работы оборудования, работающего под давлением.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Характеристика технологического процесса.....	8
2 Анализ производственного травматизма.....	13
3 Анализ влияния параметров оборудования, работающего под давлением, на случаи производственного травматизма.....	16
4 Разработка мероприятий по предупреждению производственного травматизма.....	23
5 Охрана труда.....	28
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	31
7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	34
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	37
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	51

Введение

Производственные объекты, использующие технологии с применением избыточного давления, обладают повышенными рисками возникновения аварийных ситуаций, несущих предприятию серьезные последствия.

Промышленная безопасность ставит основной целью - создание безопасных условий деятельности производств, снижение до минимума вероятность возникновения аварийных ситуаций, обеспечение защищенности окружающего пространства от негативных последствий аварийных ситуаций, именно поэтому безопасная эксплуатация технологического оборудования имеет высокую актуальность.

Создание безопасной эксплуатации производственного оборудования с использованием избыточного давления регламентировано многими нормативно-правовыми актами в сферах пожаробезопасности, промышленной безопасности и безопасности труда и др. Весь этот комплекс нормативных и правовых актов представляет собой урегулированные организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию технологического оборудования на предприятии.

Безопасная деятельность опасного производства невозможна без строгого выполнения всего комплекса предписанных требований и правил, обеспечивающих стабильность и безаварийность деятельности опасного производства таких, как исправность технологического оборудования, качественные и своевременные ремонтные работы и техническое обслуживание, замена устаревшего (физический износ, моральное устаревание) оборудования.

Необходимо подчеркнуть важность вопросов обеспечения должного уровня безопасности, которые находятся под государственным контролем и отражены в Федеральных нормах и правилах в сфере промышленной безопасности с целью предотвращения аварийных ситуаций и снижения травматизма на производстве.

Целью данного исследования является анализ и совершенствование фиксирования параметров нормальной работы оборудования, работающего под давлением, как метод снижения травматизма.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующий ряд задач:

- дать характеристику технологического процесса;
- провести анализ производственного травматизма;
- изучить влияние параметров оборудования, работающего под давлением, на случаи производственного травматизма;
- разработать мероприятия по предупреждению производственного травматизма;
- провести анализ политики организации в области охраны труда и окружающей среды и экологической безопасности;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

Очистка сточных вод - «комплекс мероприятий по удалению загрязнений, содержащихся в бытовых и промышленных сточных водах перед выпуском их в водоёмы» [15].

Песковые площадки - площадки для обезвоживания осадка (крупных минеральных примесей) из пескоуловителей.

Песколовка - «сооружение для механической очистки сточных вод, служит для выделения мелких тяжёлых минеральных частиц (песок, шлак, бой стекла т. п.) путём осаждения» [15].

Радиальный отстойник - «это сооружение для очистки воды, в котором движение потока происходит в радиальном направлении из центральной части к периферии, где располагается кольцевой водосборный лоток» [4].

Решётка - «сооружение для механической очистки сточных вод, служит для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения» [4].

Сосуд под давлением - это «закрытая емкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортировки газообразных, жидких и других веществ» [4].

Сточные воды - «воды, которые образуются в результате бытовой и производственной деятельности человека, а также собираются на водосборной антропогенной (то есть созданной с участием человека) площади и в дальнейшем отводятся в места их утилизации» [17].

Перечень сокращений и обозначений

БПК - биохимическое потребление кислорода.

ВИК - визуальный и измерительный контроль.

ГИ - гидравлические испытания.

ЗРА - запорно-регулирующая аппаратура.

ИТР - инженерно-технический работник.

МУП - муниципальное унитарное предприятие.

НД - нормативная документация.

ПАЗ - противоаварийная защита.

СА - система автоматизации.

ТД - техническое диагностирование.

ФНП - федеральные нормы и правила.

ЭПБ - экспертиза промышленной безопасности.

ЭТД - экспертное техническое диагностирование.

1 Характеристика технологического процесса

В настоящем исследовании рассмотрим технологический процесс на объекте - МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области. Адрес организации: Оренбургская область г. Оренбург ул. Пушкинская, д. 14. Основной вид деятельности - забор и очистка воды для питьевых и промышленных нужд.

Структура управления МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области представлена на рисунке 1.

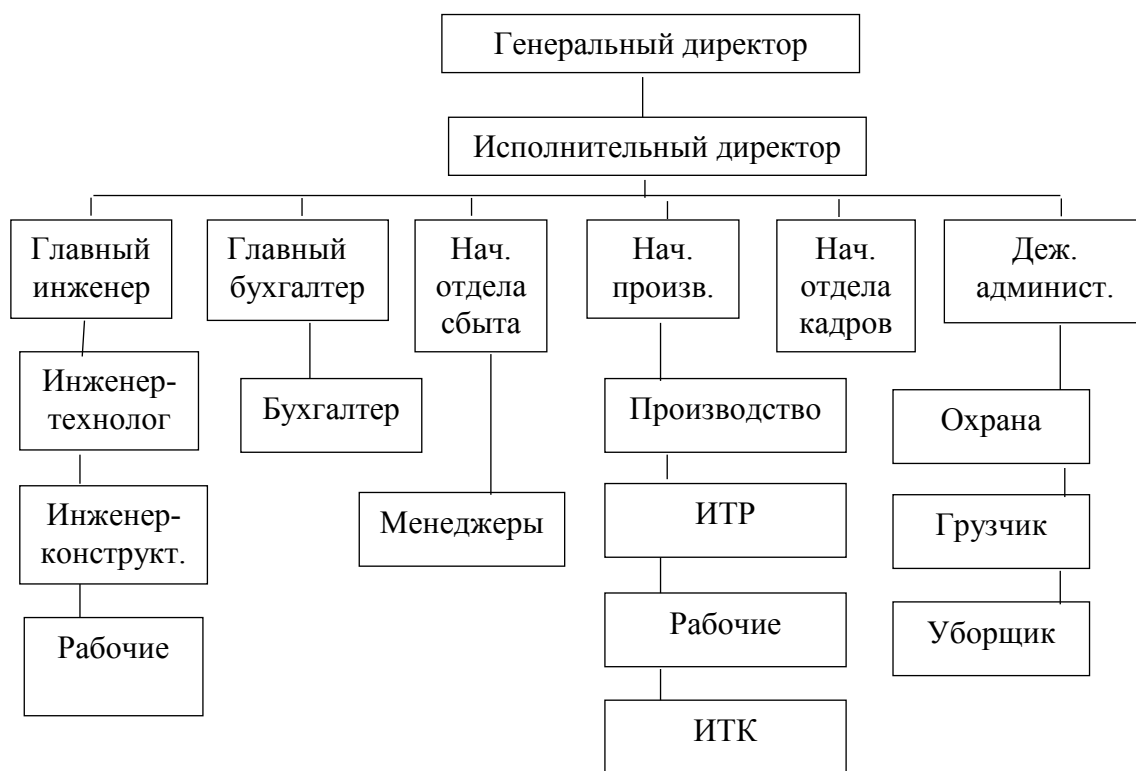


Рисунок 1 - Структура управления МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области

Технологическая схема очистных сооружений МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области представлена на рисунке 2.

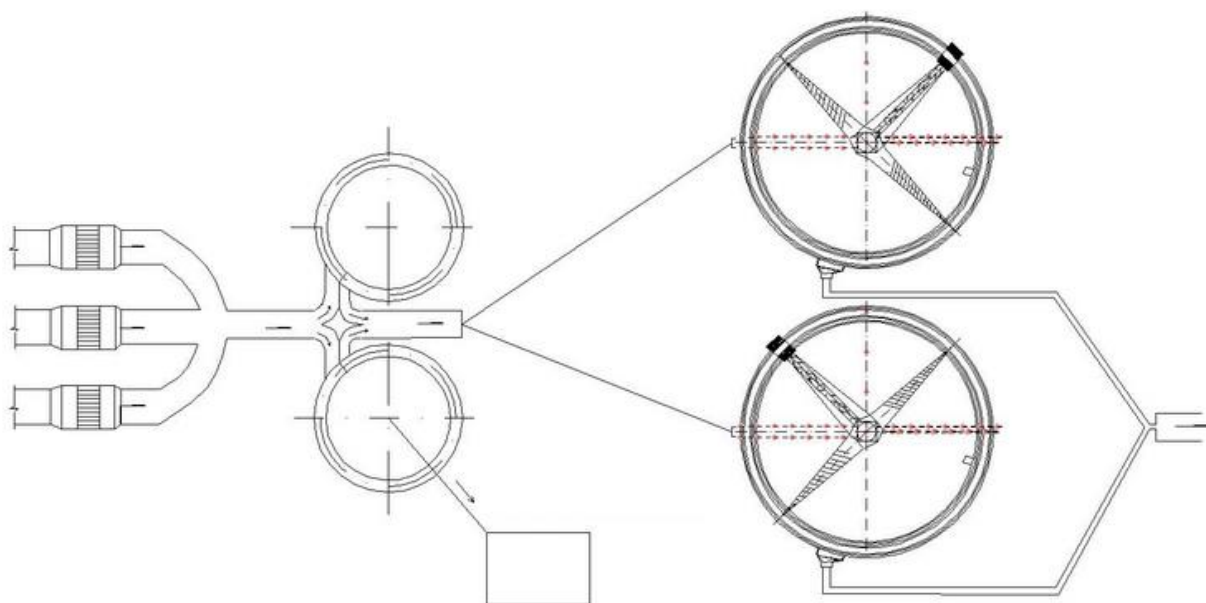


Рисунок 2 - Технологическая схема очистных сооружений МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области

Под очисткой сточных вод следует понимать последовательность ряда процедур, выполнение которых ставит цель удалить загрязняющие вещества из сточных вод после бытового использования или промышленного, для чего предназначены КОС (канализационные очистные сооружения) установки [15].

Процесс очищения состоит из ряда этапов:

Очищение проводится в несколько этапов:

- «механический;
- физико-химический;
- биологический;
- дезинфекция сточных вод» [6].

Этап механической очистки предназначен для предварительного очищения сточной воды, которая поступает к очистным сооружениям, удалению не растворяемых веществ, а также служит подготовкой к этапу биологической очистке.

Механическая очистка сточных вод проводится на следующих сооружениях: частиц

«К сооружениям, которые используются при механической очистке сточных вод, относят» [8]:

- «решетки и сита;
- первичные отстойники;
- песколовки;
- септики;
- мембранные элементы» [8].

«Для задержания каких-либо крупных загрязнений минерального и органического происхождения, прежде всего применяют решетки, а при необходимости более полного выделения различных грубодисперсных примесей используют сита. Максимальная ширина каждого из прозоров решетки не превышает 16 мм. Отбросы, образовавшиеся на решетках, либо дробятся и направляются с остальными осадками очистных сооружений для совместной переработки, либо вывозятся в специальные места, где осуществляется обработка промышленных и твердых бытовых отходов» [19].

Далее процесс очищения вод проводится специальными песколовками, принцип действия которых заключается в использовании законы силы тяжести - осаждение механических частиц, например, песка, шлака, стекла и пр. Применение жировок позволяет устранить в верхнем слое воды гидрофобные составы веществ посредством процесса флотации. Осажденный и удаленный затем слой песка и других элементов может быть использован в строительстве дорог и для иных работ.

«Мембранная технология, которая в последнее время является наиболее перспективным способом для очистки стоков, применяется комплексно с традиционными способами для очень глубокой очистки сточных вод и их возврата в производственный цикл. После такой очистки для последующего выделения взвешенных веществ воды поступают на первичные отстойники. При этом БПК снижается до 20-40%» [21].

Этап проведения механической очистки позволяет устранить минеральные загрязняющие вещества в сточных водах до 70%, БПК - до 30%. На этом этапе очистки формируется равномерное движение стоков, что не допускает большого колебания объема стоков для следующего этапа очистки - биологического.

Этап биологической очистки - это проведение процедуры деградации органических веществ в сточной воде за счет жизнедеятельности микроорганизмов (аэробных и анаэробных), устраняется фосфор, органический азот, минерализуется вода, уменьшается биологическое потребление кислорода (БПК).

Биологическую очистку можно провести рядом методов. Наиболее востребованы способы с использованием активного ила (аэротенк), метантенка (анаэробное брожение), биофильтров.

«В первичных отстойниках, в которые попадают стоки на данном этапе, происходит осаждение взвешенной органики. Отстойники - железобетонные резервуары, глубина которых составляет пять метров, а диаметр - 40 и 54 метра. Снизу в их центры подаются стоки, затем осадок скапливается в центральной приемке, а специальный поплавок, находящийся сверху, сгоняет в бункер все легкие загрязнения» [18].

Также возможно использование второй линии отстойников, имеющих илососы. Эту линию устанавливают после аэротенка и первой линии отстойников. Использование илососов позволяет вести откачку активного ила, образующегося на дне очистного сооружения для промышленных или бытовых сточных вод.

В настоящее время значительно возросли возможности использования оборотной системы водообеспечения благодаря внедрению химико-физических способов очищения сточных вод, основными среди них можно назвать такие:

- «сорбция;
- флотация;

- центрифугирование;
- гиперфльтрация;
- ионообменная, электрохимическая очистка;
- нейтрализация;
- эвапорация;
- экстракция;
- выпаривание, последующее испарение и кристаллизация» [9].

Использование данных способов применяется удаления из стоков растворимых загрязняющих веществ и частичек взвешенного состояния.

«При помощи установок ультрафиолетового облучения происходит окончательное обеззараживание стоков, предназначенных для сброса в водоем, либо на рельеф местности. Также, кроме ультрафиолетового облучения, для обеззараживания очищенных сточных вод на протяжении 30 минут проводится обработка хлором» [22].

«Хлор уже довольно давно используют как основной обеззараживающий реагент на многих очистных станциях. Но так как хлор является очень токсичным химическим веществом и может представлять огромную опасность для окружающей среды, то очистные предприятия для обеззараживания стоков начали рассматривать варианты других реагентов: дезавит, гипохлорит и озонирование» [20].

Выводы по первому разделу

В первом разделе охарактеризованы общие сведения для выбранного объекта: расположение, функциональное назначение, основные виды деятельности, структура управления организацией, осуществляемые технологические процессы.

2 Анализ производственного травматизма

Обслуживающий персонал оборудования, работающего с избыточным давлением, сотрудники инженерно-технического надзора, допускающие соблюдение требований и правил безопасности или исполнение их не в полном объеме, способствуют повышению риска возникновения аварий.

Рассмотрим статистику травматизма по отрасли на рисунке 3.

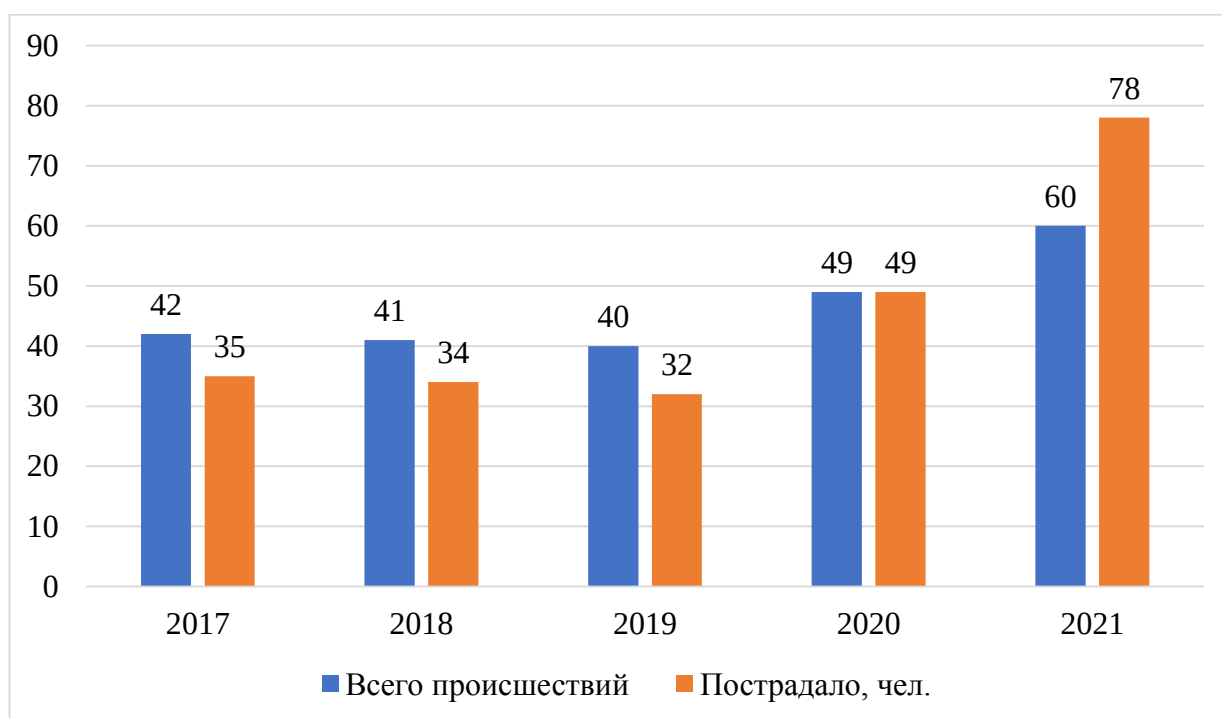


Рисунок 3 – Статистика травматизма по отрасли

Статистикой подтверждено повышение уровня промышленного травматизма к 2021 году: 2020 год - 40 происшествий с наличием травм, 2021 год - практически 60. Значительно выросло и число травмированных сотрудников: 2019 год - зафиксировано 33 человека, 2020 год - 77 человек.

Рассмотрим результаты анализа травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением в 2017-2021 годах на рисунке 4.

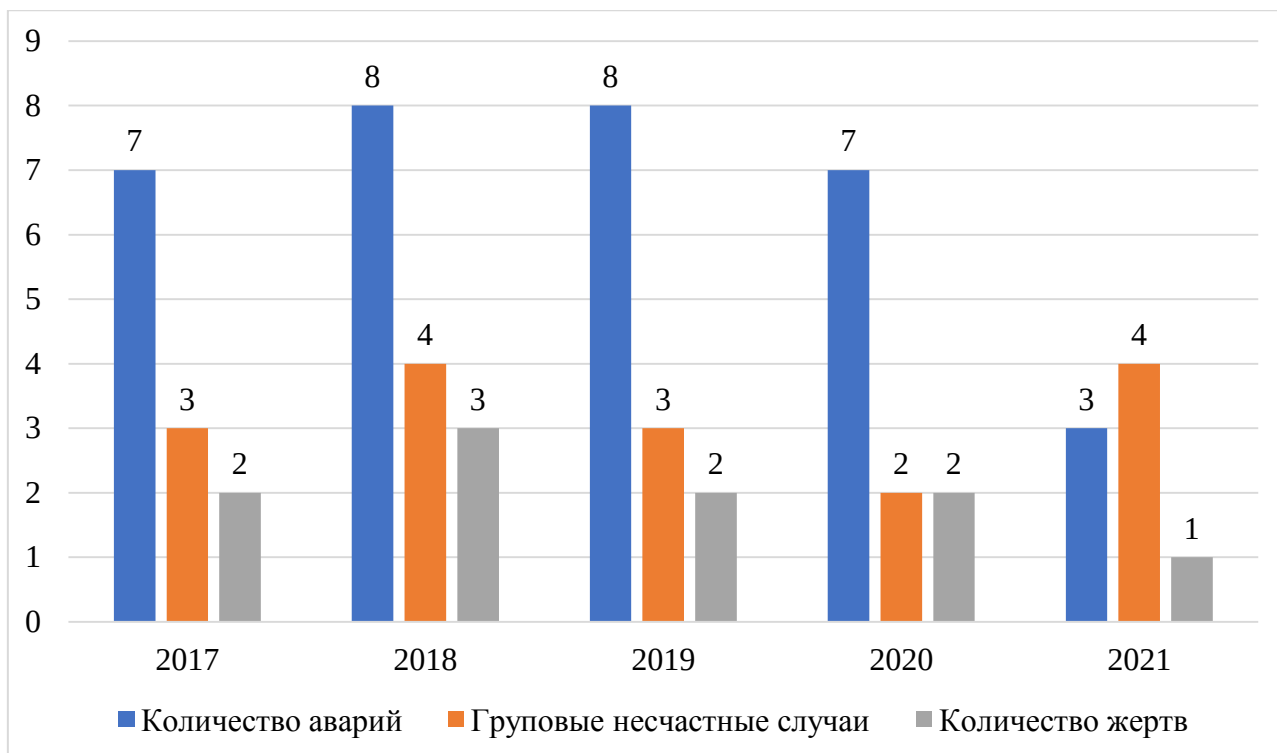


Рисунок 4 - Результаты анализа травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением в 2017-2021 годах

Проведенный анализ имеющегося уровня аварийности и травматизма на производствах с использованием технологического оборудования повышенного давления показал: 2021 год - случилось 4 аварийные ситуации, две групповые ситуации травматизма, в которых зафиксированы два пострадавших со смертельным исходом.

В аналогичном периоде в 2020 году зарегистрированы 7 аварийных ситуации, четыре происшествия с наличием травм, приведших к смертельному исходу, два случая группового травматизма с одним смертельным исходом.

Как показывают официальные данные, произошло снижение уровня аварийности в 2021 г. по сравнению с 2020 г. более чем на 57%, число смертельных случаев при травматизме сократилось почти на 61%. Установлены причины возникновения аварийных ситуаций и происшествий со смертельным травматизмом - это наличие неудовлетворительной

организации техобслуживания, ремонтных работ технологического оборудования, работающего под избыточным давлением, невыполнение и грубые нарушения правил техники безопасности и безопасности труда.

Необходимо подчеркнуть наличие комплекса проблем (технических, организационных, финансовых), приводящих к снижению уровня промышленной безопасности на производствах. Отобразим причины аварий на объектах с оборудованием, работающим под давлением на рисунке 5.

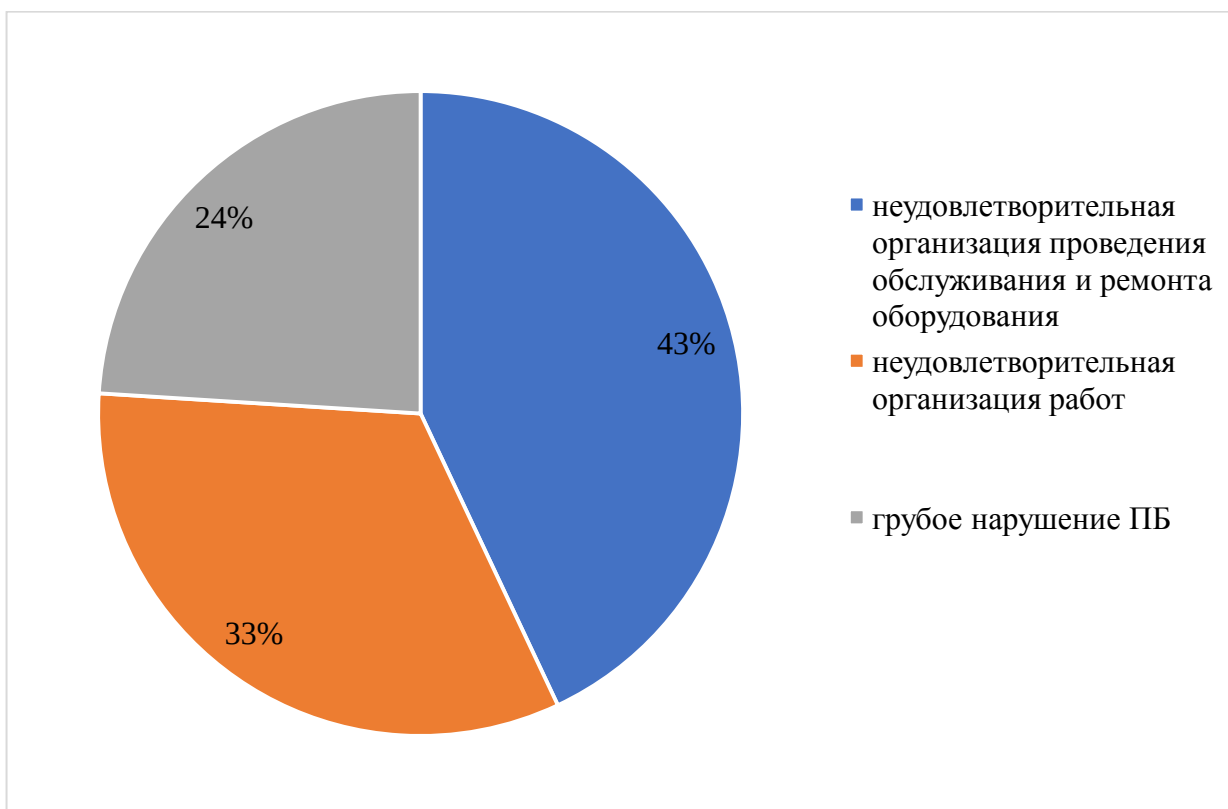


Рисунок 5 - Причины аварий на объектах с оборудованием, работающим под давлением

Выводы по второму разделу

Во втором разделе изучен производственный травматизм в целом по отрасли, показаны результаты анализа травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением в 2017-2021 годах, изучены причины аварий на объектах с оборудованием, работающим под давлением.

3 Анализ влияния параметров оборудования, работающего под давлением, на случаи производственного травматизма

«Производственные объекты, эксплуатирующие сосуды под давлением, относятся к опасным из-за высоких рисков возникновения взрывов и, как следствие, несчастных случаев и производственных травм. Наиболее частые причины аварий и взрывов сосудов связаны с нарушениями их параметров - превышением предельно допустимого давления, несоблюдением температурного режима» [3].

Основная причина травм при выходе из строя оборудования, работающего под давлением - гидроудар. Последствия гидроударов могут быть весьма плачевными. Кроме возможных травм, которые могут получить работники или пешеходы района, находящегося в зоне ответственности МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области такое происшествие, кроме материального ущерба, может привести к серьёзным ожогам.

В трубопроводных системах избежать скачкообразного изменения давления полностью нельзя, ставится задача снизить динамику перемены давления в требуемых границах. Положение в данных ситуациях затрудняется, в следствие нанесения ущерба системе из-за скачкообразного изменения давления поскольку он не всегда очевиден. Нанесенный ущерб в виде появления трещин на стенках труб, отсоединения крепежных элементов может проявиться через длительный отрезок времени.

Гидравлический удар характеризуется максимальным уровнем давления, скорости и длительности воздействия, именно этот удар наносит разрушения на трубопроводную систему. Характерные повреждения, наносимые трубопроводам при гидравлическом ударе, приведены ниже. Повышенное давление приводит:

- «разрыв трубы;
- повреждения крепежных устройств трубы;

- повреждения насосов, фундаментов, трубопроводной арматуры» [22].

При понижении давления:

- «смятие пластиковых и тонкостенных стальных труб;
- подсос грязной воды или воздуха в трубопровод через фланцевые соединения или соединительные муфты, сальниковые уплотнения или места утечки;
- разрыв столба жидкости (сплошности потока), за которым следуют высокие скачки давления, когда отдельные столбы жидкости воссоединяются с ударом (макрокавитация)» [22].

Резкий рост давления (нарастание скорости потока за короткий временной отрезок) не что иное, как гидравлический удар, возникающий по ряду причин: проведение быстрого закрытия либо открытия запорной арматуры на трубопроводе; процедуры запуска, остановки, изменения режимов работы насосов. Гидравлический удар возможен и по иным причинам, но они встречаются редко.

Произошедший гидроудар приводит к повреждениям трубопровода, соединительной арматуры, насосов, к возникновению повреждений вследствие усталости металла, а все вместе повышает риск загрязнения окружающего пространства.

Быстрое перекрытие задвижек приводит к гидроудару из-за возникновения ударной волны, которая может иметь скорость распространения практически до 1200 м/с, при повышении давления до 24 бар за время всего в пределах двух секунд.

Для предотвращения гидроудара применяют ряд методов:

- «обеспечение плавного открытия или закрытия запорной арматуры;
- увеличение диаметра трубопровода;
- снижение скорости потока среды;
- обеспечение плавного пуска и остановки насосов;
- использование системы защиты от гидравлических ударов;

- удаление газов из трубопроводов» [16].

Перечисленные способы достаточно востребованы у изготовителей, выпускающих оборудование, позволяющее нивелировать и гасить гидравлические удары.

В большей степени системы перекачки жидкостей могут иметь неисправности в следствие включения насосов, когда магистральная задвижка не открыта. Происходит быстрый рост давления и, как следствие, вероятны повреждения элементов системы трубопровода. Чтобы не допустить возникновения аварийной ситуации, в системе имеется предохранительный клапан для аварийного сброса давления воды. Клапан предупреждает рост давления, которое возникает в момент запуска насоса или от быстрого закрытия задвижек, либо от иных действий, создающих скачок давления. Местоположение клапанов расположено на отводе трубопровода. При их срабатывании - при превышении безопасного уровня - лишнее давление выбрасывается либо в воздух, либо в емкость. Нормализация давления приводит к закрытию запорного элемента клапана [4].

Пример установки клапана быстрого сброса давления представлен на рисунке 6.

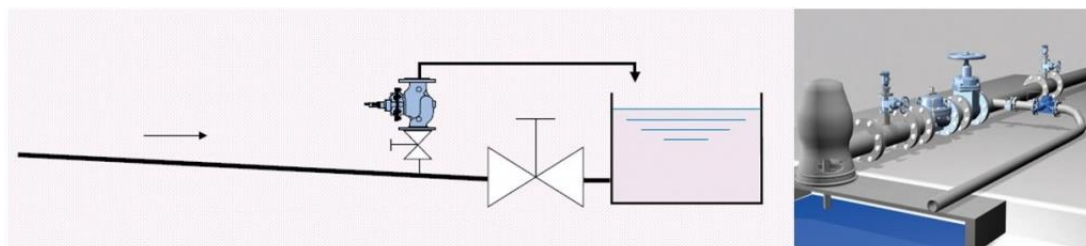


Рисунок 6 - Пример установки клапана быстрого сброса давления

Также частой причиной аварийных ситуаций может быть незапланированная остановка насоса. В таких ситуациях вначале создается разреженное пространство, после чего появляется гидроудар. Включение

аварийных клапанов в систему нивелирует негативные последствия гидроудара. Управляющие регуляторы служат для установки верхнего и нижнего порога давления при срабатывании. Клапаном сбрасывается повышенное давление в трубопроводе, его устанавливают на отводе, вблизи с обратным клапаном и насосом. Срабатывание регулятора происходит при падении давления менее выставленного статического уровня. К моменту попадания обратного потока в насос, происходит открытие регулятора. Напор движения жидкости снижается до безопасного уровня в следствие сброса давления через предохранительный клапан, после чего происходит закрытие регулятора, тем самым предотвращается опустошение трубопровода, т.е. происходит медленное закрытие клапана, когда давление потока снижается до номинального уровня. Пример установки клапана для предотвращения гидроудара представлен на рисунке 7.

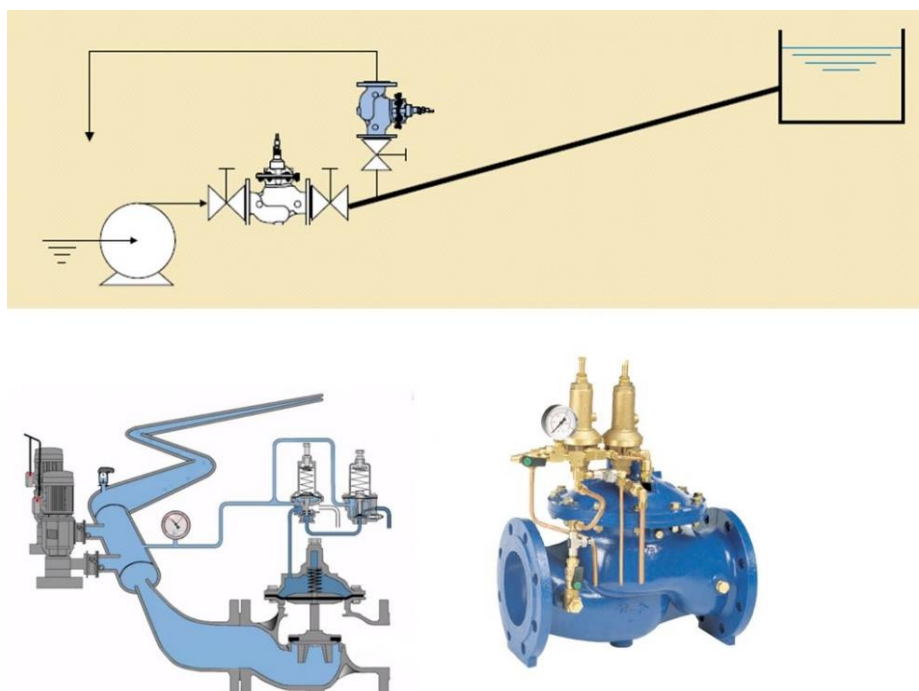


Рисунок 7 – Пример установки клапана для предотвращения гидроудара

Благодаря предохранительным клапанам увеличивается срок службы трубопровода, безаварийная работа, поскольку предотвращается появление гидроударов, обеспечивается быстрое снижение давления жидкости при его приближении к критическому уровню. Повышает срок службы трубопровода и безаварийность работы применение антикоррозионных сплавов и соединений в производстве корпусов клапанов, запорных элементов, уплотнителей.

Основными достоинствами предохранительных клапанов стоит назвать:

- «простую и надежную конструкцию;
- простоту монтажа и обслуживания оборудования;
- низкие значения местных сопротивлений;
- высокую пропускную способность» [2].

Плавная остановка и запуск насоса в последних моделях систем достигается специальными клапанами, имеющими пилотное управление насосом. В основе работы этих клапанов заложен достаточно простой принцип - управление осуществляется электрическими сигналами, обеспечивающими плавное открытие клапана при включении насоса, при остановке насоса - плавное закрывание.

Клапан для управления насосами и клапан для управления глубинными насосами представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 - Клапан для управления насосами (слева) и клапан для управления глубинными насосами (справа)

Предохранительные клапаны могут сопровождаться специальной регулировкой, увеличивающей продолжительность времени открывания или закрывания клапана, что дает более плавное регулирование давления в системе.

Возможной причиной создания в трубопроводе гидроудара – наличие воздушных пробок, которые возникают в следствие газов. Поэтому их удаляют посредством воздушных клапанов, называемыми воздухоотводчиками. Наличие воздушных клапанов повышает эффективность предотвращения образования пониженного давления (менее уровня атмосферного) в системе трубопровода. Воздушным автоматическим клапаном отводится газ из трубопровода. Следует уточнить, что при отсутствии преград в потоке жидкости по системе, возможно нарастание скорости движения. В случае внезапного закрывания воздушного клапана, возможна остановка потока жидкости, тогда кинетическая энергия потока создает энергетическое давление, т.е. вероятность создания гидроудара повышается [16]. Клапан воздушный кинетический с устройством защиты от гидроудара представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 - Клапан воздушный кинетический с устройством защиты от гидроудара

Наличие воздушного клапана защищает систему от гидроудара.

Поскольку создается ограничение скорости воздушного потока, формируется воздушная подушка, замедляющая скорость движения жидкости, что позволяет предотвратить гидроудар.

Методы защиты трубопроводов от негативного воздействия гидроударов могут быть различны, они не ограничены только тем оборудованием, что предлагается в этой исследовательской работе. Для выбора оборудования конкретной системы, предварительно требуется рассмотреть вероятные точки образования гидроударов, провести анализ всей системы и её режимов работы.

Выводы по третьему разделу

В третьем разделе рассмотрены параметры оборудования, работающего под давлением и причины аварий, которые могут привести к неисправности, которая, в свою очередь, может привести к аварии и травматизму. Также для каждого возможного нарушения параметров оборудования, работающего под давлением рассмотрены способы оперативного реагирования.

4 Разработка мероприятий по предупреждению производственного травматизма

Основной причиной снижения уровня промышленной безопасности в области надзора за оборудованием, работающим под избыточным давлением, является большое количество находящегося в эксплуатации оборудования, отработавшего свой расчетный ресурс, а также низкая исполнительская дисциплина обслуживающего оборудование персонала, руководителей и специалистов предприятий (организаций), осуществляющих его эксплуатацию, ремонт, освидетельствование, диагностирование и экспертизу промышленной безопасности.

В настоящее время один из наиболее перспективных подходов к оценке технического состояния оборудования, работающего под избыточным давлением основан на использовании результатов эксплуатационного мониторинга ресурса (ЭМР). Эксплуатационный мониторинг ресурса состоит в том, что на «базе достоверных данных о конструктивном исполнении и начальном состоянии металла оборудования и трубопроводов после изготовления и монтажа осуществляется регистрация фактической нагруженности и модели эксплуатации. Кроме того, проводится постоянный контроль за выработанным ресурсом установок путем математического моделирования процессов деформирования, накопления и развития повреждений в материале оборудования и трубопроводов и периодическое диагностирование их технического состояния в доступных местах» [10].

«Использование системы эксплуатационного мониторинга ресурса снижает степень опасности возникновения внезапных отказов и аварийных ситуаций на установках. Система ЭМР должна решать следующие задачи» [10]:

- «контроль за выработанным и прогноз остаточного ресурса на всех стадиях эксплуатации реакторной установки;

- выявление потенциальных индивидуальных возможностей по увеличению долговечности конструктивных элементов для обоснования продления их назначенных сроков службы и ресурса;
- оптимизация модели эксплуатации реакторной установки с целью снижения темпов накопления повреждений в наиболее нагруженных конструктивных узлах» [10].

Структура системы ЭМР должна включать в себя следующие основные компоненты:

- «базу данных, предназначенную для сбора, обработки и хранения информации, необходимой для моделирования процессов накопления повреждений и контроля выработанного и прогноза остаточного ресурса оборудования и трубопроводов реакторной установки в процессе эксплуатации;
- методы и средства диагностики технического состояния материала оборудования и систем реакторной установки, контроля качества изготовления, монтажа и ремонта оборудования;
- комплекс нештатных средств неразрушающего контроля, состоящий из устройств, датчиков, аппаратуры управления, обработки сигналов и регистрации результатов контроля, методик контроля и вспомогательных средств и предназначенный для проведения предэксплуатационного и периодического контроля металла оборудования и сварных соединений в доступных местах;
- методические и программные средства, обеспечивающие формирование фактической и прогнозируемой моделей эксплуатации реакторной установки» [1].

Компоненты системы ЭМР должны обеспечивать:

- «мониторинг процесса эксплуатации реакторной установки на базе регистрации последовательности режимов эксплуатации;

- математическое моделирование процесса накопления повреждений в критических конструктивных элементах согласно зарегистрированной последовательности режимов эксплуатации;
- периодическое диагностирование технического состояния материала конструктивных элементов в процессе эксплуатации в доступных местах;
- контроль выработанного и остаточного ресурса оборудования и трубопроводов» [1].

«Сервисные программные средства должны обеспечивать заполнение и анализ хранимой в базе данных информации, анализ требований к модели эксплуатации реакторной установки в различные периоды, формирование прогнозных моделей эксплуатации реакторной установки и визуализацию результатов расчета выработанного и остаточного ресурса контролируемых конструктивных узлов» [16].

«Надежность функционирования технических устройств, находящихся под давлением определяется не только прочностью и устойчивостью их конструктивных элементов, но и в определенной мере зависит от надежности знаний и профессиональных навыков персонала, непрерывно обслуживающих всю систему опасного производственного объекта включая технические устройства. Компьютерные системы обучения, инструктажа, имитации управления технологическими процессами позволяют отрабатывать навыки восприятия полученной информации в условиях стресса, нехватки времени; эмоциональных нагрузок, определять необходимость ответных действий на отказы оборудования» [16].

В прошлом разделе рассмотрены возможные причины аварий на оборудовании, работающем под давлением, и способы регулирования параметров данного оборудования. В настоящем исследовании предлагается к внедрению установка регуляторов давления на трубопроводах МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области.

Регулятором давления называется устройство, использующееся для стабилизации уровня давления в трубопроводе. Подобные приборы используются во многих областях, однако наиболее распространены они в системе централизованного теплоснабжения. Большинство современных моделей подобных устройств обладает встроенным манометром. Манометр – это прибор, предназначенный для измерения давления жидкости. Важной функцией редуктора является предотвращение гидравлического удара.

Гидроудар возникает при резком включении или выключении насоса, вследствие чего жидкость распространяется неравномерно, а разница скоростей циркуляции рабочей среды приводит к повреждению оборудования, установленного в сети, и даже некоторых областей трубопровода. Использование регулятора давления с манометром позволит предотвратить отрицательные последствия гидроудара [2].

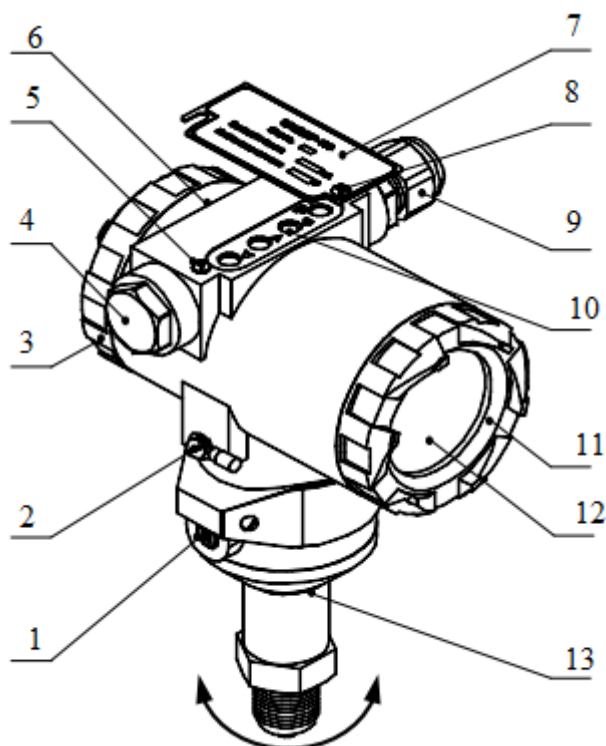
«Датчики предназначены для непрерывного преобразования значений избыточного давления, разрежения, избыточного давления-разрежения, абсолютного давления, разности давлений и гидростатического давления. Датчики используются в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами» [16].

«В режиме измерения датчик:

- измеряет давление;
- выводит результат измерения на индикатор;
- преобразует результат измерения в токовый сигнал 4-20 или 0-5 мА;
- формирует цифровой сигнал на базе HART-протокола» [16].

«Режим меню предназначен для редактирования и/или просмотра установленных значений параметров прибора. Измененное значение параметра сохраняется в энергонезависимой памяти и вступает в действие сразу после окончания редактирования. При входе в режим меню процессы измерения и преобразования давления в токовый сигнал не прекращаются» [16].

Общий вид предлагаемого датчика-регулятора представлен на рисунке 10.



(«1 – стопорные винты; 2 – клемма заземления; 3 – задняя крышка; 4 – заглушка кабельного ввода; 5, 8 – винты крепления шильдика к корпусу; 6 – корпус электронного блока; 7 – шильдик; 9 – кабельный ввод; 10 – наружный блок управления; 11 – передняя крышка; 12 – окно индикатора; 13 – корпус сенсорного блока» [16])

Рисунок 10 – Общий вид предлагаемого датчика-регулятора

Вывод по четвертому разделу

В четвертом разделе предлагается к внедрению установка регуляторов давления на трубопроводах МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области.

«Датчики предназначены для непрерывного преобразования значений избыточного давления, разрежения, избыточного давления-разрежения, абсолютного давления, разности давлений и гидростатического давления» [16].

5 Охрана труда

Потенциально опасное оборудование необходимо регулярно и тщательно проверять. Это в полной мере относится к котлам, трубопроводам, баллонам, цистернам и другим сосудам, работающим под давлением, которые регулярно должны проходить техническое освидетельствование.

«Техническое освидетельствование - это комплекс административно-технических мер, направленных на подтверждение работоспособности при эксплуатации технических устройств, а также зданий и сооружений, применяемых на опасных производственных объектах» [14]. Проведение технического освидетельствования - обязательное требование промышленной безопасности, за неисполнение которого предусмотрено предписание Ростехнадзора и административная ответственность. В результате технической экспертизы в паспорт оборудования вносится запись с указанием разрешенных параметров работы и срока следующего освидетельствования. Если ТО проводится в первый раз, оно будет включать следующие виды работ:

- визуальный осмотр и замер параметров резервуара;
- измерение толщины стенок с фиксацией результата;
- проверку качества монтажа, наличия предохранительных и контрольно-измерительных устройств, обвязки на соответствие требованиям документации (проектной, технической);
- в случае необходимости - гидравлические, либо пневмоиспытания.

Если это допускается производителем, то можно пропустить осмотр внутренней поверхности при первичном ТО. Это же касается и гидравлического испытания.

Периодический вид освидетельствования, как следует из названия, проводится время от времени, чтобы убедиться в исправности системы и соответствии требованиям безопасности труда. Первое такое ТО нужно провести в срок, равный половине проектного срока службы оборудования,

но не позднее 6 лет после его запуска. В ходе обследования должны быть проведены следующие виды работ:

- измерительный и визуальный контроль;
- толщинометрия стенок сосуда и сравнение результатов с данными первичного ТО;
- другие виды контроля, если того требует инструкция по эксплуатации.

Досрочное или внеплановое техническое освидетельствование нужно проводить в случае:

- простоя сосудов в течение 12 месяцев или дольше, трубопроводов – более 24 месяцев;
- демонтажа устройств с последующей сборкой на новом месте;
- вынужденного ремонта с использованием сварки, наплавки, термической обработки [14].

Основной документ, который определяет порядок технического освидетельствования Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением, утвержденные приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536 [11]. Результатом успешного ТО будет запись в паспорте каждой единицы, которая включает в себя:

- дату следующего техосвидетельствования;
- допустимые параметры эксплуатации;
- наличие, либо отсутствие дефектов, их местоположение и размер.

Гидроиспытания часто проводят в случае, если из-за конструктивных особенностей агрегата провести внутренний осмотр не представляется возможным. Правила допускают проводить гидроиспытания водой, либо другими жидкостями, которые являются некоррозионными, неядовитыми, невзрывоопасными, невязкими. Пневматическое испытание сосудов под давлением может потребоваться, когда по той или иной причине нельзя провести гидроиспытание. Его отличие от предыдущего теста заключается в

использовании воздуха или инертного газа вместо жидкости. Правила требуют, чтобы резервуар прошел тщательный внутренний осмотр, были приняты меры безопасности. Это связано с большой нагрузкой на резервуар в ходе подобного испытания. Процедуру технического освидетельствования оборудования, работающего под давлением показана на рисунке 11.

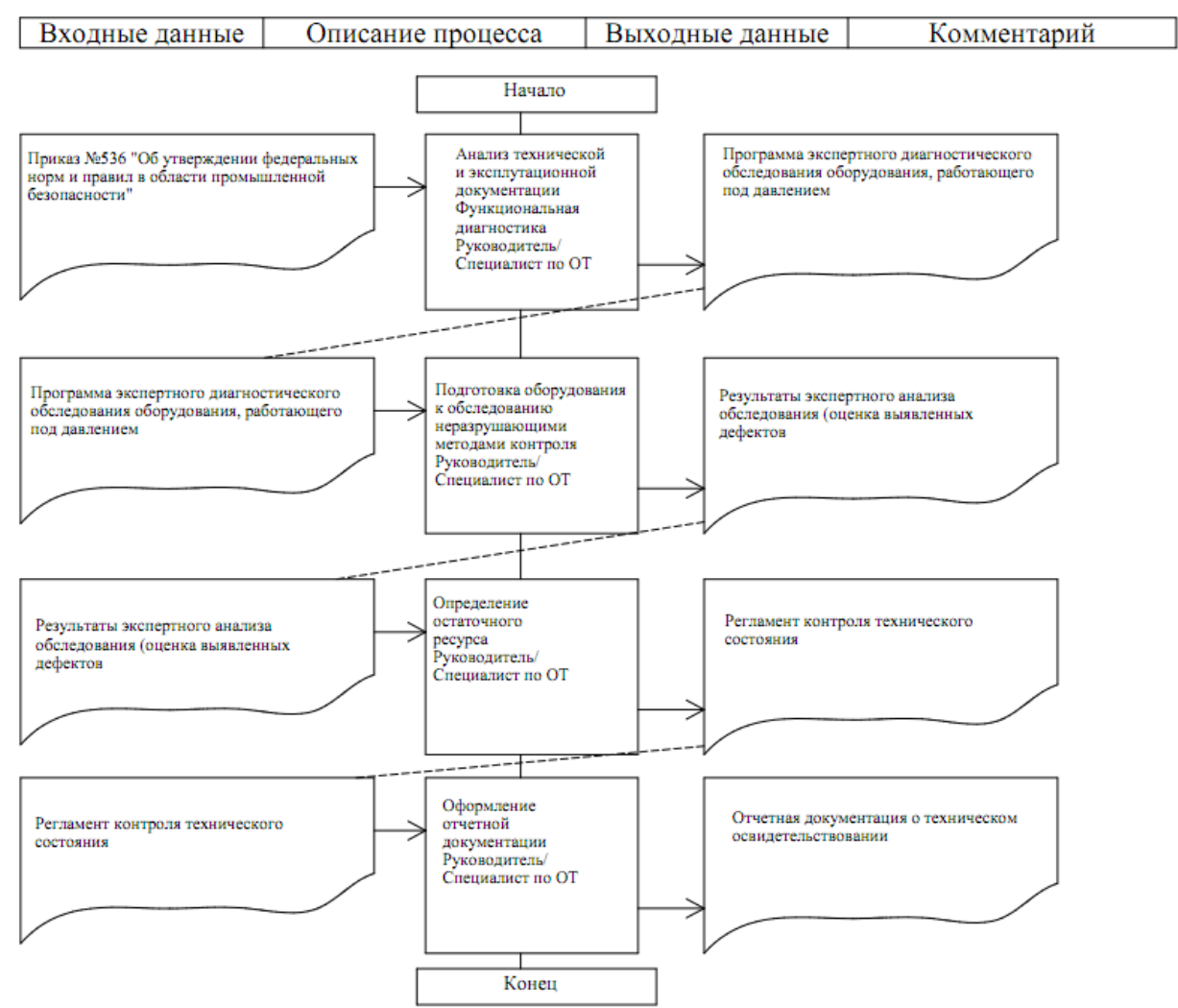


Рисунок 11 - Процедура технического освидетельствования оборудования, работающего под давлением

Выводы по пятому разделу

В пятом разделе изучена процедура технического освидетельствования оборудования, работающего под давлением. Рассмотрены виды работ, выполняемые при этом, периоды испытания оборудования.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Образование и выбросы парниковых газов (ПГ), образующихся при биологических процессах - прямой результат эксплуатации очистных сооружений в системе канализации. Кроме ПГ вырабатывается также определенное количество энергии. «В присутствии микроорганизмов в сточных водах происходят многочисленные метаболические процессы путем оксигенации или восстановления органических соединений до органических или неорганических производных этих веществ. Эти процессы протекают в различных анаэробных и аэробных условиях, что приводит к снижению уровня питательных веществ в сточных водах путем интеграции соединений фосфора в структуру осадка. Из-за очень высокой биологической изменчивости активного ила различные метаболические превращения, происходящие в иле, могут привести к образованию весьма разнообразных вторичных смесей загрязняющих веществ, которые впоследствии выделяются из сточных вод в виде загрязненного газа» [12]. «Вид и количество загрязняющих веществ в воздухе варьируются в зависимости от типа сточных вод, эксплуатационных характеристиках и условий окружающей среды. Аэрация и механическое перемешивание являются основными движущими силами генерации аэрозолей на очистных сооружениях сточных вод» [7]. В связи с этим объектом для исследования являлся аппарат биохимической очистки сточной воды - аэротенк (таблица 1).

Таблица 1 – Основные параметры работы аэротенка

Станция по очистке сточных вод	Производительность, м ³ /сутки	Полезный объем сооружения, м ³	Доза ила, г/л	Интенсивность аэрации, м ³ /м ² *ч
Городские КОС	14800	6000	2,7	1,8

«Были зафиксированы параметры условий окружающей среды в шести контрольных точках над поверхностью водной глади аэротенка» [15]. В таблице 2 представлены максимальные, минимальные и средние значения.

Таблица 2 - Параметры условий окружающей среды

Показатель	Мин.	Макс.	Сред.
P, мм рт. ст.	757,3	757,3	757,3
V, м/с	0,5	1	0,7
Влажность, %	28,5	30	29
t, °C	29,9	31,2	30,7

Показатели эмиссии газов из аэротенка представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Показатели эмиссии газов из аэротенка

Показатель	Вход 1 секция	Середина 1 секция	Выход 1 секция	Вход 2 секция	Середина 2 секция	Выход 2 секция
CO, мг/м ³	0	0	0	0	0	0
NO ₂ , мг/м ³	0	0	0	0	0	0
NO, мг/м ³	0	0	0	0	0	0
SO ₂ , мг/м ³	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
H ₂ S, мг/м ³	0,012	0,013	0,013	0,014	0,013	0,012
HCHO, мг/м ³ (формальдегид)	0	0	0	0	0	0
C ₂ H ₅ OH (этанол), мг/м ³	0	0	0	0	0	0

«Сообществу бактериальных штаммов, способных нейтрализовать определенные группы пахучих соединений, необходимо поддержание соответствующих условий в коридорах активного ила для сохранения желаемой популяции. Контроль и поддержание технологических условий, таких как pH, температура и степень аэрации, которые способствуют как очистке сточных вод, так и дезодорации, зачастую являются дорогостоящими» [5].

Следует уточнить, что применение этого способа есть достаточно эффективная альтернатива решения проблемы по защите окружающей среды от загрязнения.

«С целью снижения количеств выбросов от объектов КОС можно предпринять попытки, связанные с уменьшением биодоступности промоторов бактериальной продукции отдельных одорантов путем связывания их, например, с металлами, содержащимися в различных реагентах, которые направлены на улучшение процесса очистки сточных вод. В некоторых случаях необходимо использовать биологические методы очистки газа, а именно биофильтрацию или диффузию активным илом» [10].

Приведенные в данной работе методы позволяют повысить эффективность процесса, сократить затраты на эксплуатацию. Подведем итог: проектируя очистительную систему, обеспечивающую уменьшение вредного влияния загрязнений на окружающую среду, следует точно установить образование загрязняющих веществ, состав и свойства которых зависят от технологии очистки, от уровня качества функционирования очистного сооружения.

Выводы по шестому разделу

В шестом разделе изучены параметры условий окружающей среды и показатели эмиссии газов из аэротенка МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области. В организации предлагается увеличить контроль и поддержание технологических условий, таких как pH, температура и степень аэрации, которые способствуют как очистке сточных вод, так и дезодорации.

7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

На рисунке 12 представлены основные причины аварийности в МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области.

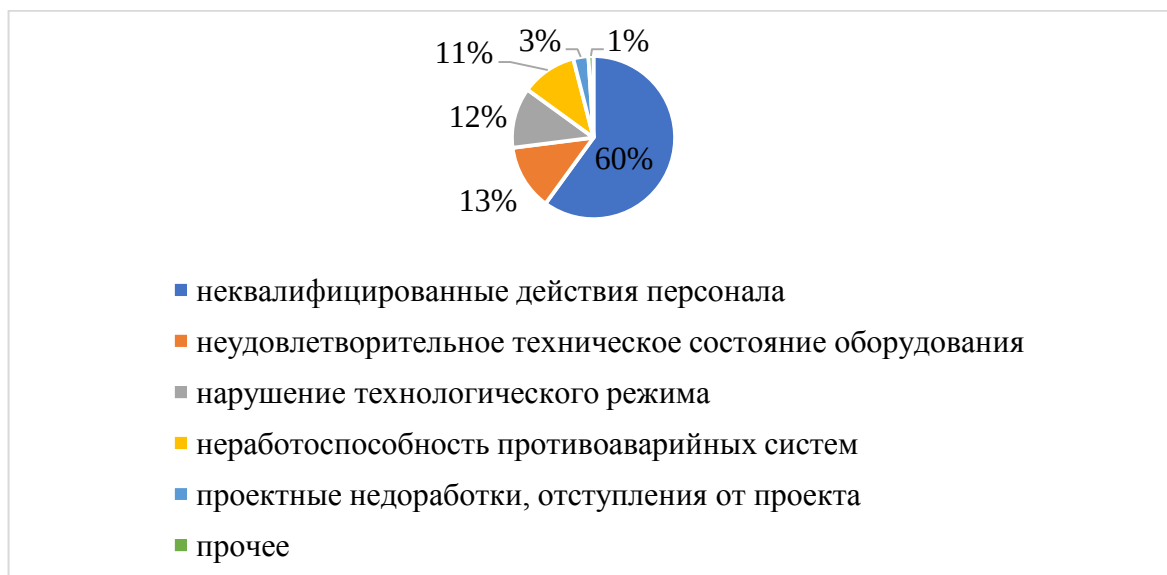


Рисунок 12 – Процентное распределение основных причин аварийности в МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области

«Чтобы работа технологического оборудования протекала без наличия отказов и аварий, чтобы повысить его надежность необходимо предусмотреть превентивные мероприятия. В данных мероприятиях главное состоит в таких действиях» [3]:

- «систематическое проведение работ по диагностике состояния паропроводов и технологического оборудования на базе современных технических средств;
- постоянный контроль изоляционных и антикоррозионных покрытий паропроводов;
- использование современных систем связи для оперативной передачи

информации о состоянии наиболее опасных технологических участков;

- совершенствование способов и служб контроля утечек и систематического надзора за техническим состоянием всех технологических блоков;
- дополнительная противоаварийная подготовка персонала на специальных тренажах (с привлечением специалистов в области обеспечения промышленной безопасности) по обработке действий в опасных условиях при конкретных сценариях развития аварий на всех технологических блоках;
- повышение уровня автоматизации и главное – применение надежных в эксплуатации датчиков, преобразователей, систем автоматики и телемеханики;
- учет информации об авариях, отказах, неполадках и осложнениях в ходе технологического процесса с использованием современных средств обработки, хранения и оперативной передачи данных» [3].

План локализации и ликвидации последствий аварий для МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области представлен в таблице 4.

Таблица 4 - План локализации и ликвидации последствий аварий для МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области

Действие	Последовательность	Ответственный
Сообщение о ЧС	Сообщение по телефону соответствующим службам, оповещение персонала	Обнаруживший ЧС
Эвакуация персонала	Эвакуация согласно планам	Ответственные за ЧС и пожарную безопасность
Пункты размещение эвакуированных	Размещение эвакуированных в заранее согласованных зданиях	Ответственные за ЧС и пожарную безопасность

Продолжение таблицы 4

Действие	Последовательность	Ответственный
Отключение эл.энергии	В случае тушения пожара водой и после эвакуации	Электрик, ответственные за ЧС и пожарную безопасность
Организация встречи спасательных подразделений	Информация спасательным подразделениям о ходе эвакуации	Ответственные за ЧС и пожарную безопасность

Для МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области можно в качестве мероприятий предложить следующее: «организация учебных курсов, курсов повышения квалификации, промежуточных аттестаций, тестирований» [3].

Выводы по седьмому разделу

Итак, в седьмом разделе охарактеризованы возможные аварии на МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области, представлено процентное распределение основных причин аварийности в МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области проанализировано внедрение современных технологий и методов при проведении аварийно-спасательных работ, представлен план локализации и ликвидации последствий аварий.

8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий по улучшению охраны условий труда в МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области представлен в таблице 5.

Таблица 5 - План мероприятий по улучшению охраны условий труда

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения
МУП «Санитарная очистка»	Применение датчика фиксации давления	Непрерывный анализ и фиксация значений параметров давления	15.08.2022-01.02.2023	Отдел главного инженера Отдел метрологии Отдел охраны труда

Исходные данные для расчета представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	Данные по годам		
			2019	2020	2021
«Среднесписочная численность работающих» [13].	N	чел	201	201	202
«Количество страховых случаев за год» [13].	K	шт.	2	2	1
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [13].	S	шт.	2	2	1
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [13].	T	дни	21	25	14
«Сумма обеспечения по страхованию» [13].	O	млн. руб.	0,02	0,02	0,01
«Фонд заработной платы за год» [13].	ФЗП	млн. руб.	72,3	74,5	78,2
«Число рабочих мест, на которых проведена специальная оценка условий труда» [13].	q11	шт.	201	201	202

Продолжение таблицы 6

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2019	2020	2021
«Число рабочих мест, подлежащих проведению специальной оценки условий труда» [13].	q12	шт.	201	201	202
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда» [13].	q13	шт.	201	201	202
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [13].	q21	шт.	201	201	202
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [13].	q22	шт.	201	201	202

«Показатель $a_{\text{стр}}$ рассчитывается по следующей формуле» [13]:

$$a_{\text{стр}} = \frac{O}{V} \quad (1)$$

где « O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [13];

« V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [13].

$$a_{\text{стр}} = \frac{0,02 + 0,02 + 0,01}{0,94 + 0,97 + 1,02} = 0,02$$

$$V = \sum \PhiЗП \cdot t_{\text{стр}} \quad (2)$$

где « $t_{\text{стр}}$ – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [13].

$$V_{2019} = 72,3 \cdot 1,3\% = 0,94$$

$$V_{2020} = 74,5 \cdot 1,3\% = 0,97$$

$$V_{2021} = 78,2 \cdot 1,3\% = 1,02$$

«Количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [13]:

$$b = \frac{K \cdot 1000}{N} \quad (3)$$

«где «K – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [13];

«N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [13].

$$b = \frac{5 \cdot 1000}{202} = 24,8$$

«Количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай» [13]:

$$c = \frac{T}{S} \quad (4)$$

где «T – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [13];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [13].

$$c_{2021} = \frac{60}{5} = 12$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда» [13]:

$$q_1 = \frac{q_{11} - q_{13}}{q_{12}} \quad (5)$$

где « q_{11} – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке» [13];

« q_{12} – общее количество рабочих мест» [13];

« q_{13} – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [13].

$$q_1 = \frac{202 - 202}{2} = 0$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров» [13]:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}} \quad (6)$$

«где q_{21} – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [13];

« q_{22} – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [13].

$$q_2 = \frac{202}{0} = 0$$

«Рассчитанные показатели меньше значений основных показателей, определим размер скидки по формуле» [13]:

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{\text{стр}}}{a_{\text{вэд}}} + \frac{b_{\text{стр}}}{b_{\text{вэд}}} + \frac{c_{\text{стр}}}{c_{\text{вэд}}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100 \quad (7)$$

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0,02}{0,5} + \frac{24,8}{25,5} + \frac{12}{97,74} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100 = 1,13$$

«Размер страхового тарифа на следующий год» [13]:

$$t_{\text{стр}}^{2021} = t_{\text{стр}}^{2020} + t_{\text{стр}}^{2020} \cdot C \quad (8)$$

$$t_{\text{стр}}^{2021} = 1,3 - 1,3 \cdot 1,13\% = 1,29$$

«Размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [11]:

$$V^{2021} = \Phi \Pi^{2020} \cdot t_{\text{стр}}^{2021} \quad (9)$$

$$V^{2021} = 1,3 \cdot 1,29\% = 0,02$$

«Размер снижения страховых взносов» [11]:

$$\Xi = V^{2020} - V^{2021} \quad (10)$$

$$\Xi = 1,02 - 0,02 = 1$$

Исходные данные для расчета представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные для расчета

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
«Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [13].	Ч _і	чел.	6	2
«Годовая среднесписочная численность работников» [13].	ССЧ	чел.	202	
«Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [13].	Ч _{нс}	чел.	1	0
«Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [13].	Д _{нс}	дн	14	0
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [13].	Ф _{план}	дни	247	247
«Время оперативное» [13].	t _о	мин	15	13
«Время обслуживания рабочего места» [13].	t _{ом}	мин	10	9
«Время на отдых» [13].	t _{отл}	мин	5	5
«Ставка рабочего» [13]	T _{чс}	руб/час	75	
«Коэффициент доплат» [13].	k _{допл.}	%	–	
«Продолжительность рабочей смены» [13].	T	час	8	
«Количество рабочих смен» [13].	S	шт	2	
«Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем» [13].	μ		2	
Единовременные затраты	З _{ед}	руб.	115500	

«Уменьшение численности занятых (ΔЧ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [13]:

$$\Delta\text{Ч} = \frac{\text{Ч}_1 - \text{Ч}_2}{\text{ССЧ}} \cdot 100\% \quad (11)$$

«ССЧ– годовая среднесписочная численность работников, чел» [13].

$$\text{Ч} = \frac{6 - 2}{202} \cdot 100\% = 1,98$$

«Коэффициент частоты травматизма» [13]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{\text{Ч}_{\text{нс}} \cdot 1000}{\text{ССЧ}} \quad (12)$$

$$K_{\text{ч1}} = \frac{5 \cdot 1000}{202} = 27,4$$

$$K_{\text{ч2}} = \frac{0 \cdot 1000}{202} = 0$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [13]:

$$K_{\text{т}} = \frac{D_{\text{нс}}}{\text{Ч}_{\text{нс}}} \quad (13)$$

«где $\text{Ч}_{\text{нс}}$ – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [13].

$$K_{\text{т1}} = \frac{60}{5} = 12$$

$$K_{\text{т2}} = \frac{0}{0} = 0$$

«Изменение коэффициента частоты травматизма» [13] ($\Delta K_{\text{ч}}$):

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{K_{\text{ч2}}}{K_{\text{ч1}}} \quad (14)$$

$$\Delta K_{\text{ч}} = 100 - \frac{0}{27,4} = 100$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма» [13] (ΔK_T):

$$\Delta K_T = 100 - \frac{K_{T2}}{K_{T1}} \quad (15)$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{0}{12} = 100$$

«Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год» [13]:

$$ВУТ = \frac{100 \cdot D_{НС}}{ССЧ} \quad (16)$$

$$ВУТ_1 = \frac{100 \cdot 60}{202} = 2,97 \text{ дн.}$$

$$ВУТ_2 = \frac{100 \cdot 0}{202} = 0 \text{ дн.}$$

«Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего» [13]:

$$\Phi_{ФАКТ} = \Phi_{ПЛАН} - ВУТ \quad (17)$$

$$\Phi_{ФАКТ1} = 247 - 2,97 = 244,03 \text{ дн.}$$

$$\Phi_{ФАКТ2} = 247 - 0 = 247 \text{ дн.}$$

«Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда» [13]:

$$\Delta\Phi_{\text{ФАКТ}} = \Phi_{\text{ФАКТ2}} - \Phi_{\text{ФАКТ1}} \quad (18)$$

$$\Delta\Phi_{\text{ФАКТ}} = 247 - 244,03 = 2,97 \text{ дн.}$$

«Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу» [13]:

$$\Xi_{\text{ч}} = \frac{\text{ВУТ}_1 - \text{ВУТ}_2}{\Phi_{\text{ФАКТ1}}} \cdot \text{Ч}_1 \quad (19)$$

« $\Phi_{\text{факт1}}$ – фактический фонд рабочего времени 1 рабочего до проведения мероприятия, дни» [13].

$$\Xi_{\text{ч}} = \frac{2,97 - 0}{244,03} \cdot 2 = 0,02$$

«Общий годовой экономический эффект ($\Xi_{\text{Г}}$) от мероприятий» [13]:

$$\Xi_{\text{Г}} = \Xi_{\text{МВ}} + \Xi_{\text{УСЛ.ТР}} + \Xi_{\text{СТРАХ}} \quad (20)$$

«Среднедневная заработная плата» [13]:

$$\text{ЗПЛ}_{\text{ДН}} = \text{T}_{\text{час}} \cdot \text{T} \cdot \text{S} \cdot (100\% + \text{k}_{\text{допл}}) \quad (21)$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{ДН}} = 75 \cdot 8 \cdot 2 \cdot (100\% + 0) = 761,3 \text{ руб.}$$

«Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве» [13]:

$$\text{Р}_{\text{МЗ}} = \text{ВУТ} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{ДН}} \cdot \text{x} \cdot \mu \quad (22)$$

$$P_{M31} = 2,97 \cdot 761,3 = 2261,1 \text{ руб.}$$

$$P_{M32} = 0 \cdot 761,3 \cdot 2 = 0 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия материальных затрат» [13]:

$$\mathcal{E}_{M3} = P_{M31} - P_{M32} \quad (23)$$

«где P_{M31} , P_{M32} — материальные затраты в связи с несчастными случаями до и после проведения мероприятий, руб» [13].

« $T_{\text{чс}}$ — часовая тарифная ставка, руб/час» [13].

$$\mathcal{E}_{M3} = 2261,1 - 0 = 2261,1 \text{ руб.}$$

«Среднегодовая заработная плата» [13]:

$$ЗПЛ_{\text{год}} = ЗПЛ_{\text{дн}} \cdot \Phi_{\text{план}} \quad (24)$$

$$ЗПЛ_{\text{год1}} = 761,3 \cdot 247 = 188041,1 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{\text{год2}} = 761,3 \cdot 244,03 = 185780,1 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот» [13]:

$$\mathcal{E}_{\text{УСЛ.ТР}} = (Ч_1 - Ч_2) \cdot (ЗПЛ_{\text{год1}} - ЗПЛ_{\text{год2}}) \quad (25)$$

«где $ЗПЛ_{\text{дн}}$ — среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб» [13].

$$\mathcal{E}_{\text{УСЛ.ТР}} = (6 - 2) \cdot (188041,1 - 185780,1) = 9044 \text{ руб.}$$

«Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование» [13]:

$$\mathcal{E}_{\text{СТРАХ}} = \mathcal{E}_{\text{УСЛ.ТР}} \cdot t_{\text{стр}} \quad (26)$$

«где $t_{\text{страх}}$ — страховой тариф» [13].

$$\mathcal{E}_{\text{СТРАХ}} = 9044 \cdot 0,65 = 5878,6 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = 2261,4 + 9044 + 5878,6 = 22248,6 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий» [13]:

$$T_{\text{ед}} = \frac{3_{\text{ед}}}{\mathcal{E}_{\Gamma}} \quad (27)$$

$$T_{\text{ед}} = \frac{115500}{22248,6} = 5,19 \text{ г.}$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [13]:

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{T_{\text{ед}}}$$

«где $T_{\text{ед}}$ – срок окупаемости единовременных затрат, год» [13].

$$E_{\text{ед}} = \frac{1}{5,19} = 0,19$$

«Прирост производительности труда за счет уменьшения затрат времени» [13]:

$$П_{\text{тр}} = \frac{t_{\text{шт}1} - t_{\text{шт}2}}{t_{\text{шт}1}} \cdot 100\% \quad (28)$$

«Прирост производительности труда за счет экономии численности работников» [13]:

$$П_{Эч} = \frac{Эч \cdot 100\%}{ССЧ - Эч} \quad (29)$$

$$П_{Эч} = \frac{0,02 \cdot 100\%}{202 - 0,02} = 0,01$$

Выводы по восьмому разделу

В восьмом разделе был сделан вывод о том, что предлагаемое мероприятие - применение датчика фиксации давления, позволяет вести непрерывный анализ и фиксацию значений параметров давления. Что в общем позволяет получить годовой экономический эффект в размере 22248,6 тыс. руб. Срок окупаемости затрат равен 5,19 лет.

Заключение

В первом разделе охарактеризованы общие сведения для выбранного объекта: расположение, функциональное назначение, основные виды деятельности, структура управления организацией, осуществляемые технологические процессы.

Во втором разделе изучен производственный травматизм в целом по отрасли, показаны результаты анализа травматизма при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением в 2017-2021 годах, изучены причины аварий на объектах с оборудованием, работающим под давлением.

В третьем разделе рассмотрены параметры оборудования, работающего под давлением и причины аварий, которые могут привести к неисправности, которая, в свою очередь, может привести к аварии и травматизму. Также для каждого возможного нарушения параметров оборудования, работающего под давлением рассмотрены способы оперативного реагирования.

В четвертом разделе предлагается к внедрению установка регуляторов давления на трубопроводах МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области. «Датчики предназначены для непрерывного преобразования значений избыточного давления, разрежения, избыточного давления-разрежения, абсолютного давления, разности давлений и гидростатического давления» [5].

В пятом разделе изучена процедура технического освидетельствования оборудования, работающего под давлением. Рассмотрены виды работ, выполняемые при этом, периоды испытания оборудования.

В шестом разделе изучены параметры условий окружающей среды и показатели эмиссии газов из азротенка МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области. В организации предлагается увеличить «контроль и поддержание технологических условий, таких как pH, температура и степень аэрации, которые способствуют как

очистке сточных вод, так и дезодорации. Можно также предпринять попытки, связанные с уменьшением биодоступности промоторов бактериальной продукции отдельных одорантов путем связывания их, например, с металлами, содержащимися в различных реагентах, которые направлены на улучшение процесса очистки сточных вод» [5].

В седьмом разделе охарактеризованы «возможные аварии на МУП «Санитарная очистка» Сорочинского городского округа Оренбургской области, проанализировано внедрение современных технологий и методов при проведении аварийно-спасательных работ» [15].

В восьмом разделе был сделан вывод о том, что предлагаемое мероприятие - применение датчика фиксации давления, позволяет вести непрерывный анализ и фиксацию значений параметров давления. Что в общем позволяет получить годовой экономический эффект в размере 22248,6 тыс. руб. Срок окупаемости затрат равен 5,19 лет.

Список используемых источников

1. Бандурин М. А. Совершенствование методов проведения эксплуатационного мониторинга // Гидротехника. №9. С. 21-26.
2. Бишутин С. Г. Причины возникновения и последствия гидроудара // Трубопроводные системы. 2021. №4. С. 11-19.
3. Булавка Ю. А., Кожемятов Ю. А. Актуальные проблемы обеспечения безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. №4. С. 17-24.
4. Буренин В. В. Новые способы и устройства для очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий // Экология и промышленность России. 2019. № 9. С. 12-15.
5. Голицын А. Н. Основы промышленной экологии. М. : Academia, 2018. 239 с.
6. Гончарук В. В. Комплексная очистка сточных вод // Химия и технология воды. 2020. № 1. С. 55-66.
7. Гусева Т. В., Бегак М. В., Молчанова Я. П. Углеродный след коммунальных очистных сооружений: оценка, сокращение, сертификация // Техническое регулирование. 2021. №4. С. 48-54.
8. Даценко В. В. Очистка сточных вод // Экология производства. 2022. № 12. С. 65-69.
9. Ильин В. И. Разработка технологических решений по очистке сточных вод до предельно допустимых концентраций // Экология промышленного производства. 2021. № 1. С. 66-68.
10. Кондакова Н. В. Мозгунова А. А., Гаврилина Ю. А., Серпокрылов Н. С. Оценка состояния воздуха рабочей зоны и выделяемых запахов в условиях крытых очистных сооружений // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. №4. С. 13-16.
11. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при

использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» [Электронный ресурс]: Приказ федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 №536. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275722?ysclid=l7tg485fd9981319997> (дата обращения: 10.09.2022).

12. Орлов В. А., Саймуллов А. В. и Мельник О. В. Изучение процесса появления дурно пахнущих запахов в канализационных сетях и анализ средств их удаления // Вестник МГСУ, 2020. № 15. С. 409–431.

13. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению раздела / Т.Ю. Фрезе. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.08.2022).

14. Резниченко Н. В. Техническое освидетельствование как способ повышения эффективности работы // Инфраструктура оборудования. №5. С. 7-12.

15. Самыгин В. Д. Процессы и аппараты очистки сточных вод. М. : Издательский дом МИСиС, 2019. 222 с.

16. Солодунов А. А. Мониторинг эксплуатационной надежности // Промышленная безопасность. №2. С. 14-20.

17. Суворов И. Ф. Способ очистки и обеззараживания сточных вод // Изобретатели -машиностроению. 2020. № 3. С. 40-41.

18. Melita J., Andrea J. Turner Creating a circular economy precinct // UTS. 2019. №5. P. 21-23.

19. Pepper G. Evaluation of sludge treatment technologies Waters // Journal of Applied Economic Research, 2020. № 3. P. 329–347.

20. Walley P. Optimizing thermal hydrolysis for reliable high digester solids: loading and performance // 12th European Biosolids & Organic Resources Conference. 2019. №6. P. 12-19.

21. Zhen G., Lu. X., Kato H. Overview of pretreatment strategies for enhancing sewage sludge disintegration and subsequent anaerobic digestion // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. № 6. P. 559–577.

22. Zhu X. The Circular Economy Opportunity for Urban and Industrial Innovation in China. Ellen macarthur foundation. 2018. – 166 p.