

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 «Внедрение риск-ориентированного подхода к безопасности технологического процесса производства олеума и серной кислоты в ПАО «КуйбышевАзот»»

Студент

В.В. Шеховцов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.п.н., доцент, С.А. Сухарева

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема бакалаврской работы заключается во внедрении риск-ориентированного подхода к безопасности технологического процесса производства олеума и серной кислоты в ПАО «КуйбышевАзот».

Цель работы заключается в анализе наиболее риск-вероятных событий и технологических моментов в производстве олеума и серной кислоты и внедрении риск-ориентированного подхода в виде прогрессивных технических решений и мероприятий, способствующих снижению вероятности этих событий для повышения уровня производственной безопасности в ПАО «КуйбышевАзот».

Основные задачи работы подразумевают выполнение:

- анализа технологического процесса производства олеума и серной кислоты;
- идентификации опасных и вредных производственных факторов при производстве олеума и серной кислоты;
- сбора и анализа уровня травматизма в организации и отрасли в целом;
- поиска, анализа и отбора известных прогрессивных технических решений;
- регламентированной процедуры разработки политики охраны труда в организации;
- анализа антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду;
- плана по предотвращению или ликвидации последствий аварийных и чрезвычайных ситуаций на производстве олеума и серной кислоты;
- расчета эффективности предложенного мероприятия.

Объем бакалаврской работы составляет 65 страниц, 8 таблиц, 9 рисунков и 26 используемых источников.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	5
Перечень сокращений и обозначений.....	6
1 Анализ технологического процесса	7
2 Анализ безопасности объекта	19
2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при производстве олеума и серной кислоты	19
2.2 Уровень производственного травматизма в организации и отрасли в целом	21
2.3 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты	24
3 Выбор инновационного технического решения	27
3.1 Применение инструментов риск-ориентированного подхода к проблематике производства олеума и серной кислоты	27
3.2 Рекомендации по обеспечению безопасности работ в процессе производства олеума и серной кислоты	29
4 Охрана труда.....	35
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	37
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	40
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	46
Заключение	61
Список используемых источников.....	62

Введение

«Химические вещества широко используются во всем обществе, оказывая как положительное, так и отрицательное воздействие на здоровье, благополучие, социально-экономические аспекты и окружающую среду» [25]. Но при правильном подходе и постоянном наблюдении за более критичными узлами производства снижается и вероятность несчастного случая, и финансовые издержки.

Основная цель риск-ориентированного подхода подразумевает под собой распределение основного контроля и ресурсов на более опасные участки производства с менее опасных. Такой подход позволяет заблаговременно обнаруживать и пресекать вероятный отрицательный исход, принимать необходимые меры по предотвращению аварий и несчастных случаев в более рискованных зонах, там, где это больше всего необходимо. Кроме того, создается возможность оптимального использования ресурсов при проведении государственного контроля, а, следовательно, и снижаются издержки для подконтрольных организаций.

Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварии на них подразделяются на четыре класса опасности и каждому классу опасности соответствует своя частота плановых проверок. При риск-ориентированном подходе имеет смысл изменять класс опасности по результатам проверки независимо от физических характеристик объекта при постоянном уменьшении несчастных и чрезвычайных случаев за определенный период. Это дает возможность уменьшить число государственных проверок для организации, поощряя ее максимально исключать и минимизировать риски, поднимая уровень безопасности, однако при выявлении большего количества правонарушений класс опасности автоматически повышается, стимулируя надзорные органы осуществлять более частые проверки и предписания для минимизации рисков на сколько это возможно по современным технологическим возможностям.

Термины и определения

В данной дипломной работе представлены следующие термины и определения:

«Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работников» [1].

«Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию» [1].

«Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме» [1].

«Безопасные условия труда – это условия труда, при которых воздействие на работающих вредных или опасных производственных факторов исключено или их уровни не превышают предельно установленных нормативов» [1].

«Рабочее место – место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя» [1].

«Средства индивидуальной и коллективной защиты работников – технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения» [1].

«Система управления охраной труда – комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели в области охраны труда у конкретного работодателя и процедуры по достижению этих целей» [1].

Перечень сокращений и обозначений

В данной дипломной работе применяются следующие сокращения:

ДК/ДА – двойное контактирование – двойная абсорбция

ОВПФ – опасные и вредные производственные факторы

ПДК – предельно допустимые концентрации

ПАЗ – противоаварийная защита

НС – несчастный случай

ООС – охрана окружающей среды

ОПО – опасный производственный объект

ОТ – охрана труда

ПЗ – профессиональные заболевания

ПЛАС – план локализации и ликвидации аварийных ситуаций

СИЗ – средство индивидуальной защиты

СОУТ – специальная оценка условий труда

ССБТ – система стандартов безопасности труда

СУОТ – система управления охраной труда

ТК РФ – Трудовой Кодекс Российской Федерации

ФЗ – Федеральный закон

ФСС – фонд социального страхования

ХОО – химически опасный объект

ЧС – чрезвычайная ситуация

1 Анализ технологического процесса

Публичное акционерное общество «КуйбышевАзот» располагается по адресу: Россия, Самарская область, г. Тольятти, улица Новозаводская, 6. Общая площадь участка 300 Га.

«КуйбышевАзот» начал работу в 1966 году. В настоящее время является головным предприятием в группе компаний «КуйбышевАзот», подразделения которой работают в Самарской, Курской, Саратовской, Ульяновской, Ростовской, Тульской областях, Краснодарском крае, Республике Мордовия, Германии, Китае и Сербии. Имеет интегрированную систему менеджмента, сертифицированную на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2015; ISO 14001:2015; OHSAS 18001:2007; IATF 16949:2016» [13].

«Высшим органом управления ПАО «КуйбышевАзот» является общее собрание акционеров. Общее руководство деятельностью компании осуществляет совет директоров. Исполнительным органом, выполняющим оперативное управление текущей деятельностью, является генеральный директор. Контроль за финансово-хозяйственной деятельностью общества осуществляется ревизионной комиссией, а также независимыми аудиторами. В составе Совета директоров ПАО «КуйбышевАзот» сформированы Комитет по аудиту, Комитет по кадрам и вознаграждениям и социальной политике, Комитет по стратегическому развитию и Комитет по корпоративному управлению, работе с акционерами и общественностью. Председателем совета директоров избран Герасименко Виктор Иванович. Генеральный директор Герасименко Александр Викторович» [13].

Завод находится в лидерах российского сегмента химической промышленности и его основной продукцией является капролактam, полиамид-6, техническая нить, аммиачная селитра, карбамид, сульфат аммония, аммиак. Также предприятие производит промышленные газы - азот, кислород, аргон.

2 декабря 2020 года на территории промышленной площадки ПАО «КуйбышевАзот» в городе Тольятти запустили в эксплуатацию новое производство серной кислоты марки «К» и улучшенного олеума. Объемы производства нового сырья в год составляют 140 тыс. т серной кислоты марки «К» и 360 тыс. т улучшенного олеума. Получаемые ресурсы используются для производства капролактама и далее для полиамидных волокон и нитей. Цель внедрения нового производства в сырьевом обеспечении и наращивании объемов производства капролактама и продуктов его переработки. Лицензиар технологии и проектировщик – компания Desmet Ballestra (Италия) – лидер по проектированию и внедрению установок по производству серной кислоты по всему миру. Производство осуществляется компанией ООО «Волгатехноол». Ее план расположения на территории ПАО «КуйбышевАзот» отображен на рисунке 1.

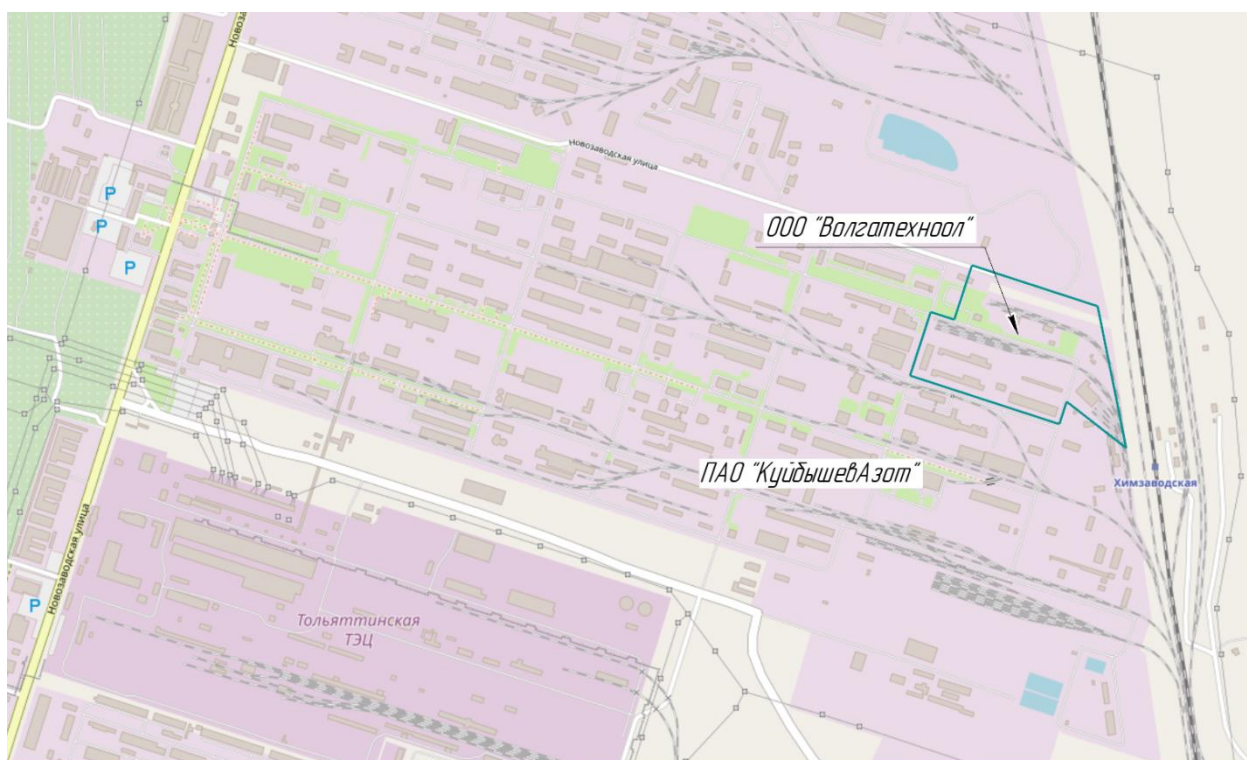


Рисунок 1 – План расположения ООО «Волгатехноол» на топографической карте

Серная кислота производится контактным методом из серы по схеме с двойным контактированием и двойной абсорбцией серного ангидрида (ДК/ДА). Процесс получения состоит из следующих стадий:

- транспортирование, прием и хранение исходного сырья;
- складирование расплавленной серы;
- осушка атмосферного воздуха;
- сжигание серы;
- утилизация тепла технологических газов в котле-утилизаторе;
- окисление сернистого ангидрида в серный;
- абсорбция серного ангидрида.

Вспомогательные стадии:

- подогрев деминерализованной воды за счет утилизации тепла серной кислоты;
- деаэрация;
- подогрев котловой питательной воды;
- перегрев пара высокого давления;
- редуцирование и охлаждение пара низкого давления;
- водооборотный цикл.

Схематично процесс получения можно описать, обратившись к рисунку 2, где приведена схема основных технологических потоков производства серной кислоты контактным методом из серы.



Рисунок 2 – Схема основных технологических потоков производства серной кислоты контактным методом из серы

Полное описание технологического процесса с обозначением основного оборудования на предприятии.

Слив расплавленной серы.

Расплавленная сера поступает в железнодорожных цистернах, оборудованных верхним сливом и системой разогрева. Разогрев серы до температуры 135-145 °С осуществляется с помощью системы электронагрева, напряжением 380 В. Для слива расплавленной серы предусмотрены эстакады слива №1 и №2 (к. 959 и к. 960 соответственно), общее количество точек слива – 60 (45 и 15, соответственно). Извлечение расплавленной серы из цистерн осуществляется за счет подачи давления технологическим воздухом равным 0,13-0,18 Мпа. Давление контролируется манометром (корпус насосной станции повышения давления 962).

После разогрева цистерну подсоединяют при помощи разгрузочного устройства ХЗ/1÷60 к сливному серопроводу, расположенному между железнодорожными путями. В цистерну подается технический воздух, расплавленная сера передавливается из цистерны и по сливному серопроводу поступает в заглубленный резервуар Е1А/В объемом 80 м³, футерованный кислотоупорным кирпичом, оборудованный греющими элементами для поддержания температуры расплавленной серы в пределах 135-145 °С. В резервуаре контролируются уровень расплавленной серы и ее температура. При достижении максимального уровня прекращается подача сжатого воздуха

в цистерны на передавливание расплавленной серы.

Из заглубленного резервуара Е1А/В расплавленная сера подается установленными в нем насосами Н2А/В в хранилища грязной серы 503V6А/В (к. 957). Предусмотрено отключение насосов при минимальном уровне в заглубленном резервуаре Е1А/В, а также по максимальному уровню в хранилищах грязной серы 503V6А/В (для исключения перелива). Хранилище грязной серы представляет собой цилиндрический аппарат вместимостью 2622 тонны. Внутри аппарата и на крышке расположены греющие элементы,

в которые подается пар избыточным давлением 0,35 МПа. Так же все серопроводы, насосы и разгрузочные устройства обогреваются паром избыточным давлением 0,35 МПа.

Фильтрация расплавленной серы (к.951/1).

Из хранилища грязной серы 503V6A/B сера по нижнему перетоку поступает в сборник грязной серы 503V7. Уровень в сборнике регулируется автоматически клапаном, установленном на перетоке. Из сборника грязной серы 503V7 расплавленная сера насосом 503P5A подается в емкость 503V1.

Для нейтрализации кислотности серы в емкость 503V1 предусмотрена подача извести. Известь загружается в бункер 500V2, дозировка извести производится шнековым питателем 500SR1. Емкость 503V1 – надземная цилиндрическая емкость с плоским дном, с перемешивающим устройством 503MX1 и внутренними змеевиками 503E1A/D, змеевики – навесные и съемные; изготовлена из углеродистой стали с облицовкой из антацидных кирпичей и изолирующим слоем. Сера из емкости 503V1 переливается в промежуточную емкость грязной серы 503V2. Данная емкость снабжена внутренними змеевиками 503E3A/B, перемешивающим устройством 503MX3, в емкости установлены питательные насосы фильтра серы 503P1A/B. Насосы подают расплавленную серу на фильтр серы 503F1A или 503F1B в зависимости от того, какой фильтр находится в работе.

После прохождения через фильтры серы 503F1A/B расплавленная сера поступает в промежуточную емкость чистой серы 503V5. Промежуточная емкость оснащена внутренними нагревателями 503E6A/B, в емкости установлен насос 503P4A, который перекачивает чистую серу в хранилище чистой серы 503V4A/B (к. 961). Хранилища чистой серы выполнены из углеродистой стали и снабжены внутренними нагревателями 503E8A÷P, 503E10A÷P съемного типа.

Из хранилищ чистой серы питательными насосами серной печи 503P3A/B расплавленная сера подается на серные горелки.

Емкость для плавления серы, емкость намывки и промежуточная емкость грязной серы оборудованы специальной системой, предназначенной для обеспечения естественной вентиляции H₂S, как для защиты персонала, так и для предотвращения возникновения взрывоопасной среды. Кроме того, предусмотрена система подачи пара среднего давления 0,6 МПа под крышки емкостного оборудования с расплавленной серой для предотвращения возможности пожара.

Потенциально загрязненный паровой конденсат от внутренних нагревателей оборудования и трубопроводов расплавленной серы по системе сбора конденсата направляется на подпитку водооборотного цикла в резервуар охлаждающей воды 4V1. Чистый паровой конденсат от паровых нагревателей направляется в емкость деминерализованной воды 514V2.

Печное и контактное отделение (к. 951).

Расплавленная сера, распыляемая форсунками с воздушным распылением, подается питательными насосами 503P3A/B на 3 серные горелки, где горит в серной печи 514H3 (горизонтального типа, с огнеупорной футеровкой) в присутствии осушенного воздуха, поступающего из сушильной башни.

Соотношение серы и воздуха контролируется для получения печного газа с содержанием 11,5 % по объему SO₂, что соответствует температуре около 1104 °С. Поскольку температура газа слишком высока для каталитического превращения, газ проходит через котел-утилизатор 514H4, соединенный с паровым барабаном 514V5, где он охлаждается до температуры примерно 381 °С.

Для достижения температуры 420 °С, которая является оптимальной для катализатора 1-го слоя контактного аппарата (конвертера) 514R1, небольшая часть газа, выходящего из печи, обходит котел-утилизатор и смешивается с охлажденным газом, поступающим из котла-утилизатора. За счет этого

технологический газ поступает на 1-й слой контактного аппарата при температуре 420 °С, и SO₂ частично превращается в SO₃.

Температура технологического газа после 1-го слоя контактного аппарата составляет 621 °С; после 1-го слоя он охлаждается в пароперегревателе 1А 514Е5 до температуры 430 °С и направляется на 2-й слой.

После 2-го слоя конвертера охлаждение технологического газа от температуры 515 °С до 430 °С происходит в горячей части горячего промежуточного теплообменника 514Е1 перед подачей на 3-й слой.

После 3-го слоя достигается равновесная концентрация триоксида серы в технологическом газе (первая ступень контактирования) и дальнейшее превращение диоксида серы в триоксид невозможно без дополнительных мероприятий.

Один из методов повышения степени превращения для таких равновесных процессов – это выведение продуктов реакции из технологического процесса. Для реализации этого метода продукт реакции (триоксид серы) выводится из технологического газа – абсорбируется в промежуточной абсорбционной башне А1 528С2 (ПАБ) и в олеумной башне 528С4 (ОБ) (первая ступень абсорбции) (к. 950). После ПАБ и ОБ содержание триоксида серы в технологическом газе равно нулю. Промежуточная абсорбция SO₃ позволяет достичь более высокого суммарного превращения на 4-м слое контактного аппарата. Абсорбция триоксида серы должна выполняться при низкой температуре. Для этого технологический газ после 3-го слоя контактного аппарата охлаждается от температуры 452 °С до 300 °С в холодном промежуточном теплообменнике 514Е2 и затем до температуры 166 °С в экономайзере 3В 514Е3. После экономайзера 3В 514Е3 технологический газ разделяется на два потока. Один поток напрямую поступает в промежуточную абсорбционную башню А1 528С2, а другой – сначала подается в олеумную башню 528С4 для получения олеума, а затем направляется в ПАБ 528С2.

Выходящий из промежуточной абсорбционной башни А1 528С2 технологический газ, содержащий SO₂, нагревается последовательно в холодном и горячем промежуточных теплообменниках 514Е2 и 514Е1, соответственно, до температуры 390 °С и затем поступает на 4-й слой конвертера 514R1 (вторая ступень контактирования).

Выходящий с 4-го слоя контактного аппарата технологический газ охлаждается от температуры 405 °С до 135 °С в экономайзере 4А,С 514Е4, затем подается в финальную абсорбционную башню А2 528С3 на окончательную абсорбцию образовавшегося триоксида серы (вторая ступень абсорбции). Газ, выходящий из финальной абсорбционной башни А2 528С3, выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу 528W1.

Система использования отходящего тепла, подготовка питательной воды котла (к. 952/2).

Производство серной кислоты и олеума спроектировано для максимального использования тепла протекающих реакций. Этапы окисления (сжигание серы и преобразование SO₂ в SO₃) – высоко экзотермические процессы. Избыточное тепло, выделяющееся на каждом этапе, рекуперируется котлом-утилизатором (газотрубный котел), экономайзерами и пароперегревателем и используется для получения перегретого пара высокого давления, который направляется на паровую турбину.

Сушильно-абсорбционное отделение. Осушка воздуха и абсорбция SO₃.

Для подогрева атмосферного воздуха в холодное время года от температуры минус 30 °С до минус 10 °С предусмотрен теплообменник с ребристой поверхностью 528Е3А/В. В подогреватель технологического воздуха 528Е3А/В подается насыщенный пар с давлением 0,6 МПа, образующийся конденсат направляется в емкость деминерализованной воды 514V2. Далее атмосферный воздух фильтруется в фильтре технологического воздуха 528F4 и подается воздуходувкой технологического воздуха 528K1 на

осушку в сушильную башню S 528C1. В сушильной башне S осушка атмосферного воздуха происходит при контакте с движущейся противотоком концентрированной серной кислотой. Осушенный атмосферный воздух затем поступает в серную печь 514H3.

Триоксид серы SO_3 , содержащийся в технологическом газе после первой и второй ступеней контактирования, абсорбируется в промежуточной абсорбционной башне A1 528C2 и в финальной абсорбционной башне A2 528C3, соответственно, циркулирующей серной кислотой H_2SO_4 . Предусмотрена работа сушильной и абсорбционных башен с совмещенным сборником кислоты 528V1 и циркуляционным насосом кислоты 528P1A. Концентрация серной кислоты, подаваемой на орошение башен – 98,5 %, температура – 82 °C.

За счет абсорбции триоксида серы концентрация кислоты на выходе из абсорбционных башен выше, чем на входе, поэтому для поддержания необходимой величины в сборнике 528V1 предусмотрена подача деминерализованной воды. Количество воды регулируется по показаниям кондуктометра, который обеспечивает высокую точность измерения концентрации продукта. Вода для разбавления подается в кислоту, которая возвращается из сушильной башни S 528C1 обратно в совмещенный сборник кислоты 528V1, через специальный смеситель 528MX1, выполненный из тефлона и сплава $ZrCo$.

За счет абсорбции триоксида серы и подачи воды на разбавление, температура серной кислоты в совмещенном сборнике кислоты 528V1 выше, чем требуется для улавливания SO_3 . Для охлаждения серной кислоты перед подачей на орошение сушильной и абсорбционных башен предусмотрены холодильники кислоты 528E1 и 528E2. В холодильнике кислоты 528E1 серная кислота охлаждается за счет подогрева воды замкнутого цикла; холодильник кислоты 528E2 охлаждается оборотной водой.

Оба холодильника кислоты представляют собой специальные кожухотрубные теплообменники, спроектированные и поставляемые MECS

вместе с электронной системой анодной защиты, предназначенной специально для минимизации коррозии металла вследствие наличия серной кислоты при высокой температуре.

Для регулирования температуры кислоты, которая подается на сушильную, промежуточную и финальную абсорбционные башни 528C1, 528C2 и 528C3, предусмотрены байпасы холодильников кислоты 528E1/E2.

Циркуляция кислоты в башнях обеспечивается циркуляционным насосом кислоты 528P1A, расположенным в совмещенном сборнике кислоты 528V1.

Кислотопроводы выполнены из специального сплава (ZeCor), поставляемого фирмой MECS. «MECS устанавливают стандарт производительности, эффективности, рекуперации энергии и сокращения выбросов» [22]. ZeCor предназначен для работы с серной кислотой при высокой концентрации (до 99,8 %), высокой температуре и высокой скорости потока кислоты 3-3,5 м/сек

Избыток образующейся в цикле абсорбционных башен серной кислоты направляется в качестве раствора разбавления в сборник олеума 528V2 и в узел получения производственной серной кислоты.

Получение олеума.

Система получения олеума состоит из олеумной башни 528C4, сборника олеума 528V2, насосов олеума 528P2A, фильтра олеума 528F5 и холодильника олеума 528E4.

Получение олеума выполняется в специальной олеумной башне 528C4, в которую поступает технологический газ после 3-го слоя контактного аппарата 514R1 и охлаждения в холодном промежуточном теплообменнике 514E2 и экономайзере 3В 514E3. После экономайзера 3В поток газа разделяется.

Часть газа поступает непосредственно в промежуточную абсорбционную башню А1, другая часть проходит через олеумную башню и затем направляется на промежуточную абсорбционную башню А1.

Концентрация олеума, подаваемого на орошение башни – 105,4 % (в пересчете на серную кислоту), температура – 40 °С.

За счет абсорбции триоксида серы концентрация олеума на выходе из олеумной башни 528С4 выше, чем на орошении. Для поддержания требуемой концентрации в сборник олеума 528V2 предусмотрена подача серной кислоты из цикла абсорбционных башен с концентрацией 98,5 %.

За счет абсорбции триоксида серы и разбавления серной кислотой, температуры олеума в сборнике олеума 528V2 выше, чем необходимо для орошения олеумной башни. Для поддержания требуемой температуры, олеум насосом 528P2А подается в башню через холодильник 528Е4.

Продукционный олеум с концентрацией 105,4 % (в пересчете на серную кислоту) и температурой 40 °С направляется Заказчику.

Разбавление кислоты.

Узел предназначен для того, чтобы оператор мог регулировать концентрацию продукционной кислоты в диапазоне 98,5-92,5 %, а также охлаждать кислоту до температуры 40°С. Узел состоит из сборника продукционной кислоты 540V1, насосов продукционной кислоты 540P1А/В (один рабочий и один резервный) и холодильника продукционной кислоты 540Е1.

Серная кислота из цикла абсорбционных башен поступает в сборник продукционной кислоты 540V1 через смеситель 540МХ1. Из сборника кислота насосом 540P1А/В подается на охлаждение в холодильник 540Е1.

После холодильника поток кислоты разделяется на две части. Одна часть в качестве продукционной кислоты направляется Заказчику. Другая часть через смеситель 540МХ1 возвращается в сборник 540V1. Для поддержания требуемой концентрации продукционной кислоты в смеситель предусмотрена подача деминерализованной воды. Смеситель выполнен из тефлона и сплава ZeCor.

2 Анализ безопасности объекта

2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при производстве олеума и серной кислоты

«Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Практика давно уже выявила и закрепила выделение из всей совокупности производственных факторов два наиболее важных и наиболее общих типа неблагоприятно действующих производственных факторов - опасные производственные факторы (ОПФ) и вредные производственные факторы (ВПФ)» [2].

Список опасных веществ, циркулирующих в технологическом обороте на предприятии:

- серная кислота;
- диоксид серы (сернистый ангидрид, сернистый газ, SO₂);
- триоксид серы (серный ангидрид, серный газ, триокись серы, SO₃);
- олеум;
- природный газ.

Где природный газ используется только в закрытой печи для запуска непрерывной установки в малых объемах.

Для более подробного анализа ОПФ при производстве олеума и серной кислоты рассмотрим должность аппаратчика подготовки сырья и отпуска полуфабрикатов и продукции производства серной кислоты марки К и олеума.

Перечень особо опасных мест цеха по производству серной кислоты и олеума на которых работник подвержен наибольшей травмоопасности приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень особо опасных мест цеха по производству серной кислоты и олеума.

Наименование места	Характер опасности
Площадки обслуживания точек слива олеума и серной кислоты	Химические ожоги в результате пропусков продукта вследствие разгерметизации трубопроводов и оборудования
Помещение насосных	Отравление, химический ожог в результате пропусков продуктов вследствие разгерметизации трубопроводов и оборудования и повышении концентрации вредных веществ выше ПДК

Основные опасности, обусловленные особенностями технологического процесса, выполнения отдельных операций, технологического оборудования и условиями его эксплуатации:

- поражение электрическим током, при подключении цистерн с расплавленной серой на разогрев;
- отравление сернистым ангидридом при загорании серы;
- механические травмы при подготовке цистерн к сливу серы, при чистке фильтров от кека, при производстве работ неисправным инструментом;
- термический ожог паром, горячей водой, конденсатом, расплавленной серой при соприкосновении с коммуникациями и при их пропусках;
- отравление сернистым и серным ангидридом при нарушении герметичности оборудования;
- отравление пылью контактной массы при загрузке и выгрузке контактного аппарата;
- химические и термические ожоги при сливе конденсата серной кислоты из теплообменников, пароперегревателей и экономайзеров;
- химические и термические ожоги концентрированной серной кислотой;
- возможный пролив агрессивных и токсичных веществ при устранении пропусков (подтяжке сальников, фланцев, снятии и установке заглушек), ремонте насосов

- механические травмы при пользовании неисправным инструментом, подготовке цистерн к заливу и сливу серной кислоты, серы при отсутствии ограждений на движущихся механизмах.

2.2 Уровень производственного травматизма в организации и отрасли в целом

Изучив документацию о произошедших несчастных случаях на предприятии ПАО «КуйбышевАзот», мною приведены результаты исследования производственного травматизма по следующим критериям: статистика травматизма за 5 лет, анализ причин производственного травматизма, статистика по стажу работы и по возрасту работающего персонала.

На рисунке 3 представлена статистика несчастных случаев за последние 5 лет.

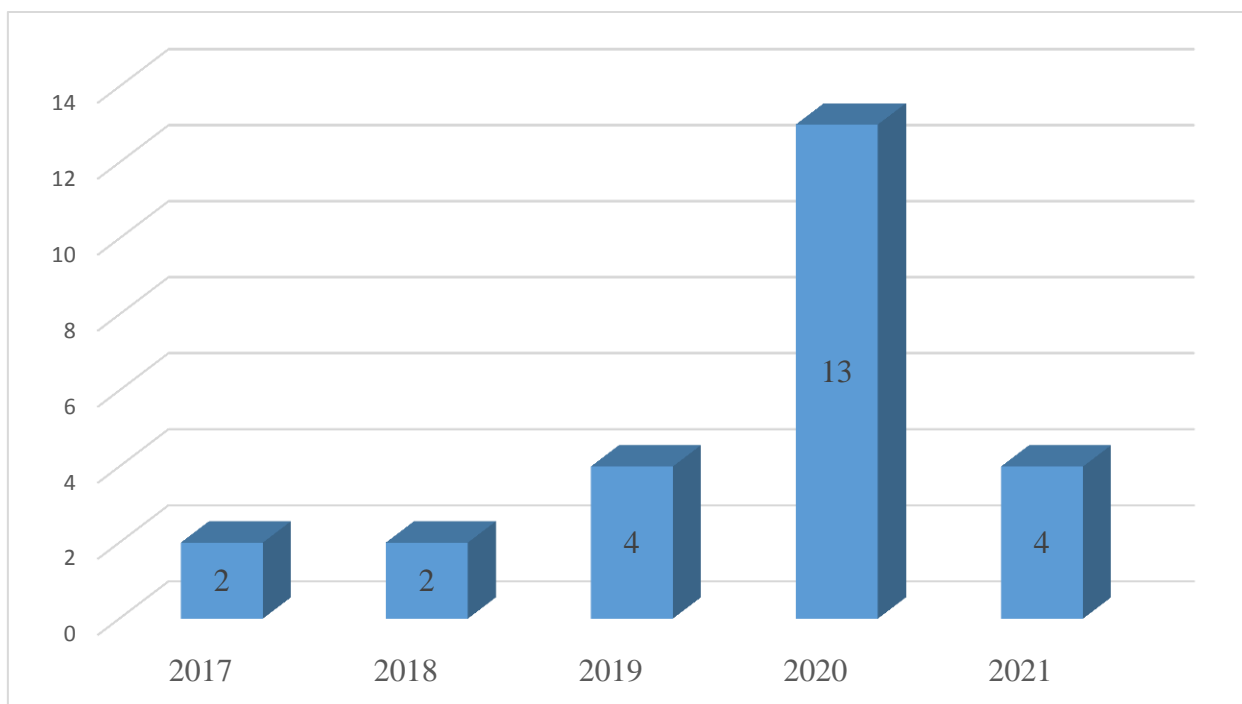


Рисунок 3 – Общее количество несчастных случаев за последние 5 лет

На рисунке 4 представлен анализ причин производственного травматизма.

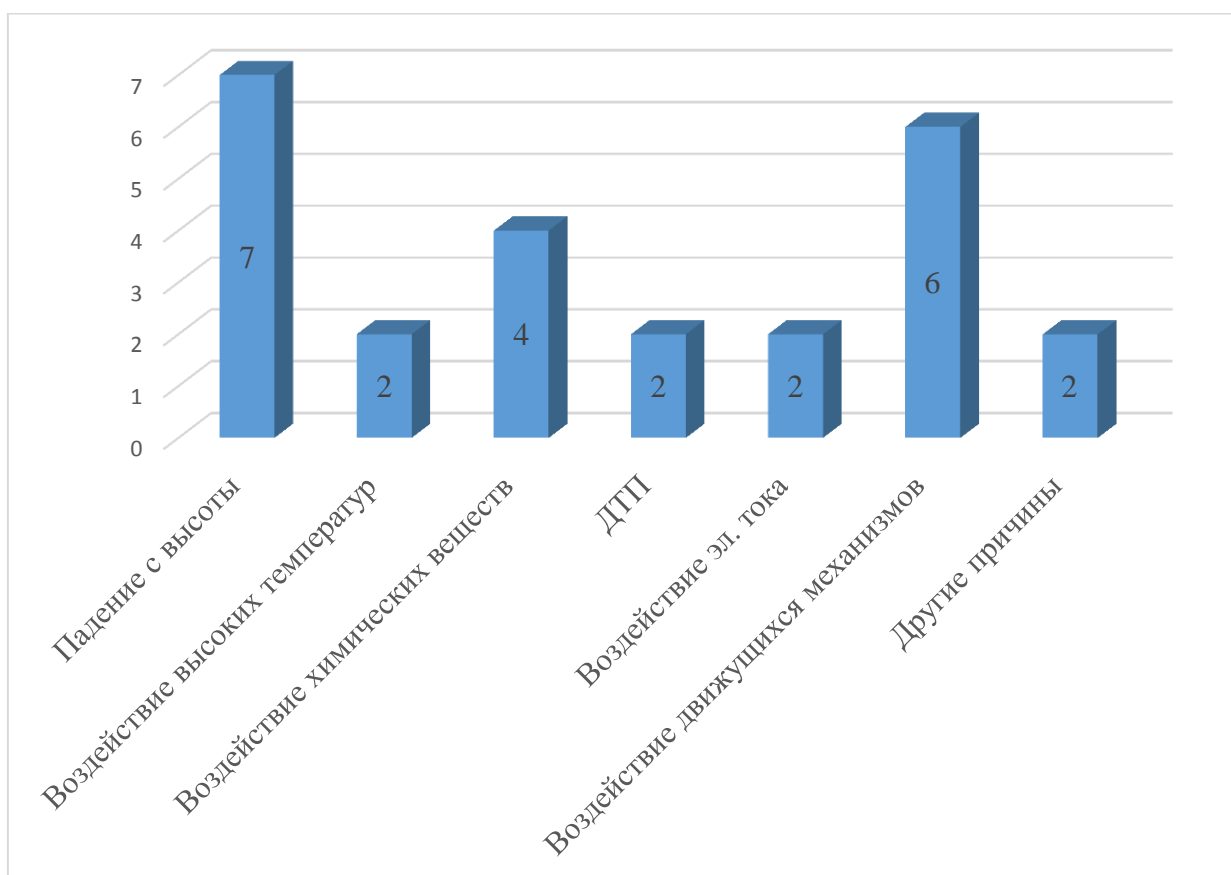


Рисунок 4 – Анализ причин производственного травматизма

По статистике на 5 лет в ПАО «КуйбышевАзот» было зарегистрировано 25 несчастных случаев.

В общей структуре причин несчастных случаев на Предприятии лидируют причины организационного характера: неудовлетворительная организация производства работ, нарушение технологического процесса, нарушение работником дисциплины труда, неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территории.

Рассмотрим статистику производственного травматизма по стажу работы, представленную на рисунке 5.

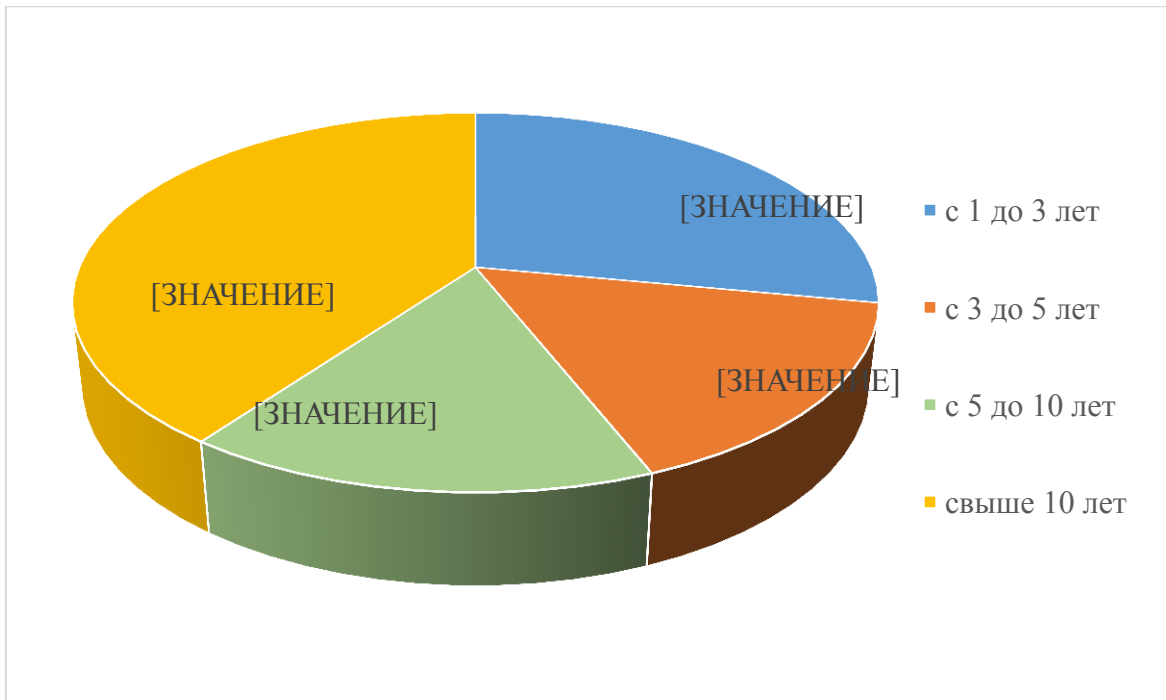


Рисунок 5 – Статистика производственного травматизма по стажу работы

Так же стоит проанализировать статистику несчастных случаев по возрасту пострадавших, представленную на рисунке 6.

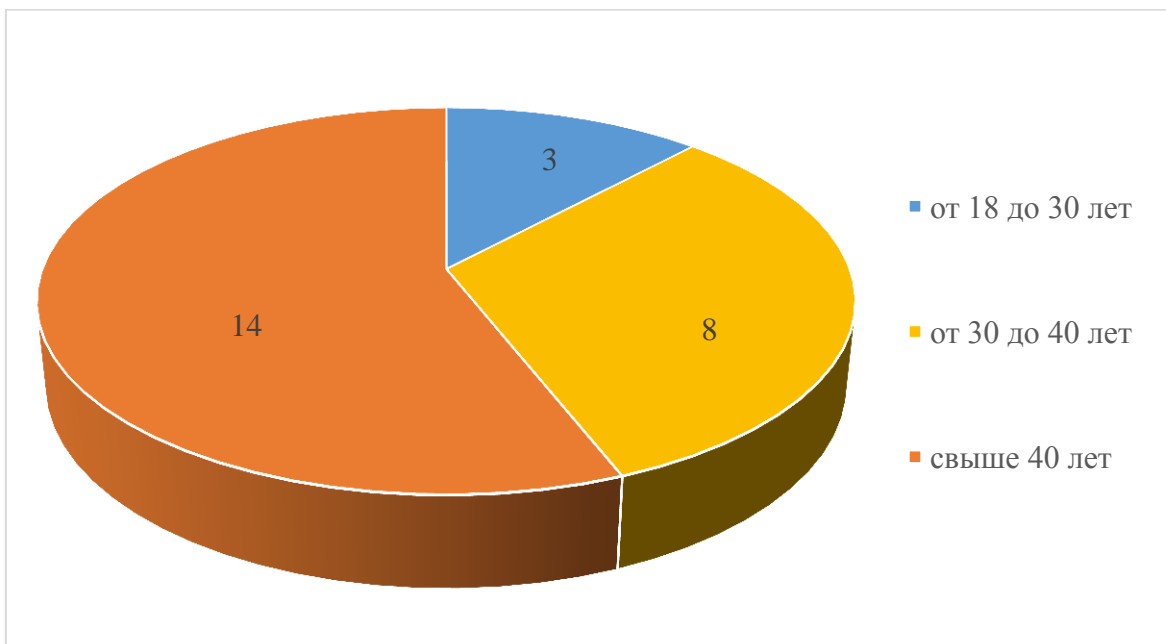


Рисунок 6 – Статистика несчастных случаев по возрасту пострадавших

Из полученных данных можно сделать вывод о повышении несчастных случаев, связанных в основном с большим опытом работы и возрастом, из чего можно сделать вывод, что с возрастом и объемным стажем работник становится менее осторожным и пренебрежительным к нормам охраны труда и промышленной безопасности, что является ошибкой.

2.3 Анализ обеспеченности персонала средствами индивидуальной и коллективной защиты

«Ответственность за своевременную и в полном объеме выдачу работникам прошедших в установленном порядке сертификацию или декларирование соответствия СИЗ в соответствии с типовыми нормами, за организацию контроля за правильностью их применения работниками, а также за хранение и уход за СИЗ возлагается на работодателя» [12].

«Обеспечение безопасности на рабочем месте включает в себя предоставление инструкций, процедур, обучение и надзор, чтобы побудить людей работать безопасно и ответственно» [23].

Аппаратчику подготовки сырья и отпуска полуфабрикатов и продукции производства серной кислоты и олеума должна быть выдана соответствующая специальная одежда, спецобувь и средства индивидуальной защиты дыхания в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 11.08.2011 № 906н (ред. от 20.02.2014) "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" [3].

Аппаратчику подготовки сырья производства серной кислоты марки К и олеума в соответствии положены к выдаче такие средства индивидуальной защиты как:

- «костюм для защиты от растворов кислот и щелочей (2 шт.) [3];
- сапоги резиновые с защитным подноском (2 пары) [3];
- перчатки с полимерным покрытием (4 пары) [3];
- перчатки для защиты от растворов кислот и щелочей (12 пар) [3];
- очки защитные (до износа) [3];
- средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее (до износа)» [3].

Спецодежда в обязательном порядке должна быть исправной, чистой, застегнутой на все пуговицы, стеснять движений не должна. Перед началом смены должен быть проведен внешний осмотр личного фильтрующего противогаза и осуществлена проверка его на герметичность.

Персонал обеспечен соответствующими средствами индивидуальной защиты (спецодежда, спецобувь, рукавицы, резиновые перчатки, фильтрующий противогаз марки В или БКФ, защитные очки).

Из коллективных средств защиты имеются приточно-вытяжная вентиляция на рабочем месте аппаратчика подготовки сырья и полуфабрикатов.

Так же, в соответствии с СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» «при организации технологических процессов и эксплуатации оборудования, характеризующихся применением и выделением вредных веществ (газов, паров, жидкостей), в рабочих помещениях следует предусматривать гидранты, фонтанчики с автоматическим включением или души для немедленного смывания агрессивных химических веществ при попадании на кожные покровы и слизистые оболочки глаз.» [4].

Аварийные души безопасности с промывкой глаз, имеющиеся на предприятии изображены на рисунке 7.

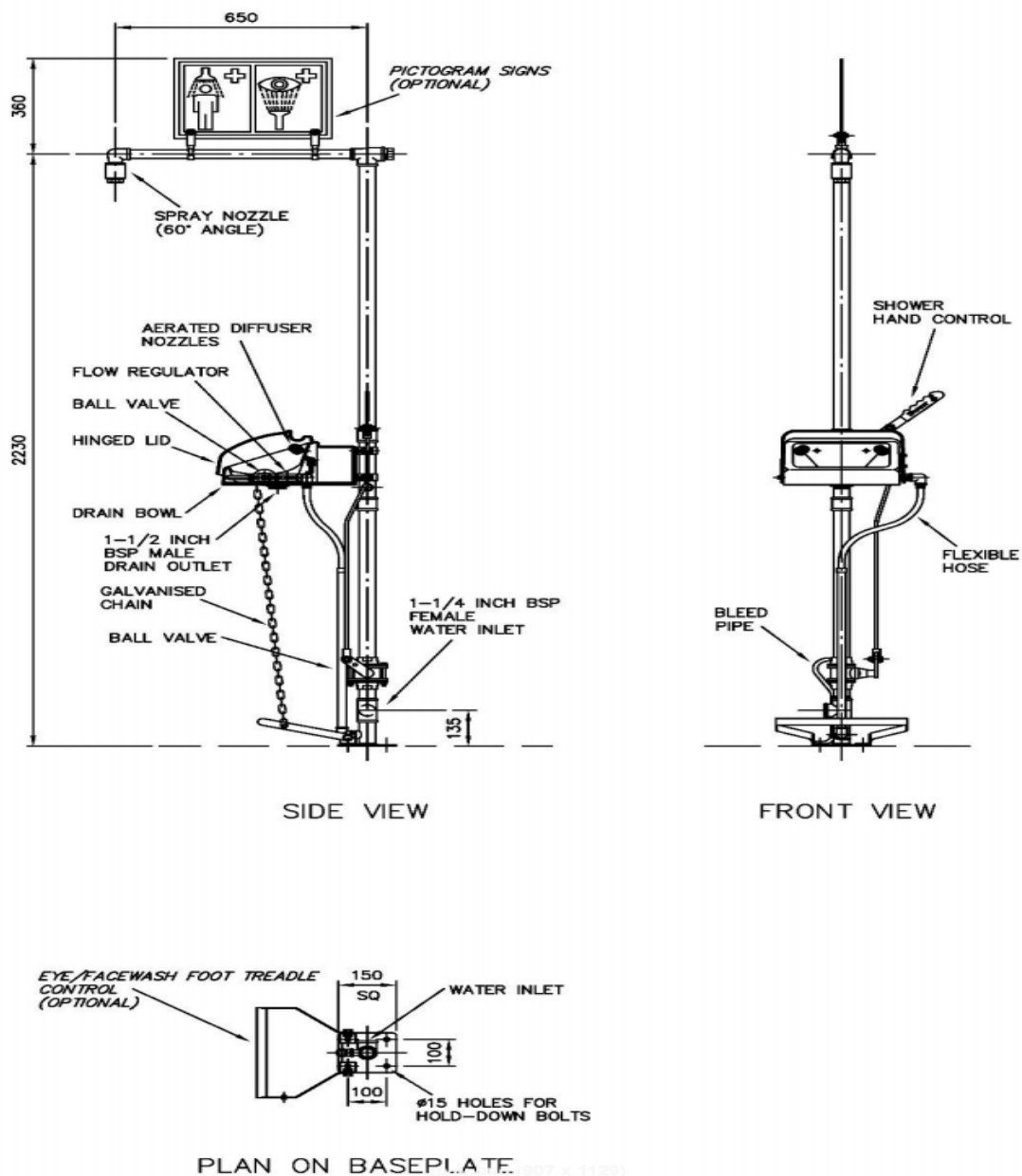


Рисунок 7 – Аварийные души безопасности с промывкой глаз

Аварийные души и раковины самопомощи (фонтанчики) объединены с системой холодного водоснабжения, обеспечивающей постоянный поток чистой воды. Во избежание переохлаждения организма температура поддерживается в пределах от 15 до 25 градусов Цельсия. Все сотрудники должны знать места расположения аварийных душ, способы их использования и правила поведения в случае аварийных ситуаций.

3 Выбор инновационного технического решения

3.1 Применение инструментов риск-ориентированного подхода к проблематике производства олеума и серной кислоты

Статья 11 Федерального закона №116 от 21.07.1997 указывает на обязанность «организовать и осуществить производственный контроль, и создать системы управления промышленной безопасностью, обеспечивающие идентификацию риска аварий на ОПО» [5].

«На различных стадиях жизненного цикла ОПО основная цель анализа риска аварий достигается постановкой и решением соответствующих задач в зависимости от необходимой полноты анализа опасностей аварий, которая определяется требованиями разработки декларации промышленной безопасности, специальных технических условий, обоснования безопасности ОПО, отчета о количественной оценке риска аварий и иных документов, использующих результаты анализа риска аварий» [6].

Основная цель риск-ориентированного подхода подразумевает под собой распределение основного контроля и ресурсов на более опасные участки производства с менее опасных. Такой подход позволяет вовремя принимать необходимые меры по предотвращению аварий и несчастных случаев там, где это более всего вероятно. Кроме того, создается возможность оптимального использования ресурсов при проведении государственного контроля, а, следовательно, снижаются издержки для подконтрольных организаций.

Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварии на них подразделяются на четыре класса опасности и каждому классу опасности соответствует своя частота плановых проверок. При риск-ориентированном подходе имеет смысл изменять класс опасности по результатам проверки независимо от физических характеристик объекта при отрицательной динамике НС и ЧС за определенный период. Это

дает возможность уменьшить число государственных проверок для организации, поощряя ее максимально исключать и минимизировать риски, поднимая уровень безопасности.

Осуществить оценку рисков поможет матрица рисков. Пример матрицы рисков указан в таблице 2.

Таблица 2 – Пример матрицы рисков

Последствия риска, потенциальный ущерб	Вероятность возникновения причины риска				
	Случаев не было и/или вряд ли произойдет	Были случаи 5 лет назад и ранее	Возникает в среднем 1 раз в год и реже	Возникает в среднем чаще 1 раза в год, но реже 1 раза в месяц	Возникает 1 раз в месяц и чаще, велика вероятность
Соответствует законодательным и другим требованиям, но может незначительно отрицательно влиять на здоровье человека (утомляемость, мелкие порезы, ушиб)	Приемлемый	Приемлемый	Приемлемый	Приемлемый	Приемлемый
НС с легкой степенью тяжести и/или заболевание с потерей трудоспособности не более чем на 10 дней	Приемлемый	Приемлемый	Приемлемый	Допустимый	Допустимый
Групповой НС с легкой степенью тяжести и/или отравление, заболевание с потерей трудоспособности более чем на 10 дней, но не более 60	Приемлемый	Приемлемый	Допустимый	Допустимый	Значимый
НС с тяжелой степенью повреждения здоровья, проф. Заболевания, повлекшее стойкую утрату трудоспособности	Приемлемый	Допустимый	Допустимый	Значимый	Значимый
НС со смертельным исходом	Допустимый	Допустимый	Значимый	Значимый	Значимый

С помощью нее определяют возможный ущерб, а также устанавливают существующие и потенциальные причины каждого риска с определением вероятности их возникновения оценивая уровень каждого риска в соответствие с матрицей, а именно:

- приемлемый (риски, попадающие в белую зону, которые не требуют дополнительных мер управления, необходимо лишь поддерживать их на существующем уровне);
- допустимый (риски, попадающие в желтую зону, которые могут быть минимизированы применением мер управления, при необходимости разрабатываются мероприятия для их исключения или снижения);
- значимый (риски, попадающие в красную зону, которые должны быть минимизированы или исключены путем разработки мероприятий).

И в случае, если при выполнении какого-либо вида деятельности, произошел несчастный случай с проведением расследования и оформлением акта по форме Н-1, уровень риска категоризируется как значимый для всех подразделений, где этот риск приемлем.

3.2 Рекомендации по обеспечению безопасности работ в процессе производства олеума и серной кислоты

Для предложения рекомендаций были рассмотрены наиболее опасные точки производства серной кислоты и олеума, а также выделены оборудование и технологические мероприятия, имеющие наибольшую вероятность отказа или неправильного выполнения и нанесения вреда здоровью занятому на объекте персоналу.

Перечень особо опасных мест и операций при производстве работ на установках по производству олеума и серной кислоты изложен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень особо опасных мест и операций при производстве работ на установках по производству олеума и серной кислоты

Наименование работ, места	Характер опасности
Площадка обслуживания точек слива олеума и серной кислоты	Химические ожоги в результате пропусков продукта вследствие разгерметизации трубопроводов и оборудования
Помещение насосных	Отравление, химический ожог в результате пропусков продукта вследствие разгерметизации трубопроводов и оборудования и повышении концентрации вредных веществ выше ПДК
Устранение пропусков (подтяжка сальников, фланцев, снятие и установка заглушек)	Возможны проливы токсичных, пожаро и взрывоопасных продуктов
Работы по ремонту в аппаратах	Газоопасные работы внутри аппаратов
Набивка и подтяжка сальников, замена вентиляей, установка и снятие заглушек	Возможны проливы агрессивных, токсичных жидкостей
Ремонт насосов	Возможны проливы агрессивных, токсичных жидкостей

Для обеспечения безопасности работ в процессе производства олеума и серной кислоты был проведен патентно-информационный поиск на предмет наличия инновационных технических решений с применением инструментов риск-ориентированного подхода.

В патенте на изобретение RU2687848C1 по заявлению от 2018.06.28 автором Костюковым Алексеем Владимировичем представлены способ и система управления промышленной безопасностью динамического оборудования путем диагностического мониторинга (насосов, компрессоров, вентиляторов и других агрегатов, и машин, их сочетаний преимущественно в составе комплексных технологических установок). Заявителем и правообладателем данного патента на изобретение являются: Общество с ограниченной ответственностью НПЦ «Динамика» - Научно-

производственный центр «Диагностика», надежность машин и комплексная автоматизация.

«Изобретение касается обеспечения промышленной безопасности (ПБ) и диагностического вибромониторинга технического состояния динамического оборудования - насосов, компрессоров, вентиляторов и других агрегатов, и машин, их сочетаний преимущественно в составе комплексных технологических установок, на опасных производственных объектах (ОПО) нефтяной, нефтегазоперерабатывающей и химической промышленности, энергетики, металлургии, добывающей промышленности и транспорте» [7].

«Способ основан на измерении параметров вибрации в качестве диагностических признаков, выявлении типовых зон технического состояния диагностируемого оборудования, например виброускорения, с помощью системы компьютерного диагностического мониторинга, формировании базы знаний на основе осреднения статистических данных вычисления интенсивности и вероятности отказов оборудования в зависимости от текущей и суммарной наработки оборудования в каждой типовой зоне технического состояния, принимают полученные значения вероятности безотказной работы как составляющей технологической компоненты риска эксплуатации оборудования и визуализируют их в качестве прямого интегрального показателя промышленной безопасности эксплуатации оборудования в диапазоне от 0 до 1 или от 0 до 100 процентов. Технический результат заключается в оперативном, в реальном времени, получении прямой количественной оценки промышленной безопасности, повышении достоверности производственного контроля управления ПБ с позиции риск-ориентированного подхода» [7].

«Рассматриваемый способ реализуется с помощью предлагаемой системы компьютерного мониторинга» [7].

На рисунке 8 изображена структурная схема системы компьютерного мониторинга для реализации способа.

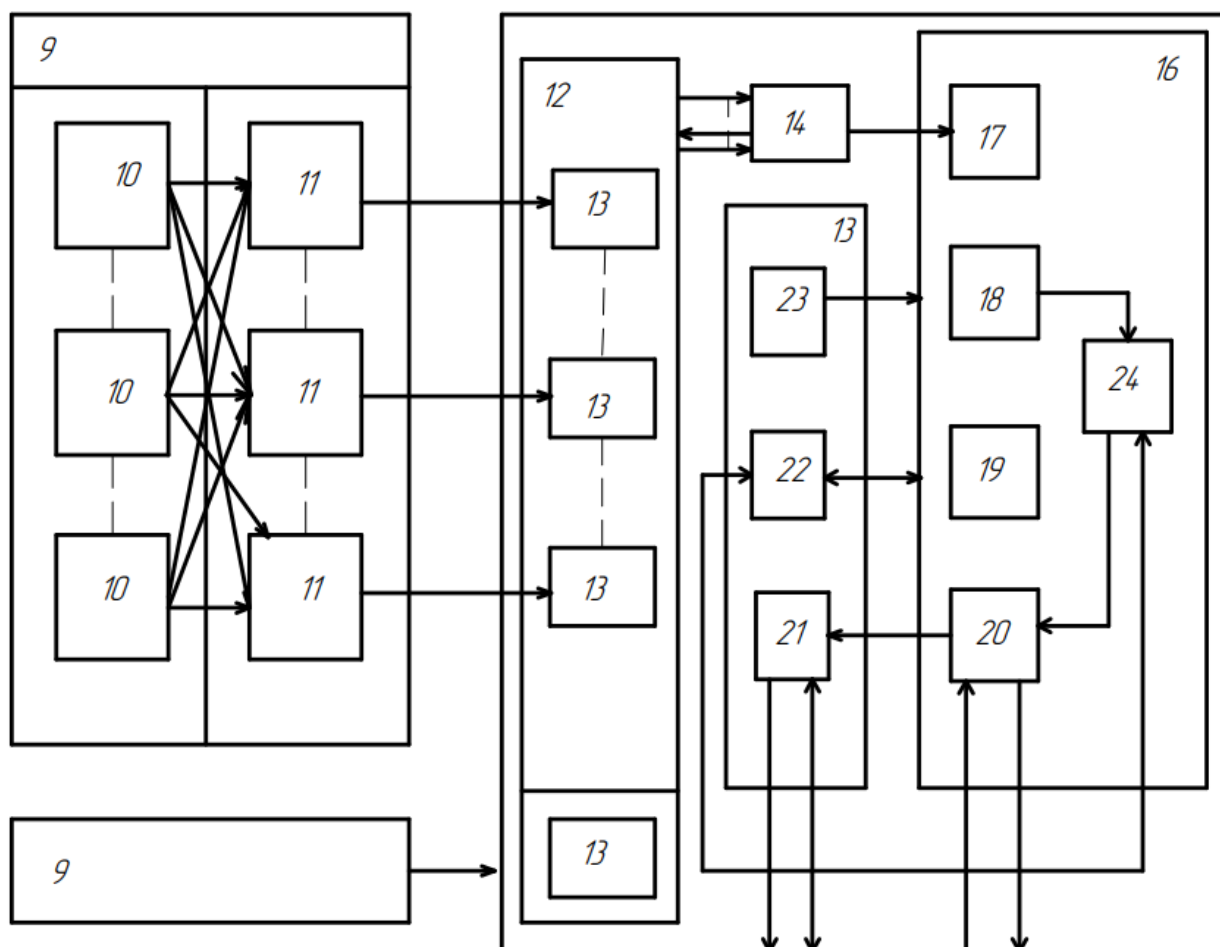


Рисунок 8 – структурная схема системы компьютерного мониторинга

«Объект мониторинга представляет собой совокупность агрегатов 9, каждый из которых содержит до m механизмов 10, подлежащих диагностированию. К таким механизмам относят те, которые ограничивают надежность и ресурс агрегатов и участков ОПО в целом и относящимся к 1 и 2 категории опасности» [7].

«Исследуемые в механизмах 10 вибрации через каналы распространения 11 поступают в систему мониторинга 12 и воспринимаются вибродатчиками 13 разного типа» [7].

«С помощью блока согласования 14 информационные сигналы от датчиков поступают в тракт управления 15 и тракт распознавания 16.

Анализатор сигналов 17 и блок формирования диагностических признаков 18 осуществляют преобразование массива входных сигналов в массив диагностических признаков, связанных с техническим состоянием проверяемых узлов, например, виброускорения a_i , посредством алгоритмов цифровой обработки сигналов» [7].

«Блок принятия решения 19 на основании входного массива диагностических признаков и эксплуатационных данных в т.ч. предельных и критических, хранящихся в тракте управления 15, определяет техническое состояние диагностируемых объектов и выдает требуемую диагностическую информацию и/или предписания по приведению объекта в нормальное состояние «Д»» [7].

«Блок отображения и регистрации 20 доводит информацию о состоянии оборудования до персонала с использованием различных каналов: визуального, звукового (голосового сообщения), печати (распечатки протокола на принтере)» [7].

«Посредством блока сетевых интерфейсов 21 информация о состоянии оборудования передается заинтересованным производственным службам по выделенным линиям локальной сети (Ethernet-каналам), каналам последовательной передачи данных, радиоканалам с использованием модемов» [7].

«Информационная база знаний (в совокупности с базой данных) 22 содержит:» [7].

- «данные конфигурации диагностируемого оборудования, статистических значений диагностических признаков, статистической информации по межремонтной наработке оборудования в каждой зоне технического состояния «Д», «ТПМ». «НДП» (по мере накопления статистики), трендов, журналов и других данных, необходимых для осуществления диагностического мониторинга оборудования в течение всего периода эксплуатации» [7];

– «знания, необходимые для работы экспертной системы и принятия решений по текущей оценке технического состояния оборудования» [7].

«Блок управления и синхронизации 23 осуществляет общее управление всей системой мониторинга по определенному алгоритму и/или набору адаптивных алгоритмов» [7].

«Дополнительно введенный в систему мониторинга 12 блок идентификации показателя ПБ 24 своим входом связан с блоком формирования диагностических признаков 16, а выходом - с базой знаний 22. В блоке 24 (программном) осуществляются вычисления формул (1), (2), (3) в процессе взаимодействия и обмена данными с блоками 18, 20, 22» [7].

«Выходные данные с предельными и критическими значениями показателя ПБ эксплуатации (в каждой зоне технического состояния узла) - значениями вероятности безотказной работы узлов оборудования передаются в базу знаний 22» [7].

«В тоже время из информационной базы знаний (в совокупности с базой данных) 22 в блок идентификации показателя ПБ 24 поступают результирующие нормативные данные интенсивности отказов λ для групп агрегатов. Из блока 24 в блок отображения и регистрации 20 передается результирующая информация по показателю промышленной безопасности $P_{ПБ}$. Показатель $P_{ПБ}$ (в процентах) визуализируется на экране монитора блока 20» [7].

Работники должны быть защищены от профессиональных рисков, которым они могут подвергаться. Это может быть достигнуто с помощью процесса управления рисками, который включает в себя анализ рисков, оценку рисков и практику контроля рисков» [24].

Предложенный способ и система мониторинга динамического оборудования ОПО обеспечит повышение оперативности производственного контроля, своевременный ремонт важных агрегатов, обеспечивающий бесперебойную и безопасную работу основной линии оборудования.

4 Охрана труда

СУОТ ПАО «КуйбышевАзот» представляет собой организационные структуры управления с фиксированными обязанностями его должностных лиц, порядки функционирования СУОТ, включая планирование и реализацию мероприятий по улучшению условий труда и организации работ по охране труда, устанавливает локальные нормативные акты и фиксирует журналы, акты, записи документации. Действие СУОТ распространяется на всей территории, во всех зданиях и сооружениях ПАО «КуйбышевАзот». Требования СУОТ обязательны для всех работников предприятия и являются обязательными для всех лиц, находящихся на территории предприятия.

Основой организации и функционирования СУОТ является положение о СУОТ. Положение о СУОТ утверждается приказом генерального директора с учетом мнения работников и первичной профсоюзной организации.

Политика работодателя в области охраны труда — это публичная декларация работодателя о намерениях выполнять обязанности по обеспечению государственных нормативных требований охраны труда [9].

Политика работодателя в области охраны труда является составной частью системы управления охраной труда (СУОТ), которую обязан обеспечить работодатель любой организации России согласно ст. 212 ТК РФ.

На ПАО «КуйбышевАзот» разработана «Политика в области качества, промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды» являющаяся публичной документированной декларацией о намерении и гарантированном выполнении обязанностей по соблюдению государственных нормативных требований охраны труда и добровольно принятых на себя обязательств.

Политика по охране труда обеспечивает:

- «приоритет сохранения жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности» [9];

- «соответствие условий труда на рабочих местах требованиям охраны труда» [9];
- «выполнение последовательных и непрерывных мер (мероприятий) по предупреждению происшествий и случаев ухудшения состояния здоровья работников, производственного травматизма и профессиональных заболеваний, в том числе посредством управления профессиональными рисками» [9];
- «учет индивидуальных особенностей работников, в том числе посредством проектирования рабочих мест, выбора оборудования, инструментов, сырья и материалов, средств индивидуальной и коллективной защиты, построения производственных и технологических процессов» [9];
- «непрерывное совершенствование и повышение эффективности системы управления ОТ» [9];
- «обязательное привлечение работников, уполномоченных ими представительных органов к участию в управлении охраной труда и обеспечении условий труда, соответствующих требованиям охраны труда, посредством необходимого ресурсного обеспечения и поощрения такого участия» [9];
- «личную заинтересованность в обеспечении, насколько это возможно, безопасных условий труда» [9];
- «выполнение иных обязанностей в области охраны труда исходя из специфики своей деятельности» [9].

Политика по охране труда доступна для всех работников ПАО «КуйбышевАзот», а также иным лицам, находящимся на территории, в зданиях и сооружениях предприятия.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Соответствуя Федеральному закону № 89-ФЗ, реализуя хозяйственную деятельность, сопровождающуюся образованием отходов, юридические лица обязаны:

- «соблюдать экологические, санитарные и иные требования, установленные законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей природной среды и здоровья человека» [14];
- «иметь техническую и технологическую документацию об использовании, обезвреживании образующихся отходов» [14].

«ПАО «КуйбышевАзот» осуществляет процедуры по обращению с отходами – обезвреживанию, утилизации, обработке и транспортировке в соответствии с бессрочно действующей лицензией ПАО «КуйбышевАзот» серия 63 № ОТ-0240 от 18.11.2016 г. «Транспортировка отходов III-IV класса опасности, обработка отходов III класса опасности, утилизация отходов III класса опасности, обезвреживание отходов III-IV класса опасности». Согласно утверждённым для предприятия нормативам образования и лимитам на их размещение (Решение № 35/16 от 15.04.2016 г. «Об утверждении нормативов образования отходов и лимитов на их размещение»)» Управления Росприроднадзора по Самарской области)» [10].

- «годовой норматив образования отходов производства и потребления для 177 их наименований составляет 1063017,3612 т» [10];
- «лимиты на размещение отходов производства и потребления для 101 их наименования в количестве 47425,457 т» [10].

ПАО «КуйбышевАзот» имеет собственные объекты для размещения и длительного хранения отходов:

- «Установка сбора и переработки шламов цеха № 9, расположенная на основной производственной площадке. Расстояние от объекта до г. Тольятти – 2,5 км, до Саратовского водохранилища – 10 км. Объект предназначен для размещения шлама очистки воды. Вместимость

объекта 170 000 м³ (200 600 т). Объект имеет систему защиты ОС – экраны бетонные и железобетонные. Осуществляется мониторинг атмосферного воздуха, грунтовых и поверхностных вод. Объект имеет государственную регистрацию согласно требованиям действующего природоохранного законодательства» [10].

- «Иловые площадки, расположенные на основной производственной площадке. Расстояние от объекта до г. Тольятти – 2,5 км, до Саратовского водохранилища – 10 км. Объект предназначен для размещения избыточного активного ила. Вместимость объекта 5 350 м³ (6 420 т). Объект имеет систему защиты ОС – экраны бетонные и железобетонные. Осуществляется мониторинг атмосферного воздуха, грунтовых и поверхностных вод. Вывоз стабилизированного ила производится согласно установленных лимитов» [10].

Основные вредные вещества, выделяемые на производстве серной кислоты и олеума представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные вредные вещества

Вредное вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны	Класс опасности вещества	Воздействие на окружающую среду
Серная кислота	1 мг/м ³	Класс опасности - II по ГОСТ 12.1.007-88	При попадании в окружающую среду серная кислота трансформируется до оксидов серы. Подавляет биохимические процессы, оказывает токсическое воздействие на теплокровных животных, рыб, растения.
Диоксид серы, (сернистый ангидрид, сернистый газ, SO ₂)	10 мг/м ³	Класс опасности - III по ГОСТ 12.1.007-88.	
Триоксид серы (серный ангидрид, серный газ, триокись серы, SO ₃)	1 мг/м ³	Класс опасности - II по ГОСТ 12.1.007-88.	
Олеум	1 мг/м ³	Класс опасности - II по ГОСТ 12.1.007-88	

«Промышленная экология стремится оптимизировать полный цикл материалов от первичного материала до готового материала, до компонента, до продукта, до отходов и до окончательной утилизации» [26].

Согласно ст. 1 Федерального закона от 10.07.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» «экологический аудит - независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований, в том числе нормативов и нормативных документов, федеральных норм и правил, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности» [11].

При проведении аудита по экологической безопасности должны соблюдаться следующие требования:

- объективность (необходима независимость аудиторов от заказчика исследования);
- компетентность (проводить аудит имеют право исключительно специалисты с подтвержденной квалификацией);
- конфиденциальность (аудиторам запрещается разглашать информацию, защищаемую законом).

Внутренний аудит не может гарантировать полной объективности и независимости, так как осуществляется персоналом предприятия, но поможет оценить соответствие предприятия нормативным экологическим стандартам и на ранних этапах выявить нарушения для их дальнейшего устранения.

Внешний же аудит проводится по инициативе заинтересованной в получении информации стороны с привлечением ее специалистов, как правило со стороны администрации

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

«Краткое описание сценария включает в себя: наименование аварии, стадии ее развития, воздействие поражающих факторов на персонал, оборудование, здания и сооружения, окружающую среду. Каждая авария может иметь несколько стадий развития и при определенных условиях может быть локализована или перейти на более высокий уровень. Для каждой стадии развития аварии устанавливается соответствующий уровень развития данной аварии, ее масштабы, причиненный ущерб и воздействия на персонал и окружающую среду» [15].

Состав объектов производства с категорией по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с СП 12.13130.2009 [19]:

- Здание сушильно-абсорбционного отделения с наружной установкой (950) с категорией В;
- Сооружение печного и контактного отделения (951) с категорией ГН;
- Производственное здание (952), в том числе: здание ЦПУ (952/1) – не категоризируется, здание подготовки питательной воды котла не являются опасными производственными объектами, но здание ЦПУ выполняется во взрывозащищенном исполнении на основании федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (952/2) с категорией Д [18];
- Сооружение ВОЦ (954) с категорией Д, ДН;
- Здание ЦТП (955) с категорией Д;
- Сооружение фильтрации расплавленной серы (956/1) с категорией ВН;
- Сооружение хранилища грязной расплавленной серы (957) с категорией ВН;

- Здание трансформаторной подстанции с контроллерной (958) с категорией В; (не является опасным производственным объектом)
- Сооружение эстакады слива расплавленной серы №1 (959) с категорией ВН;
- Сооружение эстакады слива расплавленной серы №2 (960) с категорией ВН;
- Здание насосной чистой серы с наружной установкой (961) с категорией В;
- Здание насосной станции повышения давления (962) с категорией Д;

Причины возникновения аварий условно можно объединить в три группы:

- разрушение (разгерметизация) технологического оборудования, трубопроводов, арматуры и отказы систем противоаварийной защиты объекта;
- ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

К основным причинам, приводящим к разрушениям и отказам оборудования и трубопроводов и систем ПАЗ, относятся:

- нарушение прочности технологического оборудования и трубопроводов;
- внешнее механическое повреждение оборудования и трубопроводов;
- причины, связанные с типовыми процессами;
- прекращение подачи энергоресурсов (электроэнергии).

Нарушение прочности оборудования и трубопроводов может быть вызвано заводскими дефектами труб и оборудования, дефектами сварочно-монтажных работ, хрупкостью металла, физическим износом, температурной деформацией, коррозионными процессами.

Опасности, связанные с физическим износом и коррозией, объясняются тем, что кислоты, обращающиеся на производственном объекте, обладают повышенной коррозионной активностью. Это снижает срок службы оборудования и может привести к аварийной разгерметизации и выбросу опасных веществ в окружающую среду.

Несмотря на это, коррозионное разрушение чаще всего имеет локальный характер и не приводит к серьезным последствиям, однако промедление с его локализацией может привести к дальнейшему развитию аварии.

Внешние механические повреждения оборудования и трубопроводов на открытых площадках возможны вследствие транспортных аварий, проведения погрузо-разгрузочных работ, воздействия на трубопроводы и оборудование поражающих факторов техногенных аварий на соседних объектах и технологических узлах.

В большинстве случаев, данные аварии являются следствием недостаточной квалификации персонала, несоблюдения правил технической эксплуатации и технической безопасности, отсутствием контроля со стороны лиц, ответственных за проведение работ.

Насосное оборудование различного типа и назначения работает в широком диапазоне температур и создает сильный напор, приводящий к повышенному давлению в трубопроводах. Аварийная остановка насосов может привести к нарушениям гидравлического и теплового режима системы и разрушению оборудования. Отдельные элементы конструкции насосов обладают низким уровнем надежности (особенно торцевые уплотнения), что является источником утечек жидкостей.

Причинами разгерметизации трубопроводных систем могут быть остаточные напряжения в материале трубопроводов в сочетании с напряжениями, возникающими при монтаже и ремонте, что вызывает поломку запорных устройств, образование трещин, разрывы трубопроводов.

Дополнительным источником опасности разгерметизации является возможность гидроудара.

При выбросе жидкой серы размеры зоны термического (температура жидкой серы до 145 °С) поражения будут ограничены зоной пролива. Воспламенение пролива маловероятно, поскольку источники зажигания в районе обращения жидкой серы отсутствуют, а температура превышает температуру кристаллизации всего на 15-30 °С, что приведет к ее быстрой кристаллизации. Так же температура вспышки серы, согласно справочным данным составляет 160 °С, даже при нагреве жидкой серы до 145 °С ее воспламенение невозможно. Возможно термическое поражение персонала при попадании брызг расплавленной серы. При разливах жидкой серы типовые модели аварийных ситуаций характеризуются опасностью термического поражения персонала расплавленной жидкостью (термический ожог) и загрязнения окружающей среды.

При выбросе серного и сернистого ангидридов возможно образование токсичного облака с последующим поражением (в основном ингаляционным) людей; при наличии тумана возможно образование аэрозольного облака серной и сернистой кислот с последующим поражением (ингаляционным и осаждение на кожные покровы) людей; и в том и в другом случае кроме персонала организации возможно поражение третьих лиц, оказавшихся в зоне прохождения облака.

При выбросе серной кислоты возможно образование пролива серной кислоты (при проливе в обвалование - ограниченного размерами обвалования, при проливе на неограниченную поверхность - размер пролива будет определяться рельефом поверхности в месте выброса); поражение персонала возможно в случае попадания его непосредственно под пролив, поражение третьих лиц маловероятно, так как температура кипения 93 % серной кислоты составляет 383-398 °С. Поэтому образование токсичного облака при проливе 93 % серной кислоты практически невозможно. Таким образом, при разливах серной кислоты типовые модели аварийных ситуаций

характеризуются опасностью химического поражения персонала (химический ожог) и загрязнения окружающей среды.

При нарушении режимов работы печи для сжигания серы и пусковой печи возможно образование внутри топочного пространства взрывоопасной смеси природного газа с воздухом и последующего взрыва; в случае реализации данного аварийного сценария возможно поражение персонала ударной волной, разрушение соседнего оборудования с высвобождением других опасных веществ (серный и сернистый ангидриды, серная кислота, жидкая сера) и дальнейшее развитие аварии. Эти аварии, как правило, приводят к разлитию большого количества токсических веществ на открытой территории и появлению опасностей, сопровождаемых токсическим поражением.

Резервуар для плавления, резервуар предварительного покрытия и резервуары для хранения серы имеют специальную систему, предназначенную для обеспечения естественной вентиляции H₂S для защиты персонала и предотвращения опасности взрыва. Кроме того, все резервуары оснащены системой огнетушащего пара при 6 бар для пожаротушения. Эта система активируется вручную, когда операторы получают сигнал тревоги о наличии высокой температуры.

Возможные источники выбросов включают фланцы, клапаны, сливы, уплотнения насосов и смесителей, вентиляционные отверстия и фитинги.

На основании Федерального закона от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» на ОПО создана локальная система связи и оповещения рабочих и служащих предприятия, соседних предприятий, городского штаба по делам ГО и ЧС, населения города о ЧС на объекте в составе локальной системы связи ПАО «КуйбышевАзот» [20].

Локализация и ликвидация возможных аварий на ОПО осуществляется с привлечением сил и средств: нештатные аварийно-спасательные формирования ООО «Волгатехноол», Тольяттинский СВОБР

ООО «Агрохимбезопасность», 35 ПСЧ ФГБУ «4 ОФПС ГПС по Самарской области (договорной)», ЧОО «Защита», МСЧ № 4 ПАО «КуйбышевАзот», а также с привлечением ОВД, скорой медицинской помощи.

Схема оповещения при возникновении аварии и чрезвычайных ситуаций изображена на рисунке 9.

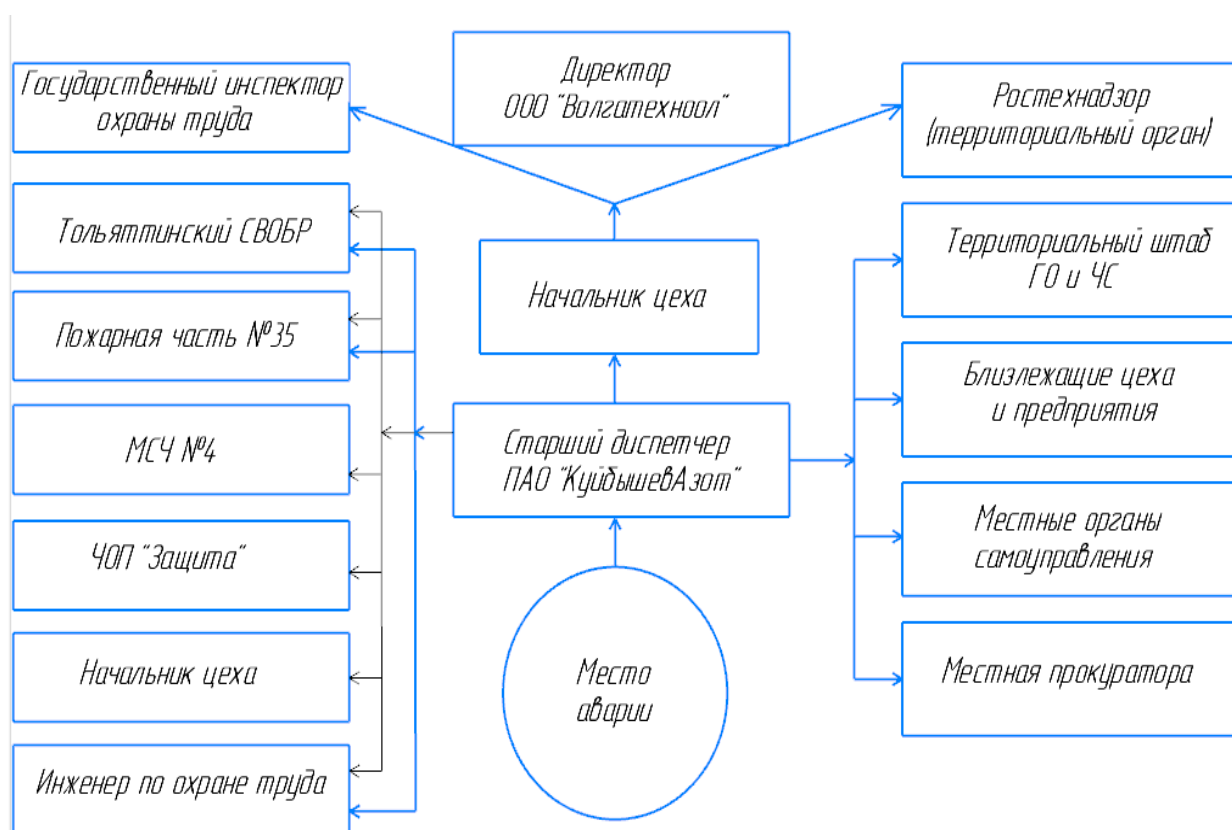


Рисунок 9 – Схема оповещения при возникновении аварии и ЧС

Для локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО «Производство серной кислоты и олеума» ООО «Волгатехноол» имеются силы и средства, соответствующие задачам ликвидации аварий и достаточные для локализации и ликвидации возможных аварий.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Для снижения рисков в технологическом процессе производства олеума и серной кислоты в ПАО «КуйбышевАзот» мною были предложены мероприятия по внедрению в существующие средства промышленной безопасности дополнительного способа и системы вибромониторинга промышленной безопасности динамического оборудования опасных производственных объектов, представленного в патенте № RU2687848C1.

План мероприятий по внедрению технологического решения по снижению риска предложен в таблице 5.

Таблица 5 – План мероприятий по внедрению технологического решения по снижению риска.

Задача	Цель	Дата
Разработка технического задания по проектированию внедрения риск-ориентированного решения в ПАО «КуйбышевАзот»	Снижение уровня производственного травматизма и чрезвычайных ситуаций в ПАО «КуйбышевАзот»	2022 год
Разработка проекта внедрения в существующий технологический процесс ПАО «КуйбышевАзот» нового технологического решения		2022 год
Монтаж нового технологического решения в ПАО «КуйбышевАзот»		2023 год
Обучение персонала производственного контроля к пользованию новому техническому устройству в ПАО «КуйбышевАзот»		2023 год
Запуск и наладка внедренного риск-ориентированного мониторинга за промышленной безопасностью в ПАО «КуйбышевАзот»		2023 год

«Произведём расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве» [16].

Данные для расчетов скидок и надбавок представлены в таблице 6

Таблица 6 – Данные для расчетов скидок и надбавок

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2019	2020	2021
Страховой тариф	тстрах	%	0,7		
«Среднесписочная численность работающих» [16]	N	чел	5030	4658	4461
«Количество страховых случаев за год» [16]	K	шт.	4	13	4
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [16]	S	шт.	4	13	4
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [16]	T	дн	425	1185	364
«Сумма обеспечения по страхованию» [16]	O	руб	850000	1176100	406600
«Фонд заработной платы за год» [16]	ФЗП	руб	1942200000	1490560000	1427520000
«Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда» [16]	q11	шт	3261	3261	3261
«Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда» [16]	q12	шт.	3261	3261	3261
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [16]	q13	шт.	872	872	872
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [16]	q21	чел	2834	3076	2934
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [16]	q22	чел	2834	3076	2934

«Для определения размера страхового тарифа, необходимо определить класс профессионального риска, на основании Приказа Минтруда России от 30.12.2016 № 851н» [21]. Основной код ОКВЭД ПАО «КуйбышевАзот» - 20.16

«Производство пластмасс и синтетических смол в первичных формах». Класс профессионального риска - б, соответственно, размер страхового тарифа – 0,7%.

«Показатель $a_{\text{стр}}$ – отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов» [16].

«Показатель $a_{\text{стр}}$ рассчитывается по следующей формуле» [16]:

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

где « O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [16];

« V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [16]:

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

«где $t_{\text{стр}}$ – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [16].

$$V = \sum 4860280000 \times 0,007 = 34021960 \text{ руб.},$$

$$a_{\text{стр}} = \frac{2432700}{34021960} = 0,07$$

«Показатель $b_{\text{стр}}$ – количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [16].

«Показатель $b_{\text{стр}}$ рассчитывается по следующей формуле» [16]:

$$b_{\text{стр}} = \frac{K \times 1000}{N}, \quad (3)$$

«где K – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [16];

«N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [16];

$$b_{\text{стр}} = \frac{21 \times 1000}{14149} = 1,48$$

«Показатель $c_{\text{стр}}$ – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом» [16].

«Показатель $c_{\text{стр}}$ рассчитывается по следующей формуле» [16]:

$$c_{\text{стр}} = \frac{T}{S}, \quad (4)$$

где «T – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [16];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [16].

$$c_{\text{стр}} = \frac{1258}{21} = 94$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя q1» [16].

«Коэффициент q1 рассчитывается по следующей формуле» [16]:

$$q1 = (q11 - q13)/q12, \quad (5)$$

где «q11 – 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» [16];

«q12 – общее количество рабочих мест» [16];

«q13 – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [16];

$$q1 = \frac{3261-872}{3261} = 0,73$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя q2» [16].

«Коэффициент q2 рассчитывается по следующей формуле» [16]:

$$q2 = q21/q22 , \quad (6)$$

«где q21 – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [16];

«q22 – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [16].

$$q2 = \frac{2934}{2934} = 1$$

Значения всех показателей ($a_{\text{стр}}$, $b_{\text{стр}}$, $c_{\text{стр}}$) больше значений основных по видам экономической деятельности ($a_{\text{вэд}} = 0,05$, $b_{\text{вэд}} = 0,79$, $c_{\text{вэд}} = 93,77$), рассчитываем размер надбавки:

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

$$P(\%) = \left\{ \frac{(0,07/0,05 + 1,48/0,79 + 94/93,77)}{3} - 1 \right\} \cdot (1 - 0,73) \cdot 0,1 \cdot 100 =$$

$$= 1,15\%$$

«Показатель P(1) рассчитывается по следующей формуле» [16]:

$$P(1) = 0,1 \times N \times 100\%,$$

«где N - количество погибших в групповом несчастном случае» [16].

«При расчетных значениях (1 - q₁) и (или) (1 - q₂), равных нулю, значения по данным показателям устанавливаются в размере 0,1 соответственно» [16].

«Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки» [16]:

$$t_{\text{стр}}^{\text{след}} = t_{\text{стр}}^{\text{тек}} + t_{\text{стр}}^{\text{тек}} \cdot P \quad (8)$$

$$t_{\text{стр}}^{\text{след}} = 0,7 + 0,7 \times 1,15 = 1,505$$

«Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [16]:

$$V^{\text{след}} = \Phi \text{ЗП}^{\text{тек}} \cdot t_{\text{стр}}^{\text{след}} \quad (9)$$

$$V^{след} = 1427520000 \times 1,505\% = 21484176$$

$$V^{тек} = 1427520000 \times 0,7\% = 9992640$$

«Определяем размер роста страховых взносов в следующем году» [16]:

$$\mathcal{E} = V^{след} - V^{тек} \quad (10)$$

$$\mathcal{E} = 21484176 - 9992640 = 11491536 \text{ руб.},$$

Из приведенных выше расчетов следует, что размер надбавки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве равен 11491536 руб.

Стоимость затрат на реализацию мероприятия приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Стоимость затрат на реализацию мероприятия

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта по внедрению риск-ориентированного решения в ПАО «КуйбышевАзот»	25000
Стоимость оборудования	240000
Монтаж нового технологического решения по риск-ориентированному мониторингу в ПАО «КуйбышевАзот»	20000
Обучение персонала производственного контроля к пользованию новому техническому устройству в ПАО «КуйбышевАзот»	15000
Запуск и наладка внедренного риск-ориентированного мониторинга за промышленной безопасностью в ПАО «КуйбышевАзот»	40000
Итого:	340000

«Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности» [16].

Данные для расчета социальной эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Данные для расчета социальной эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	усл.обозн.	ед. измер.	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	2 (после реализации мероприятий)
число единиц производственного оборудования, не соответствующего требованиям безопасности	М _і	шт.	11	0
общее количество единиц производственного оборудования	М	шт.	20	20
количество производственных помещений, которые не отвечают требованиям безопасной их эксплуатации	Б _і	шт.	8	0
общее число производственных помещений	Б	шт	15	15
количество рабочих мест, условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	К _і	РМ	6	0
общее количество рабочих мест	КЗ	РМ	15	15
численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям	Ч _і	чел.	3	0
годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	4461	4461
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	Ч _{нс}	чел.	4	0

Продолжение таблицы 8

Наименование показателя	усл.обозн.	ед. измер.	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	2 (после реализации мероприятий)
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	Днс	дн	364	0
число случаев профессиональных заболеваний	З	шт.	1	0
Плановый фонд рабочего времени в днях	Фплан	дни	248	248
Ставка рабочего	Т _{чс}	руб/час	150	150
Коэффициент доплат	$k_{допл.}$	%	20	16
Продолжительность рабочей смены	Т	час	8	8
Количество рабочих смен	S	шт	1	1
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		2	2
страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	t _{страх}	%	0,7	1,505
Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности	Ен		-	2
Единовременные затраты	Зед	руб.	-	340000

«Увеличение количества производственного оборудования (ΔM), соответствующего требованиям безопасности:» [16]

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100\% \quad (11)$$

$$\Delta M = \frac{11 - 0}{20} \cdot 100\% = 55$$

«Увеличение числа производственных помещений (ΔB), отвечающих требованиям безопасной их эксплуатации:» [16]

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B} \cdot 100\%, \quad (12)$$

$$\Delta B = \frac{8 - 0}{15} \cdot 100\% = 53$$

«Сокращение количества рабочих мест (ΔK), условия труда на которых не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:» [16]

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K_3} \cdot 100\% \quad (13)$$

$$\Delta K = \frac{6 - 0}{15} \cdot 100\% = 40$$

Уменьшение численности занятых ($\Delta \text{Ч}$), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям:

$$\Delta \text{Ч} = \frac{\text{Ч}_1 - \text{Ч}_2}{\text{ССЧ}} \cdot 100\%, \quad (14)$$

$$\Delta \text{Ч} = \frac{3 - 0}{4461} \cdot 100\% = 0,07$$

«Коэффициент частоты травматизма:» [16]

$$K_{\text{ч}} = \frac{1000 \times \text{Ч}}{\text{ССЧ}}, \quad (15)$$

$$K_{\text{ч}1} = \frac{1000 \times 4}{4461} = 0,896$$

$$K_{ч2} = \frac{1000 \times 0}{4461} = 0$$

$$\Delta K_{ч} = 100 - \frac{K_{ч2}}{K_{ч1}} \times 100, \quad (16)$$

$$\Delta K_{ч} = 100\% - 0 \times 100\% = 100\%$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [16]:

$$K_T = \frac{D_{нс}}{Ч_{нс}}, \quad (17)$$

«где $Ч_{нс}$ – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [16].

« $D_{нс}$ – количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем, дн» [16].

$$K_{T1} = \frac{364}{4} = 91$$

$$K_{T2} = \frac{0}{0} = 0$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{0}{91} \times 100 = 100$$

«Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год» [16]:

$$ВУТ = \frac{100 \cdot D_{нс}}{ССЧ} \quad (18)$$

$$ВУТ_1 = \frac{100 \cdot 364}{4461} = 8,16 \text{ дней}$$

$$\text{ВУТ}_2 = \frac{100 \cdot 0}{4461} = 0 \text{ дней}$$

«Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего»
[16]:

$$\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{план}} - \text{ВУТ} \quad (19)$$

$$\Phi_{\text{факт.1}} = 248 - 8,16 = 239,84 \text{ дней}$$

$$\Phi_{\text{факт.2}} = 248 - 0 = 248 \text{ дней}$$

«Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда» [16]:

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = \Phi_{\text{факт.2}} - \Phi_{\text{факт.1}} \quad (20)$$

$$\Delta\Phi_{\text{факт}} = 248 - 239,84 = 8,16 \text{ дней}$$

«Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу» [16]:

$$\varepsilon_{\text{ч}} = \frac{\text{ВУТ}_1 - \text{ВУТ}_2}{\Phi_{\text{факт.1}}} \cdot \text{Ч}_1 \quad (21)$$

$$\varepsilon_{\text{ч}} = \frac{8,16 - 0}{248} \cdot 3 = 0,1 = 1$$

Следовательно, относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу – 1 человек.

«Прирост производительности труда за счет экономии численности работников в результате повышения трудоспособности:» [16]

$$П_{\text{Эч}} = \frac{\text{Эч} \cdot 100\%}{\text{ССЧ}_1 - \text{Эч}}, \quad (22)$$

$$П_{\text{Эч}} = \frac{1 \cdot 100\%}{4461 - 1} = 0,02$$

«Среднедневная заработная плата:» [16]

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн}} = T_{\text{час}} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + k_{\text{допл}}) \quad (23)$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн1}} = 150 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100\% + 20) = 1440$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{дн2}} = 150 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (100\% + 16) = 1392$$

«Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве:» [16]

$$P_{\text{мз}} = \text{ВУТ} \cdot \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \cdot \mu \quad (24)$$

$$P_{\text{мз1}} = 8,16 \cdot 1440 \cdot 2 = 23500,8$$

$$P_{\text{мз2}} = 0 \cdot 1392 \cdot 2 = 0$$

«Годовая экономия материальных затрат:» [16]

$$\text{Э}_{\text{мз}} = P_{\text{мз2}} - P_{\text{мз1}}, \quad (25)$$

$$\text{Э}_{\text{мз}} = 0 - 23500,8 = 23500,8$$

«Среднегодовая заработная плата:» [16]

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год}} = \text{ЗПЛ}_{\text{дн}} \cdot \Phi_{\text{план}} \quad (26)$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год1}} = 1440 \cdot 248 = 357120$$

$$\text{ЗПЛ}_{\text{год2}} = 1392 \cdot 248 = 345216$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда:» [16]

$$\text{Э}_{\text{усл тр}} = (\text{Ч}_1 - \text{Ч}_2) \cdot (\text{ЗПЛ}_{\text{год1}} - \text{ЗПЛ}_{\text{год2}}) \quad (27)$$

$$\text{Э}_{\text{усл тр}} = (3 - 0) \cdot (357120 - 345216) = 35712$$

«Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование» [16]

$$\text{Э}_{\text{страх}} = \text{Э}_{\text{усл.тр}} \cdot t_{\text{страх}} \quad (28)$$

$$\text{Э}_{\text{страх}} = 35712 \cdot 0,7\% = 249,98$$

«Общий годовой экономический эффект (Э_r) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий:» [16].

$$\text{Э}_r = \text{Э}_{\text{мз}} + \text{Э}_{\text{усл тр}} + \text{Э}_{\text{страх}} \quad (29)$$

$$\text{Э}_r = 23500,8 + 35712 + 249,98 = 59462,78$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий:» [16]

$$T_{ед} = \frac{З_{ед}}{Э_{г}} \quad (30)$$

$$T_{ед} = 340000 / 59462,78 = 5,72 \text{ года}$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [16]:

$$E = 1 / T_{ед}, \text{ год}^{-1} \quad (31)$$

$$E = 1 / 5,72 = 0,17 \text{ год}^{-1}$$

Вывод: предложенный план мероприятий по внедрению риск-ориентированного технического решения положительно скажется на безопасности ведения технологического процесса и финансовой эффективности трудового процесса, как с точки зрения снижения вероятности несчастных случаев, так и с точки зрения заблаговременного ремонта оборудования в случае его усталости. Согласно проведённым расчетам, годовая экономия материальных затрат составит 59462,78 рублей. Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий составит 5,72 года.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены основное технологическое оборудование и технологический процесс производства олеума и серной кислоты в ПАО «КуйбышевАзот»

Были проанализированы опасные и вредные производственные факторы, присутствующие на рабочем месте аппаратчика подготовки сырья производства серной кислоты и олеума. Средства индивидуальной и коллективной защиты. Проанализирован уровень производственного травматизма в ПАО «КуйбышевАзот» и отрасли в целом.

На основании проанализированной базы патентов предложено внедрение изобретения промышленной безопасности динамического оборудования, на линии производства олеума и серной кислоты, способствующее заблаговременному снижению вероятных рисков, связанных с аварией технологических потоков передачи олеума и серной кислоты, выхода из строя насосов, обеспечивающих бесперебойное производство.

Разработана регламентированная процедура политики охраны труда в организации. Проведен анализ антропогенной нагрузки на окружающую среду и разработана регламентированная процедура проведения внутреннего и внешнего аудита экологической безопасности.

Выполнен анализ возможных аварийных и чрезвычайных ситуаций при производстве серной кислоты и олеума, а также разработан план по их предотвращению или локализации и ликвидации последствий.

В заключение проведена оценка эффективности предложенного мероприятия, способствующего снижению вероятности аварий и несчастных случаев, а вместе с тем и затрат.

Список используемых источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ. (ред. от 25.02.2022) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения 3.05.2022)
2. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.0.003-2015. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 5.05.2022).
3. Приказ Минздравсоцразвития России от 11.08.2011 № 906н (ред. от 20.02.2014) "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам химических производств, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119269/ (дата обращения: 19.05.2022)
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.12.2020 № 40 Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения 20.05.2022)
5. Федеральный закон от 20.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9046058> (дата обращения: 14.05.2022)
6. Руководство по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных

объектах»» [Электронный ресурс]. URL:
<https://docs.cntd.ru/document/1200133801> (дата обращения: 10.05.2022)

7. Способ и система вибромониторинга промышленной безопасности динамического оборудования опасных производственных объектов [Электронный ресурс]. патент № RU2687848C1: автор – Костюков Алексей Владимирович (RU); патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью НПЦ "Динамика" - Научно-производственный центр "Диагностика", надежность машин и комплексная автоматизация" (RU); заявка – 28.06.2018. URL:
https://yandex.ru/patents/doc/RU2687848C1_20190516 (дата обращения: 15.05.2022)

8. ГОСТ 12.0.230-2007 от 10.07.2009 (ред. от 31.10.2013) «Системы управления охраной труда. Общие требования» [Электронный ресурс]. URL:
<http://docs.cntd.ru/document/1200052851> (дата обращения: 16.02.2021)

9. Приказ МинТруда от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092790?marker=6520IM> (дата обращения: 17.05.2022)

10. Материалы оценки воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс]. URL: https://www.kuazot.ru/files/blocks/ovos-kisl-fin_files2_1561112533.pdf (дата обращения: 7.05.2022)

11. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) "Об охране окружающей среды" [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 16.05.2022)

12. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 № 290н (ред. от 12.01.2015) "Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты" [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902161801> (дата обращения: 18.05.2022)

13. Официальный сайт ПАО «КуйбышевАзот» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kuazot.ru> (дата обращения: 2.05.2022)

14. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 2.07.2021) "Об отходах производства и потребления" [Электронный ресурс]. <https://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения: 19.05.2022)

15. Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012 № 781 "Об утверждении рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах" [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902389563> (дата обращения 27.04.2022)

16. Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н. (ред. от 07.02.2017) «Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902363899> (дата обращения: 20.05.2022)

17. Приказ Минтруда России от 14.07.2021 № 467н "Об утверждении Правил финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами" [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608263915?marker=6500IL> (дата обращения 16.05.2022)

18. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 533 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573200380?marker=6520IM> (дата обращения 16.05.2022)

19. Свод правил. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. СП

12.13130.2009. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения 16.05.2022)

20. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения 17.05.2022)

21. Приказ Минтруда России от 30.12.2016 № 851н (ред. от 10.11.2011) «Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска». (Зарегистрировано в Минюсте России 18.01.2017 № 45279) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=2112470&req=doc&rnd=Nu1x5w&base=LAW&n=404979#GtBd58TBWYefFha9> (дата обращения 21.05.2022)

22. Dupont clean technologies [Электронный ресурс]. URL: <https://cleantechnologies.dupont.com/technologies/mecs/technologiestechnologies-mecsdupont-clean-technologies-mecs-processes/mecsr-sulfur-burning-sulfuric-acid-process-technology/> (дата обращения: 20.05.2022)

23. Risk at work – Personal protective equipment (PPE) // Health and Safety Executive (HSE). URL: <http://www.hse.gov.uk/> (дата обращения: 05.05.2022)

24. Occupational safety and health risk assessment methodologies [Электронный ресурс]. URL: http://oshwiki.eu/wiki/Occupational_safety_and_health_risk_assessment_methodologies (дата обращения: 20.05.2022)

25. Safety in the use of chemicals at work [Электронный ресурс]. URL: https://www.ilo.org/safework/info/standards-and-instruments/codes/WCMS_107823/lang--en/index.htm (дата обращения 13.05.2022)

26. Industrial ecology: concepts and approaches. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pnas.org/content/89/3/793.short> (дата обращения: 20.05.2022)