

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)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Пожарная опасность внутрицеховых трубопроводов для
транспортировки горючих жидкостей и газов и меры пожарной безопасности

Студент

Н.А. Тарасова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, И.И. Рашоян

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы – «Пожарная опасность внутрицеховых трубопроводов для транспортировки горючих жидкостей и газов и меры пожарной безопасности».

В разделе «Характеристика объекта, эксплуатирующего трубопроводы для транспортировки горючих жидкостей и газов» дано описание характеристики объекта, эксплуатирующего трубопроводы для транспортировки горючих жидкостей и газов (расположение; функциональное назначение; коммунальные и инженерные системы объекта (водоснабжение, электроснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование); оперативно-тактическая характеристика здания (класс функциональной пожарной опасности, степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности зданий/сооружений и др.), имеющиеся системы противопожарной защиты, противопожарное водоснабжение); вид, количество и размещение внутрицеховых трубопроводов).

В разделе «Оценка пожарной опасности внутрицеховых трубопроводов» проанализирована пожарная опасность внутрицеховых трубопроводов, обеспечение противопожарного режима на объекте и системы пенопожаротушения.

В разделе «Разработка мер пожарной безопасности» произведен научно-исследовательский поиск и анализ современных методов обеспечения пожарной безопасности трубопроводов для транспортировки горючих жидкостей и газов, при этом выбран пенообразователь с устойчивостью пены, которая бы гарантировала отсутствие повторного воспламенения серы 30 минут и более.

В разделе «Организация процесса эвакуации на объекте» рассмотрен порядок организации процесса эвакуации на объекте, организационных мероприятия в области пожарной безопасности и контроль за их выполнением, разработан план эвакуации людей из помещений насосной.

В разделе «Охрана труда» рассмотрено оборудование заземляющим устройствами рабочих мест для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проведено нормирование и установлены ограничения различных видов воздействия на окружающую среду и представлен перечень и количественные значения ЗВ, выделение которых предусматривается на объекте.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» произведен расчёт экономической эффективности оборудования внутрицеховых помещений с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 60 страниц, 3 рисунка, 6 таблиц, графический материал на отдельных листах.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Характеристика объекта, эксплуатирующего трубопроводы для транспортировки горючих жидкостей и газов	9
1.1 Характеристика зданий	9
1.2 Описание производства.....	10
1.3 Характеристика систем жизнеобеспечения.....	14
2 Оценка пожарной опасности внутрицеховых трубопроводов	17
2.1 Возможные сценарии развития аварии и пожара	17
2.2 Анализ соответствия трубопроводов требованиям пожарной безопасности	20
3 Разработка мер пожарной безопасности.....	23
4 Организация процесса эвакуации на объекте	30
4.1 Анализ путей эвакуации и систем оповещения	30
4.2 Действия персонала при обнаружении пожара	31
5 Охрана труда.....	33
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	40
6.1 Идентификация экологических аспектов организации	40
6.2 Модернизация источников выбросов	42
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	46
Заключение	53
Список используемых источников.....	58

Введение

Результатом научного прогресса в мире стал резкий рост нефтехимической промышленности.

Для обеспечения технологических процессов в нефтехимической промышленности используется слишком много различных горючих жидкостей и газов.

Основной опасностью на технологическом нефтехимическом предприятии является пожар.

В 1974 году 29 человек погибли в результате пожара и взрыва на химическом заводе Nupro Ltd, Фликсборо, Великобритания. Девяносто процентов завода и связанных с ним зданий, охватывающих 25 га, были серьезно повреждены. Было уничтожено около 1800 тонн легковоспламеняющихся жидкостей, включая циклогексан, циклогексанон, фенол, нефть, бензол, толуол и мазут, а также, несколько сотен тонн кислот. Вызванный разрывом трубопровода между корпусами реактора, взрывной ущерб затронул всю площадку, а последующий пожар охватил около 81 000 квадратных метров.

Цель исследования – разработать мероприятия на основе современных методов обеспечения пожарной безопасности трубопроводов для транспортировки горючих жидкостей и газов.

Задачи работы:

- дать описание характеристики объекта, эксплуатирующего трубопроводы для транспортировки горючих жидкостей и газов (расположение; функциональное назначение; коммунальные и инженерные системы объекта (водоснабжение, электроснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование); оперативно-тактическая характеристика здания (класс функциональной пожарной опасности, степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности зданий/сооружений и др.),

имеющиеся системы противопожарной защиты, противопожарное водоснабжение); вид, количество и размещение внутрицеховых трубопроводов);

- проанализировать пожарную опасность внутрицеховых трубопроводов;
- оценить обеспечение противопожарного режима на объекте и системы пенопожаротушения;
- провести научно-исследовательский поиск и анализ современных методов обеспечения пожарной безопасности трубопроводов для транспортировки горючих жидкостей и газов;
- рассмотреть порядок организации процесса эвакуации на объекте;
- оценить организационные мероприятия в области пожарной безопасности на объекте исследования;
- разработать план эвакуации людей из помещений;
- рассмотреть оборудование заземляющим устройствами рабочих мест для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте;
- провести нормирование и установлены ограничения различных видов воздействия на окружающую среду;
- произвести обоснование экономической целесообразности выполнения предложенного плана мероприятий.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Меры пожарной безопасности – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности [7].

Нормативные документы по пожарной безопасности – национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности.

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [19].

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (статья 209 ТК РФ) [20].

Эвакуация людей при пожаре – вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АСПТ – автоматическая система пожаротушения.

ВОЦ – водооборотный цикл предприятия.

ГЗШ – главная заземляющая шина.

ГПС – государственная противопожарная служба.

ДА – двойная абсорбция.

ДК –двойное контактирование.

ЗВ – загрязняющие вещества.

КИП – контрольно-измерительные приборы.

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

ОФП – опасные факторы пожара.

ПАБ – полуавтоматическая блокировка.

ПДК – предельно-допустимая концентрация.

ПО – пенообразователь.

ППР – планово-предупредительный ремонт.

ПЧ – пожарная часть.

СКиО – соляная кислота и олеум.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.

ТО – техническое обслуживание.

УЗА – узел запорной арматуры.

ЦПУ – центральный пульт управления.

ЦТП – центральный тепловой пункт.

1 Характеристика объекта, эксплуатирующего трубопроводы для транспортировки горючих жидкостей и газов

1.1 Характеристика зданий

Объект исследования – Общество с ограниченной ответственностью «Волгатехноол», 445007, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Новозаводская, д. 6 К. 169.

Готовой продукцией цеха производства СК и О ООО «Волгатехноол» является:

- кислота серная контактная улучшенная по ТУ 20.13.24-075-00205311-2019;
- олеум улучшенный по ГОСТ 2184-2013 [4].

Исследуемое здание насосной цеха по производству олеума представляет собой одноэтажное здание без подвала. Здание имеет размеры в плане – 64×18 м, высота помещений – 8,4 м

Категория сложности – II.

Степень огнестойкости – II.

Степень долговечности – II.

Класс по конструктивной пожарной опасности – С0.

Класс по функциональной пожарной опасности – Ф5.2

Пожарная и взрывопожарная опасность склада – Б, пожарная и взрывопожарная опасность помещения, где возможен пролив серы – А [9].

Фундаменты технического центра – столбчатые монолитные.

Каркас представляет собой рамно-связевую систему. Вдоль буквенных осей установлены вертикальные связи по колоннам каркаса. Пространственная жесткость с железобетонными ригелями покрытия, установкой вертикальных связей по колоннам каркаса, устройством жестких дисков в уровне перекрытия с установкой горизонтальных связей и настила к балкам покрытия. Колонны каркаса выполнены из железобетона.

Перекрытия здания выполнены в виде балочной клетки, состоящей из главных и второстепенных балок. Главные балки жестко сопрягаются с колоннами каркаса, второстепенные балки сопрягаются с главными балками.

Вертикальные связи по колоннам каркаса выполнены из одиночных прокатных горячекатаных уголков. Горизонтальные связи по балкам покрытия выполнены из одиночных прокатных горячекатаных уголков. Настил площадок и лестниц запроектирован из листовой горячекатаной рифленой стали с ребрами жесткости из прокатных горячекатаных уголков.

Наружные стены выполнены толщиной 450 мм. Внутренние стены и перегородки выполнены 1-го типа огнестойкости (REI 150) из керамического кирпича марки М200, на цементно-песчаном растворе М50, толщиной 250 мм.

На территории цеха выполнен проезд для специального противопожарного и производственного автотранспорта. Покрытие проезда – асфальтобетонное. Минимальная ширина проезда составляет 6,0 м, что соответствует требованиям 8.6 СП 4.13130.2013. К зданию и сооружениям предусмотрены подъезды с твёрдым покрытием [16].

Расстояние от внутреннего края проезда до стены зданий составляет 5 м, что соответствует требованиям СП 42.13330.2011, 8.8 СП 4.13130.2013 [2], [16].

Ширина въезда составляет 8,0 м, что обеспечивает беспрепятственный проезд основных и специальных пожарных автомобилей (пункт 11 статьи 98 ФЗ от 22.07.2009 № 123-ФЗ) [19].

1.2 Описание производства

Объект предназначен для производства кислоты серной контактной улучшенной и олеума, мощностью 140000 тонн/год и 360000 тонн/год, соответственно.

Режим работы установки – непрерывный (круглосуточный, круглогодичный). Число часов работы – 8000 час/год (330 дней/год).

Серная кислота производится контактным методом из серы по схеме с двойным контактированием и двойной абсорбцией серного ангидрида (ДК/ДА).

Для слива расплавленной серы предусмотрена эстакада слива №1, количество точек слива – 45.

Расплавленная сера поступает в железнодорожных цистернах, оборудованных верхним сливом и системой разогрева.

Вместимость цистерны от 65,5 до 72 тонн (от 36 до 40 м³). В пути расплавленная сера частично кристаллизуется, перед разгрузкой железнодорожные цистерны подаются на разогрев.

Фронт разогрева – одновременно 45 цистерн: 12, 14 и 19 на 3-х железнодорожных путях эстакады слива №1.

Разогрев серы до температуры от 135 до 145 °С осуществляется с помощью системы электронагрева, напряжением 380 В.

Выгрузка расплавленной серы из цистерн осуществляется с помощью технологического воздуха давлением ориентировочно от 0,13 до 0,18 МПа. Давление технологического воздуха контролируется манометром.

После разогрева цистерну подсоединяют при помощи устройства для верхнего закрытого слива под давлением к сливному серопроводу, расположенному между железнодорожными путями. В цистерну подается технический воздух, расплавленная сера перекачивается из цистерны и по сливному серопроводу поступает в заглубленный резервуар объемом 80 м³, футерованный кислотоупорным кирпичом, оборудованный греющими элементами для поддержания температуры расплавленной серы в пределах от 135 до 145 °С [1].

В заглубленном резервуаре установлен погружной насос.

Объемная подача насоса 100 м³/ч (180 т/ч), давление 0,54 МПа.

В заглубленном резервуаре контролируются следующие параметры:

- уровень расплавленной серы,
- температура расплавленной серы [1].

При достижении максимального уровня прекращается подача сжатого воздуха в цистерны на передавливание расплавленной серы. Уровень заполнения заглубленного резервуара рассчитан таким образом, что при достижении максимального значения и прекращении передавливания серы, свободного объема достаточно для слива серы из коллектора [1].

Из заглубленного резервуара расплавленная сера насосом подается в хранилища грязной серы.

Все серопроводы, насосы, разгрузочные устройства обогреваются паром избыточным давлением 0,35 МПа.

Хранилища грязной серы представляют собой цилиндрический аппарат. Геометрический объем 1500 м³, вместимость 1465 м³ (2622 т). Внутри аппарата и на крышке расположены греющие элементы, в которые подается пар избыточным давлением 0,35 МПа.

Из хранилища грязной серы сера по нижнему перетоку поступает в сборник грязной серы. Уровень в сборнике регулируется автоматически клапаном, установленном на перетоке.

Хранилища чистой серы выполнены из углеродистой стали и снабжены внутренними нагревателями съемного типа.

Из хранилищ чистой серы питательными насосами серной печи расплавленная сера подается на серные горелки.

Расплавленная сера питательными насосами подается на 3 серные горелки, где она распыляется форсунками с воздушным распылением.

Распыленная сера окисляется в печи сжигания (горизонтального типа, с огнеупорной футеровкой) в присутствии осушенного воздуха, поступающего из сушильной башни.

Печь сжигания серы – горизонтальный цилиндрический аппарат, изнутри футерован огнеупорным материалом. Печь сжигания серы – реактор, предназначен для диффузного окисления распыленной серы кислородом

воздуха в диоксид серы. В торцевой части печи предусмотрены места для установки серных горелок с форсунками для распыления серы. Для окисления серы предусмотрена подача осушенного атмосферного воздуха. Печь сжигания серы не является аппаратом огневого нагрева [1].

Соотношение серы и воздуха контролируется для получения печного газа с содержанием 11,5 % по объему SO_2 , что соответствует температуре около 1104 °C.

Поскольку температура газа слишком высока для каталитического превращения, газ проходит через охладитель технологического газа, соединенный с паровым барабаном, где он охлаждается до температуры примерно 381 °C.

Для достижения температуры 420 °C, которая является оптимальной для катализатора 1-го слоя контактного аппарата (конвертера), небольшая часть газа, выходящего из печи, обходит охладитель технологического газа и смешивается с охлажденным газом, поступающим из охладителя технологического газа. За счет этого технологический газ поступает на 1-й слой контактного аппарата при температуре 420 °C, и SO_2 частично превращается в SO_3 .

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

После 2-го слоя конвертера охлаждение технологического газа от температуры 515 °C до 430 °C происходит в горячей части горячего промежуточного теплообменника 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 и в олеумной башне (первая ступень абсорбции).

После ПАБ и ОБ содержание триоксида серы в технологическом газе равно нулю.

Промежуточная абсорбция SO_3 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 и затем до температуры 166 °С в экономайзере. После экономайзера технологический газ разделяется на два потока. Один поток напрямую поступает в промежуточную абсорбционную башню, а другой – сначала подается в олеумную башню для получения олеума (содержание свободного SO_3 24% масс.), а затем направляется в ПАБ.

Выходящий из промежуточной абсорбционной башни технологический газ, содержащий SO_2 , нагревается последовательно в холодном и горячем промежуточных теплообменниках, соответственно, до температуры 390 °С и затем поступает на 4-й слой конвертера (вторая ступень контактирования).

Выходящий с 4-го слоя контактного аппарата технологический газ охлаждается от температуры 405 °С до 135 °С в экономайзере, затем подается в финальную абсорбционную башню на окончательную абсорбцию образовавшегося триоксида серы (вторая ступень абсорбции).

1.3 Характеристика систем жизнеобеспечения

Водоснабжение производства серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» для хозяйственно-питьевых, противопожарных и производственных нужд предусматривается от существующих сетей предприятия ПАО «Куйбышевазот».

Предусматриваются следующие внутренние системы водоснабжения производства серной кислоты и олеума:

- хозяйственно-противопожарный водопровод (система В1): здание сушильно-абсорбционного отделения (корпус 950); производственное здание (корпус 952); сооружение ВОЦ (блок водоподготовки с узлом дозирования реагентов) (корпус 954); здание ЦТП (корпус 955); здание трансформаторной подстанции (корпус 958); здание насосной станции повышения давления (корпус 962);
- противопожарный водопровод (система В2): здание насосной станции повышения давления (корпус 962); здание сушильно-абсорбционного отделения с наружной установкой (корпус 950); здание трансформаторной подстанции с контроллерной (корпус 958);
- трубопровод подачи воды к аварийным душам (система В1.1): здание сушильно-абсорбционного отделения с наружной установкой (корпус 950); производственное здание (корпус 952); сооружение ВОЦ (корпус 954);
- производственный водопровод речной воды (система В35): здание сушильно-абсорбционного отделения с наружной установкой (950); производственное здание (корпус 952); сооружение ВОЦ (блок водоподготовки с узлом дозирования реагентов) (корпус 954); здание ЦТП (корпус 955); здание насосной чистой серы с наружной установкой (корпус 961);
- водопровод производственный оборотной воды, подающий (система В31): сооружение ВОЦ (корпус 954);
- водопровод производственный оборотной воды осветленной (система В31.1): сооружение ВОЦ (корпус 954);
- горячее водоснабжение (система Т3): производственное здание (корпус 952).

Водоотведение объекта предусматривается в существующие канализационные сети ПАО «КуйбышевАзот» для последующей очистки на существующих очистных сооружениях.

Пожарная автоматика производства серной кислоты и олеума представляет собой программно-аппаратный комплекс (подсистему) противопожарной защиты, входящий в комплексную систему безопасности всего предприятия с распределенными элементами (приборы контроля и управления).

Установка относится по надежности электроснабжения к токоприемникам 1-й категории согласно ПУЭ, утвержденным в установленном порядке.

Выводы по 1 разделу.

Генеральная планировка объекта выполнена в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [19].

Расстояние от внутреннего края противопожарного проезда до стены здания насосной принято не менее 5 м, что соответствует 8.8 СП 4.13130.2013.

Согласно генеральному плану исследуемого объекта, здания, строения и сооружения объекта выполнены с соблюдением противопожарных разрывов.

Все помещения объекта (за исключением помещений с мокрыми процессами) оборудованы автоматической пожарной сигнализацией.

Автоматическая пожарная сигнализация обеспечивает автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре.

Формирование режима «Пожар» осуществляется при срабатывании двух и более пожарных извещателей защищаемого объекта.

2 Оценка пожарной опасности внутрицеховых трубопроводов

2.1 Возможные сценарии развития аварии и пожара

Проанализируем пожарную опасность внутрицеховых трубопроводов и обеспечение противопожарного режима на объекте.

Основными условиями, при которых возможно возникновение пожара или взрыва, являются:

- нарушение герметичности оборудования и коммуникаций;
- поломка или внезапная остановка тех. оборудования, не имеющего резерва;
- выход из строя системы обеспечения агрегата воздухом КИП и обратной охлаждающей водой;
- прекращение подачи на установку природного газа или электроэнергии;
- нарушение установленных норм технологического режима и правил эксплуатации оборудования и трубопроводов;
- наличие на производстве метанола взрывоопасных газов и паров;
- использование инструментов и приспособлений не по назначению;
- неисправность оборудования, арматуры, предохранительных устройств.

Наиболее вероятными местами возможных обрушений являются места интенсивного теплового воздействия пожара на несущие строительные конструкции здания.

Возможной зоной интенсивного теплового воздействия пожара является помещение с очагом пожара. При длительном интенсивном тепловом воздействии может наступить предел огнестойкости и потеря несущей способности строительных конструкций (стен, перегородок, перекрытий), и как следствие их обрушение. Время интенсивного теплового воздействия на строительные конструкции зависит от многих факторов, в

том числе от времени возникновения пожара до его обнаружения и сообщения в ПЧ, пожарной нагрузки помещения и действий обслуживающего персонала по тушению пожара до прибытия подразделений ГПС.

Возможной зоной задымления с высокой концентрацией продуктов горения являются помещения и коридоры здания.

Наибольшую степень угрозы жизни и здоровью людей представляет высокая температура в очаге пожара, сильное задымление с высокой концентрацией продуктов горения и выделение токсических веществ.

Для оценки пожарной опасности внутрицеховых трубопроводов рассмотрим пожарную опасность серы.

«Возможен взрыв пыли, если в виде порошка или гранул смешается с воздухом. В сухом виде может заряжаться электростатически в результате образования вихрей, при транспортировке пневматическим транспортом, при перемешивании» [15].

«При сгорании образует токсичные и едкие газы оксидов серы, включая диоксид серы (см. ICSC 0074). Реагирует бурно с сильными окислителями с опасностью пожара и взрыва, особенно в порошке» [15].

«Испарение при 20°C незначительно, однако, может быстро достигаться опасная концентрация частиц в воздухе при распылении» [15].

«Расплавленная форма серы реагирует с гидрокарбонами, образуя токсичные и огнеопасные газы» [15].

«Несовместимые при хранении вещества и материалы: окислители, вещества, способные к самовозгоранию, горючие вещества, медь, мягкая сталь» [15].

Для оценки пожарной опасности внутрицеховых трубопроводов рассмотрим пожарную опасность серной кислоты.

«Пожарная опасность связана со способностью в концентрированном виде вызывать воспламенение горючих веществ, а в разбавленном виде – растворять металлы с выделением водорода» [5].

«В случае пожара: охлаждать бочки, обливая их водой, но не допускать прямого контакта вещества с водой» [5].

По проведённой оценке пожарной опасности серы и серной кислоты можно сделать вывод, что наиболее опасная ситуация может произойти на предприятии при содержании паров серной кислоты в воздухе и пыли серы при остывании расплавленной серы в результате разгерметизации трубопроводов, особенно в замкнутых пространствах (помещениях).

Возможные последствия ошибок персонала и/или отказов средств контроля и автоматизации технологического процесса, в результате которых происходит разгерметизация отдельных единиц оборудования или трубопроводов, содержащих опасные вещества, варьируются в широкой степени: от последствий, сравнимых с утечками, до полного разрушения оборудования и выброса всего их содержимого.

Третья группа аварий характерна не только для производств с большим количеством ручных операций, но и для производств, в которых вмешательство человека требуется, как правило, только в аварийных ситуациях.

Причинами этих аварий являются:

- ошибки оператора;
- отключение систем сигнализации из-за ложных срабатываний;
- ошибки при передаче информации между персоналом;
- несанкционированное проведение огневых и газоопасных работ.

Предпосылками третьей группы аварий являются:

- отсутствие у персонала знаний о возможных опасностях;
- отсутствие у персонала достаточных навыков;
- переоценка персоналом своих возможностей.

Параметры технологического процесса устанавливаются технологическим регламентом производства и соответствующими рабочими инструкциями.

Значения тех параметров технологического процесса, отклонения которых от нормального значения грозят авариями, взрывами или пожарами, неоднократно дублируются как в ЦПУ агрегата, так и местными приборами.

2.2 Анализ соответствия трубопроводов требованиям пожарной безопасности

Все недопустимые отклонения параметров технологического режима от нормальных значений имеют звуковую и световую сигнализацию на ЦПУ агрегата и на местных щитах приборов контроля и автоматики.

Все значения блокировок, переводящих установку и оборудование в безопасное положение в случае нарушения технологического режима или угрозы нормальной работе оборудования, которая может привести к авариям, взрывам или пожарам, имеют не менее 20 % запас от опасного значения этого блокировочного параметра.

Для проведения пусковых операций или остановок отдельного оборудования предусмотрены автоматические системы управления, исключающие создание опасных ситуаций, которые могут привести к взрывам, пожарам или поломкам оборудования.

Для наиболее ответственных участков автоматикой предусматриваются самопроверяющиеся системы исправности приборов контроля, управления, сигнализации и блокировок.

Успех в борьбе с пожарами наиболее вероятен при раннем обнаружении очага пожара, его локализации и ликвидации. Для этих целей на агрегатах предусмотрены следующие системы пожаротушения:

- система автоматического извещения и оповещения;
- система пенного пожаротушения маслосистемы и маслобаков зоны компрессии;
- система пенного пожаротушения зоны расположения трубопроводов в цехах.

Проведём анализ соответствия трубопроводов требованиям пожарной безопасности, результаты которого сведём в таблицу 1.

Таблица 1 – Анализ соответствия трубопроводов требованиям пожарной безопасности

Нормативный акт	Требования	Оценка соответствия
6.1.33 СП 4.13130.2013	Надземные трубопроводы для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, прокладываемые на отдельных опорах, эстакадах и т.п., размещаются на расстоянии не менее 3 м от стен зданий с проемами. От стен без проемов это расстояние может быть уменьшено до 0,5 м.	Соответствует
6.10.4.2 СП 4.13130.2013	Для транспортировки горючих и сжиженных углеводородных газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей применение труб из стекла и других хрупких материалов, а также из горючих и трудногорючих материалов (фторопласта, полиэтилена, винилпласта и др.) не допускается.	Соответствует
6.10.4.3 СП 4.13130.2013	Технологические трубопроводы с горючими и сжиженными углеводородными газами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями на входе и выходе с территории предприятия должны иметь отключающие устройства в пределах территории предприятия на случай аварии	Соответствует
6.10.4.8 СП 4.13130.2013	Под межцеховыми технологическими трубопроводами с горючими продуктами установка оборудования не допускается. Емкости для дренирования жидкости из трубопроводов и насосы к ним должны размещаться вне габаритов эстакады	Соответствует
6.10.4.9 СП 4.13130.2013	Технологические трубопроводы должны иметь негорючую теплоизоляцию, защищенную от разрушения	Соответствует
ГОСТ 30333-2007	Выделяющийся из жидкой серы сероводород - горючий взрывоопасный газ. Легко воспламеняется от искр и пламени. Горит с образованием большого количества дыма и токсичных газов (SO ₂). Рекомендуемые огнетушащие вещества: воздушно-механическая пена высокой устойчивости, химическая пена, песок	Не соответствует

По результатам проведённой оценки пожарной опасности серы и серной кислоты можно сделать вывод, что наиболее опасная ситуация может произойти на предприятии при содержании паров серной кислоты в воздухе

и пыли серы при остывании расплавленной серы в результате разгерметизации трубопроводов, особенно в замкнутых пространствах (помещениях).

Остывшую серу в результате разгерметизации трубопроводов, особенно в замкнутых пространствах (помещениях), необходимо надолго изолировать от высокой концентрации серной кислоты в воздухе. Это можно сделать:

- тонкораспылённой водой (предотвратить образование пыли или порошка);
- песком;
- пеной.

Так как контакт воды с серной кислотой исключён ввиду образования при этом взрывоопасного газа – водорода, а автоматическую подачу песка в помещение технически выполнить сложно, то принимаем, что для тушения (предупреждения загорания) серы необходимо рассмотреть систему пенотушения.

Вывод по 2 разделу.

По проведённой оценке пожарной опасности серы и серной кислоты можно сделать вывод, что наиболее опасная ситуация может произойти на предприятии при содержании паров серной кислоты в воздухе и пыли серы при остывании расплавленной серы в результате разгерметизации трубопроводов, особенно в замкнутых пространствах (помещениях).

В разделе определено, что на объекте необходимо применять пенообразователь чрезвычайно медленно разлагаемый.

3 Разработка мер пожарной безопасности

Так как на объекте уже присутствует система пенного пожаротушения, но при этом используется пенообразователь ПО 6ТФ с низким показателем устойчивости пены, необходимо произвести выбор пенообразователя с устойчивостью пены, которая бы гарантировала отсутствие повторного воспламенения серы 30 минут и более. Данное время необходимо для снижения концентрации паров серной кислоты в помещении путём подачи азота в помещение по окончании эвакуации работников.

Было выяснено, что на объекте необходимо применять пенообразователь чрезвычайно медленно разлагаемый.

Для выбора пенообразователя рассмотрим изобретение № RU2590379C1 «Вспененный гель кремнезема, используемый при взрывопожаропредотвращении», автор – Абдурагимов Иосиф Микаелевич (RU), патентообладатель – бщество с ограниченной ответственностью НПО «Современные пожарные технологии» (ООО «НПО» «СОПОТ») (RU), подача заявки 26.03.2015 [10].

«Изобретение относится к области получения золь-гель способом вспененного геля кремнезема, который может быть использован в качестве огнетушащего средства при взрывопожаропредотвращении, а также в качестве изолирующего и наполняющего материала» [10].

«Основными загрязняющими веществами, поступающими из двигателей внутреннего сгорания в вентиляционную вытяжку, концентрация которых существенно превышает ПДК, являются окись углерода CO, оксиды азота NO_x, углеводороды CН_x и другие органические соединения, сернистый ангидрид SO₂, а также аэрозоли и частицы сажи и пыли» [10].

«Задачей настоящего изобретения является устранение недостатков известных пенокерамических материалов на основе кремнезема и разработка технически и технологически простого золь-гель способа производства вспененного геля кремнезема при атмосферном давлении, без нагрева при

температуре окружающей среды от -2 до +50°C, с контролируемой скоростью формирования и затвердевания от 2 сек до 2 минут, с возможностью его преимущественного применения в качестве огнетушащего средства при пожаровзрывопредотвращении и по иному назначению» [10].

«Сущность и отличительные характерные особенности заявленного изобретения по получению золь-гель способом вспененного геля кремнезема и его применения в качестве огнетушащего средства при взрывопожаропредотвращении заключаются в использовании водного раствора смеси силиката щелочного металла, преимущественно силиката натрия и пенообразующего поверхностно-активного вещества, преимущественно синтетического углеводородного пенообразователя» [10].

«Испытания проводились на открытом воздухе при температуре, соответствующей диапазону температур эксплуатации огнетушителя, и скорости ветра, не превышающей 5 м/с, при отсутствии осадков» [10].

«Штабель модельного очага пожара был выложен таким образом, что бруски каждого последующего слоя были перпендикулярны к брускам нижележащего слоя. Таким образом, по всему объему образовались каналы прямоугольного сечения размером 40×40×500 мм» [10].

«Поджигали бензин в поддоне. Через 8 минут с момента начала горения, когда штабель со всех сторон был охвачен пламенем, приступали к тушению модельного очага пожара» [10].

«Подача огнетушащего вещества подавалась через низкократный ствол с расходом 1 л/с при давлении 0,5 МПа. Расстояние от ствола до очага пожара составляло 4 метра. Огнетушитель был установлен стационарно» [10].

«После завершения тушения очага пожара выжидалось время в пределах 30 минут, после чего очаг пожара подвергался воздействию открытого пламени, создаваемого газовой горелкой. Затем регистрировалось время непрерывного воздействия пламени, по истечении которого очаг пожара вновь воспламенялся» [10].

«Таким образом, характерной особенностью предлагаемого огнетушащего средства (вспененного геля кремнезема) является полное отсутствие повторного возгорания обработанной поверхности при длительном воздействии прямого огня, в отличие от использования обычных известных огнетушащих средств» [10].

Из оценки предлагаемого пенообразователя на основе вспененного геля кремнезема можно прийти к выводу, что пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема гарантирует отсутствие повторного воспламенения в течение более чем 30 минут воздействия пламени, а при использовании 6% раствора пенообразователя ПО 6ТФ повторное воспламенение происходит уже через 35 с при воздействии пламени.

Соответственно для существующей системы пенного пожаротушения выбираем, что пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема из патента на изобретение № RU2590379C1 является наиболее подходящим, так соответствует требованиям по стойкости создаваемой пены.

Из предложений производителей пенообразователей по предложенным характеристикам подходит только пенообразователь «Герда AFFF/AR» от Научно-производственного предприятия «Герда».

Система пенопожаротушения состоит из:

- ёмкости для предварительного смешения и хранения пенного раствора;
- клапанов подачи пены на каждый из участков;
- трубопроводов и распылительных сопел для подачи пенного раствора на каждый из участков;
- баллонов с азотом под давлением 8,45 МПа (84,5 кгс/см²).
- двух специальных электровзрывных устройств (пиропатроны) для приведения системы в действие дистанционно;
- двух ручных рычажных устройств, для приведения системы в действие по месту;
- пожарных извещателей пламени «ИП 332-1/1М» (Набат-1);

- пожарных извещателей дымовых «ИП 212-18» (ИД-2ИБ);
- пожарный линейных тепловых извещателей «PHSC-155-EPR» (термокабель – установлен на трубопроводы с серой);
- щита управления и сигнализации, расположенного на ЦПУ;
- сервера «Орион-ПРО» и автоматизированного рабочего места с модулем «Монитор» системы «Орион-ПРО»;
- местного щита управления в помещении установки пожаротушения.

При возникновении пожара на одном или нескольких участках автоматическая пожарная сигнализация (при срабатывании двух пожарных дымовых извещателей «ИП 212-18» (ИД-2ИБ) или пожарных извещателей пламени «ИП 332-1/1М» (Набат-1) в шлейфе, либо пожарного линейного теплового извещателя «PHSC-155-EPR» термокабель (тревожное сообщение) «Пожар» поступит на ЦПУ (автоматизированное рабочее место «Орион-ПРО»), пожарную часть, произойдет автоматический пуск системы пожаротушения.

Также пуск системы пенопожаротушения можно произвести дистанционно из ЦПУ. Для этого необходимо нажать соответствующую в зоне пожара кнопку дистанционного пуска (держат нажатой в течение 4 сек) в щите дистанционного запуска в ЦПУ и нажать кнопку соответствующую этому направлению в щите подтверждения запуска. Команду на запуск можно подать нажав кнопку ручного пуска, после подтверждения пуска в ЦПУ система срабатывает.

Срабатывание системы пенопожаротушения вручную обеспечивается следующим образом:

- открыть соленоидный клапан подачи пены в нужную зону, перекрыв на него подачу воздуха;
- ручным рычажным устройством открыть выход одного из двух баллонов для приведения системы в действие.

Одновременное срабатывание всех трех соленоидных клапанов не предусмотрено, так как объем емкости хранения пенного раствора рассчитан на тушение пожара только в одной из зон.

Для генерации пены используется пеногенератор ЭГВП-100, который предназначен для получения полидисперсной пены высокой кратности в условиях задымления помещения по принципу эжекции воздуха распыленными струями 6% водного раствора фторсодержащего пенообразователя из распылителей, последовательно расположенных в корпусе пеногенератора.

На щите управления установки пожаротушения в комнате начальника смены на ЦПУ имеются кнопки блокировки автоматической системы выброса пены в зону пожара, срабатывающей от пожарных извещателей и местных кнопок пуска пожаротушения.

В щите ЩМП-4 расположены:

- прибор приемно-контрольный «Сигнал 20П-SMD» (1 шт.) – для подключения шлейфов пожарной сигнализации, шлейфов кнопок ручного пуска, расположенных в помещении АСПТ; (связанные единым интерфейсом RS-485 и включенные в ИСБ «Орион»;
- блок контрольно-пусковой «С2000-КПБ» (1 шт.) – для подключения пусковых шлейфов;
- блок сигнально-пусковой «С2000-СП1» (1 шт.) – для подключения сигнальных ламп в кнопках ручного пуска;
- блок питания «РИП-24» (1 шт.);
- 3 кнопки запуска соленоидных клапанов по направлениям.

Система рассчитана на однократную работу в течение 10 минут. После этого необходима ее перезарядка.

Способ тушения – заполнение высокократной пеной всей площади помещений до высоты 1,5 м, превышающей на 1 м высоту возможной пожарной нагрузки (пролитой жидкой серы).

Согласно справочным данным СП 155.13130.2014 интенсивность подачи пены необходимо обеспечивать 0,04 дм³/сек на 1 м² площади помещений при тушении пожара в течение 10 минут.

При площади защищаемых помещений расход пенообразователя рассчитаем по формуле 1.

$$Q_{\text{тр.}}^{\text{т.}} = S_{\text{т}} \times I, \text{ л\c} \quad (1)$$

где $S_{\text{т}}$ – площадь тушения, м²;

I – интенсивность подачи огнетушащих веществ, л/(м² × с).

$$Q_{\text{тр.}}^{\text{т.}} = 1152 \times 0,04 = 46,1 \text{ л\c};$$

Произведём расчёт пенообразователя исходя из времени тушения 10 минут.

$$V_{\text{тр.}}^{\text{пен.}} = Q_{\text{тр.}}^{\text{т.}} \times T_{\text{туш}} \times 6\%, \text{ л} \quad (2)$$

где $Q_{\text{тр.}}^{\text{т.}}$ – расход пенообразователя, л/с;

$T_{\text{туш}}$ – время тушения, с.

$$V_{\text{тр.}}^{\text{пен.}} = 46,1 \times 600 \times 6\% = 1659,6 \text{ л}$$

На объекте необходимо применять пенообразователь чрезвычайно медленно разлагаемый для долговременной изоляции пыли серы или недопущения образования паров серной кислоты в воздухе замкнутого пространства (помещения). Объём хранимого пенообразователя должен составлять 1,7 м³.

Также систему пожаротушения необходимо постоянно поддерживать в исправном состоянии. При определении регламента работ ТО и ППР следует, в частности, ежедневно проводить внешний осмотр узлов установки, еженедельно производить пробный пуск насосов, ежегодно заменять воду в

трубопроводах установки, промывку и очистку трубопроводов. Следует своевременно проводить гидравлические испытания трубопроводов и гидропневмобака. Ежегодно проверяются расходные характеристики насосов. Проверяют также исправность дренажных устройств, обеспечивающих сток воды из защищаемого помещения.

Вывод по 3 разделу.

На объекте имеется система пенного пожаротушения, но при этом используется пенообразователь ПО 6ТФ с низким показателем устойчивости пены, поэтому для существующей системы пенного пожаротушения выбран пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема из патента на изобретение № RU2590379C1, который обеспечит отсутствие повторного воспламенения серы 30 минут и более. Данное время необходимо для снижения концентрации паров серной кислоты в помещении путём подачи азота в помещение по окончании эвакуации работников.

Из предложений производителей пенообразователей по предложенным характеристикам подходит только пенообразователь «Герда AFFF/AR» от Научно-производственного предприятия «Герда».

Согласно справочным данным СП 155.13130.2014 интенсивность подачи пены необходимо обеспечивать 0,04 дм³/сек на 1 м² площади помещений при тушении пожара в течение 10 минут.

Объём хранимого пенообразователя должен составлять 1,7 м³.

Остановка или поломка насосов может произойти при нарушениях правил пуска, при отказе приборов КИПиА, из-за невнимательности персонала при контроле работы механизмов. Это может привести к разгерметизации насоса или его элементов и выбросу опасного вещества с последующим загоранием пролива и/или взрывом его паров.

Предусмотрено отключение насоса при минимальном уровне в заглубленном резервуаре, а также по максимальному уровню в хранилищах грязной серы (для исключения перелива).

4 Организация процесса эвакуации на объекте

4.1 Анализ путей эвакуации и систем оповещения

Объемно-планировочные решения, принятые в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил, обеспечивают безопасную эксплуатацию здания и, в случае необходимости, безопасную эвакуацию людей из помещений. В здании насосной предусмотрены два эвакуационных выхода. Помещения, расположенные на путях эвакуации имеют противопожарные перегородки 1-го типа со смежными помещениями. Дверь кладовой предусматривается противопожарной 1-го типа с пределом огнестойкости E1 150.

Эвакуационные выходы расположены рассредоточено, что соответствует 9.1.1 СП 1.13130.2020. Ширина эвакуационных выходов составляет 1,0 и 1,7 м, что соответствует 9.1.3 СП 1.13130.2020 [17].

На путях эвакуации предусмотрено использование материалов, имеющих соответствующие сертификаты пожарной безопасности с показателями пожарной опасности не выше чем:

- КМЗ (Г2, В2, Д3, Т2, РП1) – для отделки стен, потолков в общих коридорах, холлах;
- КМ4 (В2, РП2, Д3, Т3, Г2) – для покрытий пола в общих коридорах и холлах.

Покрытие пола насосной выполнено из бетона.

Согласно требованиям таблицы 2 СП 3.13130.2009 объект оборудуется СОУЭ 2-го типа [18].

В соответствии со ст. 84 ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ оповещение людей о пожаре, управление эвакуацией людей и обеспечение их безопасной эвакуации при пожаре в насосной осуществляется следующими способами:

- подача световых и звуковых сигналов в помещения согласно СП 3.13130.2009 [18];

- включение эвакуационного (аварийного) освещения;
размещение и обеспечение освещения знаков пожарной безопасности на путях эвакуации в течение нормативного времени.

Рассмотрим порядок организации процесса эвакуации на объекте.

На объекте может находиться до 15 человек, рабочие места персонала расположены в помещениях насосной.

При прорыве газа или жидкости вблизи от места проведения работ необходимо немедленно надеть противогаз и, двигаясь навстречу ветру.

На случай аварии в специальном шкафу, под пломбой, в помещении управления должно храниться необходимое количество комплектов аварийных фильтрующих и изолирующих противогазов, прорезиненный костюм, аварийный инструмент, прокладочный материал, запасные детали, взрывозащищенные аккумуляторные светильники.

4.2 Действия персонала при обнаружении пожара

При обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры) необходимо каждому гражданину сообщить об этом в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию); принять меры по тушению пожара первичными средствами пожаротушения, а также меры по эвакуации людей.

Должностные лица и руководители предприятий и лица, в установленном порядке ответственные за обеспечение пожарной безопасности, прибывшие к месту пожара, обязаны:

- продублировать сообщение о пожаре в пожарную охрану и поставить в известность вышестоящее руководство, диспетчера, ответственного дежурного по объекту;
- в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасание, используя для этого все имеющиеся силы и средства;

- проверить работу автоматических систем противопожарной защиты;
- при необходимости отключить электроэнергию;
- прекратить все работы в здании и на территории, кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;
- осуществить общее руководство по тушению пожара (с учетом специфических особенностей объекта) до прибытия подразделения пожарной охраны;
- обеспечить соблюдение требований безопасности работниками, принимающими участие в тушении пожара;
- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию людей и защиту материальных ценностей.

«Принять меры по прекращению всех работ в здании (если это допустимо по технологическому процессу производства), кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара» [6].

Проведение организационных мероприятий в области пожарной безопасности и контроль за их выполнением возложена на инженера по охране труда и пожарной безопасности.

Вывод по второму разделу.

Системы противопожарной защиты зданий, сооружений и строений обеспечивают возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений ОФП. Система оповещения о пожаре реализуется посредством установки на звуковых и световых пожарных оповещателей с учетом требований СП 3.13130.2009. Сигнал на систему оповещения о пожаре формируется системой пожарной сигнализации при срабатывании, как минимум, от двух пожарных извещателей, установленных в помещениях, или от срабатывания ручного пожарного извещателя.

5 Охрана труда

Для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте оборудовано заземляющее устройство.

Для защитного заземления используются специальные проводники сети.

Нейтраль трансформатора заземлена наглухо путем присоединения к наружному контуру заземления с сопротивлением не более 4 Ом. Наружный контур выполнен из круга стального оцинкованного диаметром 18 мм и длиной 5 м, соединенного между собой стальной полосой 5×40. Дизельная электростанция имеет глухозаземленную нейтраль, соединенную с контуром заземления.

Защитное заземление организовано на основе ГЗШ, в качестве которой используется шина РЕ, соединенная с внешним заземляющим устройством полосой сечением 5×40 мм.

Внешний контур заземления выполняется забивкой вертикальных заземлителей диаметром 18 мм длиной 5 м, соединенных между собой продольными заземлителями, выполненными из полосовой стали размером 5×40 мм в сечении.

По объекту проектирования предусмотрено дополнительная система уравнивания потенциалов, выполненная путем объединения следующих частей: нулевого защитного РЕ-проводника питающей линии, металлических труб коммуникаций, входящих в здание, заземляющего устройства молниезащиты. Все указанные части присоединяются к шине РЕ вводно-распределительного устройства при помощи проводника системы уравнивания потенциалов.

Защитному заземлению подлежит металлический корпус насоса и щиты управления. Соединение выполнено проводом марки ПВЗ 4,0 в желто-зеленой изоляции.

Присоединение защитных проводников обеспечивает надежный контакт и выполняется болтовым соединением.

Для болтовых присоединений предусмотрены меры против ослабления и коррозии контактного соединения.

На сегодняшний день существующие разработки в области защиты работников от удара электрического тока позволяют контролировать появление дифференциальных токов при помощи полупроводников.

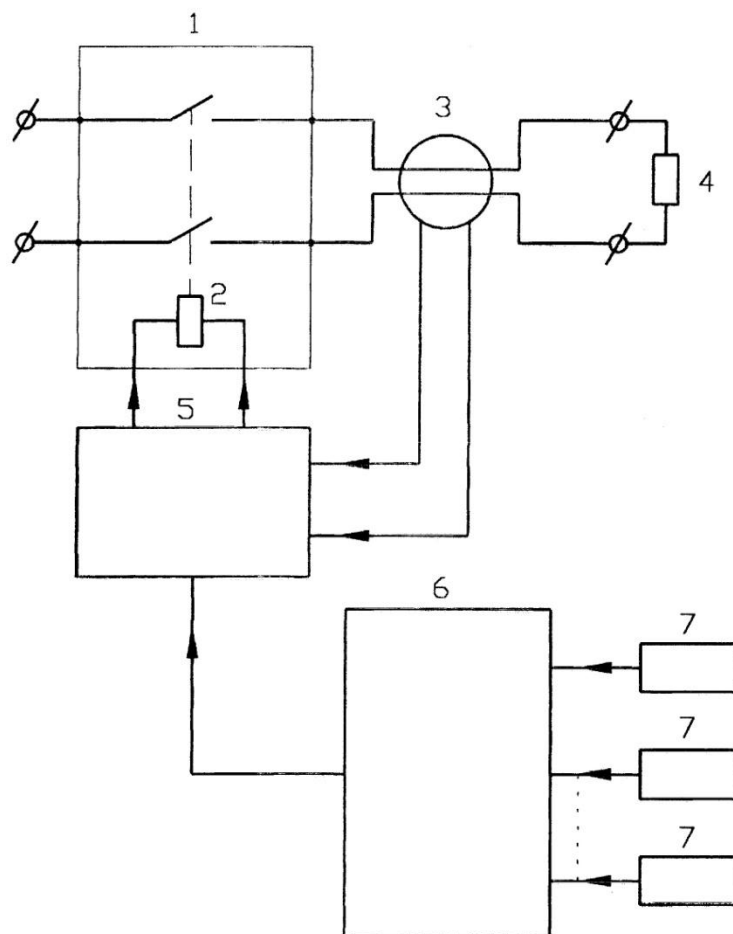
Рассмотрим возможность модернизации существующей электрозащиты на объекте.

Для защиты работников от удара электрическим током при работе на оборудовании с двухфазным подключением (практически всё оборудование управления цеха) рассмотрим патент на устройство защиты № RU22275U1, подача заявки 05.04.2000г., автор: Бондаренко А.В.

«Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для защиты преобразователей и других электроустановок от повреждении при внешних и внутренних разрушающих воздействиях, а также для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током» [11].

«Сущность заявляемого изобретения выражается в том, что предложено устройство защиты, которое содержит аппарат защиты сети, дифференциальный трансформатора тока, первичная обмотка которого образована фазным и нейтральным проводами питающей сети, присоединенными к нагрузке, а вторичная обмотка – к управляющему устройству, причем аппарат защиты сети включен на входе устройства и в него введен электромагнит, а управляющее устройство снабжено дополнительным входом, к которому подключен электронный сумматор сигналов от датчиков аварийных режимов» [11].

На рисунке 1 показана схема защиты работников от удара электрическим током при работе на оборудовании с двухфазным подключением.



1- аппарат защиты сети; 2 – электромагнит; 3 – дифференциальный трансформатор, 4 – нагрузка; 5 – управляющее устройство; 6 – сумматор сигналов, 7 – датчики.

Рисунок 1 – Схема устройства защиты работников от удара электрическим током изобретения № RU22275U1

«При возникновении перегрузки или короткого замыкания в первичных цепях преобразователя со стороны нагрузки 4 происходит нагрев биметаллической пластины в аппарате защиты сети 1 и аппарат отключается, размыкая цепи подачи сетевого напряжения на нагрузку 4» [11].

«При возникновении утечки в одном из проводов питающей сети со стороны нагрузки 1 на вторичной обмотке дифференциального трансформатора 3 появляется напряжение. При определенном заданном значении этого напряжения, поступающего на один из входов управляющего устройства 5 на выходе этого устройства появляется управляющее напряжение, от которого срабатывает встроенный в аппарат защиты 1

электромагнит 2 и аппарат защиты сети отключается, размыкая цепи подачи сетевого напряжения на нагрузку 4» [11].

«Таким образом, возможно построение системы защиты преобразователя по множеству критериев аварийного режима, в том числе при возникновении аварийных режимов в первичных и вторичных цепях преобразователя с использованием одного коммутирующего устройства автомата защиты сети» [11].

Приведённое устройство защиты работников от удара электрическим током изобретения № RU22275U1 обеспечит безопасность (электробезопасность) работников, задействованных на работах с технологическим оборудованием с двухфазным подключением электроэнергии.

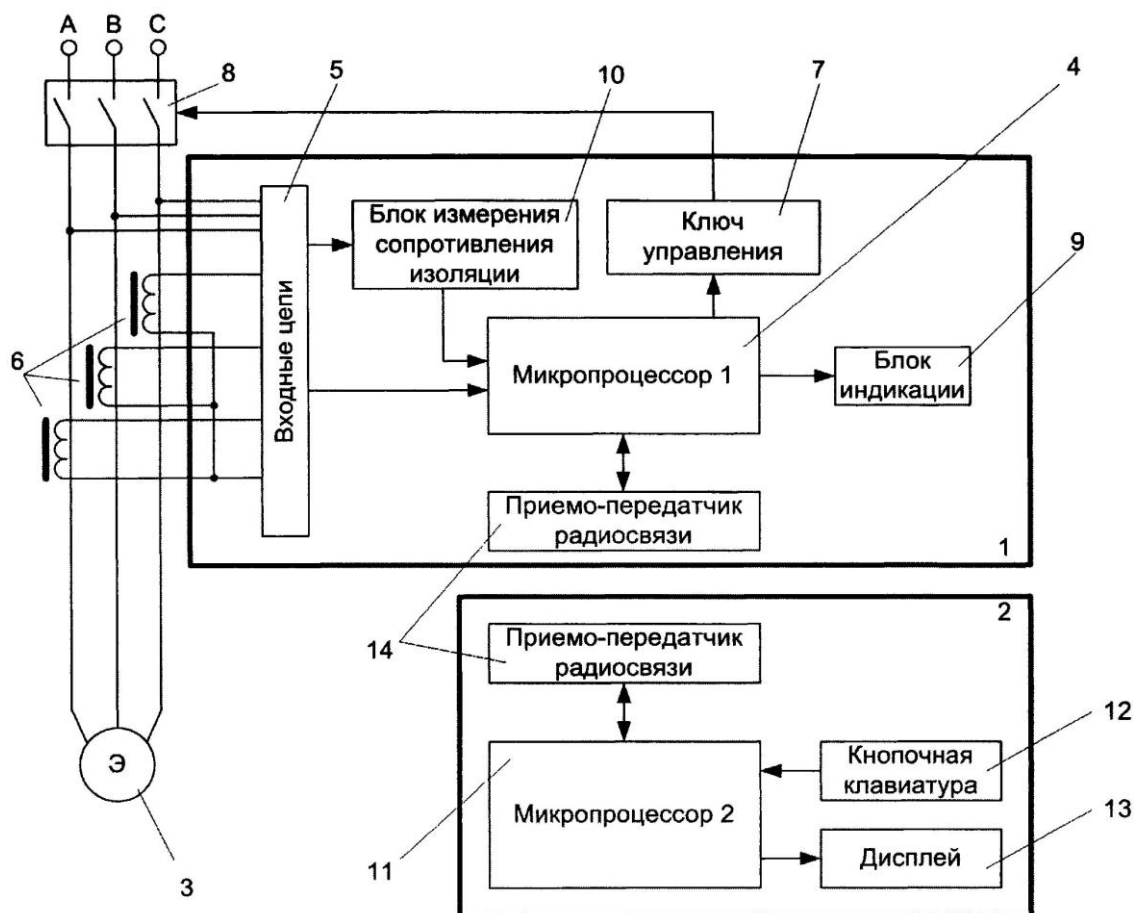
Для защиты работников от удара электрическим током, при работе на оборудовании с трехфазным подключением (насосы и электродвигатели) рассмотрим патент на устройство контроля и защиты электроустановок № RU106996U, подача заявки 12.01.2011г., автор: Каранкевич Андрей Геннадьевич.

«Устройство контроля и защиты электроустановок может найти применение для контроля тока и напряжения, сопротивления изоляции электрической сети и защиты электродвигателей, генераторов, трансформаторов и других электроустановок при возникновении аварийных режимов» [12].

«Устройство содержит датчики тока, установленные в фазах питающей сети электроустановки, ключ управления, первый микроконтроллер, в состав которого входят блок памяти, счетчики аварийных отключений и схему хранения режимных уставок, включающий блок задержки и аналого-цифровой преобразователь, при этом входы аналого-цифрового преобразователя микропроцессора соединены с датчиками тока. Кроме этого, устройство содержит смонтированный в отдельном корпусе пульт управления, в состав которого входит второй микропроцессор, кнопочная

клавиатура, подключенная к входу второго микропроцессора, и цифровой дисплей, соединенный с выходом второго микропроцессора» [12].

На рисунке 2 показана схема устройство контроля и защиты электроустановок изобретения № RU106996U.



1- корпус; 2 – корпус; 3 – цепь питания, 4 – микропроцессор; 5 – входные цепи; 6 – датчики тока, 7 – ключ управления; 8 – исполнительный орган; 9 – блок индикации; 10 – блок измерения сопротивления изоляции; 11 – микропроцессор; 12 – клавиатура; 13 – дисплей; 14 – приёмо-передатчик радиосвязи.

Рисунок 2 – Схема устройство контроля и защиты электроустановок изобретения № RU106996U

«Устройство контроля и защиты 1 устанавливают в цепях питания трехфазных электроустановок 3 и контролируют токи, протекающие по проводам каждой из трех фаз. Микропроцессор 4 под управлением заложенной в него программы сравнивает информацию режимных уставок с информацией датчиков тока 6. В случае аварийной ситуации микропроцессор

выдает команды на отключение исполнительного устройства 8 (электромагнитного контактора) через ключ управления 7, на включение соответствующего индикатора, расположенного в блоке индикации 9, на лицевой панели устройства защиты. Пульт управления 2 обеспечивает получение более детальной информации и статистических данных о работе электроустановки, которая отображается на экране цифрового дисплея 13» [12].

«Отключение электроустановки происходит при возникновении следующих аварийных режимов:

- коротком замыкании;
- при перегрузке или недогрузке по току сверх заданной продолжительности;
- пропаданию одной или двух фаз;
- перекосе фаз по току;
- при обрыве любой фазы;
- низком сопротивлении изоляции» [11].

«Перед включением электроустановки производится замер сопротивления изоляции и, если оно в норме, производится включение электроустановки» [12].

Приведённое устройство контроля и защиты электроустановок изобретения № RU106996U обеспечит безопасность (электробезопасность) работников, задействованных на работах с технологическим оборудованием с трехфазным подключением электроэнергии.

Работа предложенных устройств защиты работников от удара электрическим током основана на работе датчиков и микропроцессоров, что в во взаимодействии позволит срабатыванию защиты даже при малейших изменениях сопротивлений.

Выводы по разделу.

Потребитель должен обеспечить выполнение всех работ по техническому обслуживанию, контрольным осмотрам и монтажу

квалифицированными специалистами, допущенными к выполнению этих работ и в достаточной мере ознакомленными с ними в ходе подробного изучения руководства по монтажу и эксплуатации.

Важно, чтобы все работы проводились при неработающем оборудовании. Должен обязательно соблюдаться порядок действий отключения оборудования, описанный в руководстве по монтажу и эксплуатации.

Сразу же по окончании работ должны быть снова установлены или включены все демонтированные защитные и предохранительные устройства.

Перед подключением электропитания должна быть проверена надёжность всех заземляющих устройств.

При монтаже и наладке оборудования необходимо руководствоваться действующими «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок и потребителей напряжением до 1000В» и требованиями ГОСТ 12.3.019-80 [3] и эксплуатационной документацией на оборудование.

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

6.1 Идентификация экологических аспектов организации

Производство серной кислоты и олеума размещено на подготовленной территории на северо-востоке промышленной площадки действующего предприятия ПАО «КуйбышевАзот».

В соответствии с данными ИЭИ, на территории объекта водотоки с явно выраженным руслом отсутствуют. Предприятие находится на левом берегу реки Волга, приблизительно в 9-12 км от берега. На земельном участке, на котором расположено производство серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол», отсутствуют источники водоснабжения и их зоны санитарной охраны.

Таким образом, производство серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» располагается на значительном расстоянии от водных объектов и не затрагивает существующие водоохранные зоны. Новые водоохранные зоны источников водоснабжения не предусматриваются.

Проведено нормирование и установлены ограничения различных видов воздействия на окружающую среду:

- выбросы в атмосферный воздух;
- водопотребление и отвод сточных вод;
- нормативы образования отходов и их удаление.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при эксплуатации объекта осуществляется через 2 источника загрязнения атмосферы.

Источник № 1 – труба (организованный источник) – организован в здании сушильно-абсорбционного отделения с наружной установкой, в котором эксплуатируемое оборудование является источником выделения серы диоксида и серной кислоты.

Источник № 2 – неорганизованный источник – организуется в ВОЦ (неорганизованный источник), в котором градирня является источником выделения гидроаэрозоля оборотной воды.

Перечень и количественные значения ЗВ, выделение которых предусматривается на объекте, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень и количественные значения ЗВ, выделение которых предусматривается на объекте

Наименование загрязняющего вещества	Код вещества	ПДК м.р. ⁽¹⁾ , ПДК с.с. ⁽²⁾ , ОБУВ ⁽³⁾ , мг/м ³	Класс опасности	Количество выбросов	
				г/с	т/год
Серная кислота (по молекуле H ₂ SO ₄)	322	0,3 ⁽¹⁾	2	1,0	29,0
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	330	0,5 ⁽¹⁾	3	16,33	471,0
Дигидросульфид (Сероводород)	333	0,008 ⁽¹⁾	2	0,02135	0,56
Гидроаэрозоль оборотной воды	2708	50 ⁽³⁾	-	8,0	230,4
Всего веществ: 4				25,3521	730,96021
в том числе: твердых: 0				0	0
жидких/газообразных: 4				25,3521	730,96021

В соответствии с договором на услуги по транспортированию стоков №1042Т-04 лимит промливневых сточных вод с площадки ПАО «КуйбышевАзот», принимаемых ПАО «Тольяттиазот» и сбрасываемых в Саратовское водохранилище, составляет 11010310 м³/год. Количество промливневых стоков от производства серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» составит 4580,34 м³/год.

При эксплуатации производства серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» предусматривается образование отходов производства и потребления в количестве 1162,628 т/год (количество отходов принято усредненно, действительное количество отходов потребления будет различаться по годам – это связано с различной периодичностью замены катализаторов ванадиевых), в том числе:

- катализатор ванадиевый производства серной кислоты с остаточным содержанием оксидов серы отработанный – 18,788 т/год;
- отходы очистки жидкой серы при производстве серной кислоты – 1142,3 т/год;
- мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) – 1,54 т/год [8].

6.2 Модернизация источников выбросов

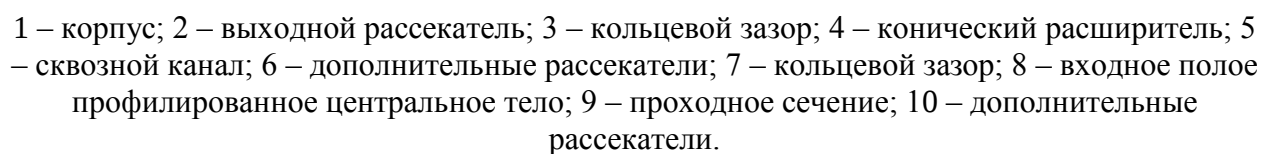
Так как в здании сушильно-абсорбционного отделения с наружной установкой имеется организованный источник загрязнения атмосферы (труба), то рассмотрим современные решения по снижению этого воздействия путём патентного поиска.

В патенте на изобретение № RU2486407C1 по заявлению от 20.12.2011 года автором Гриценко Владимиром Дмитриевичем (RU) представлена факельная горелка, заявителем и правообладателем данного патента на изобретение являются: Общество с ограниченной ответственностью Финансово-промышленная компания «Космос-Нефть-Газ» (RU).

«Изобретение относится к газогорелочным устройствам и может быть применено в газовой промышленности для сжигания попутных и продувочных газов, особенно содержащих конденсат и сероводородные соединения. Изобретение позволяет создать горелку, конструкция которой позволяет обеспечить улучшенные условия смесеобразования и максимально возможную полноту сгорания газов» [13].

«Одной из проблем, возникающих при сжигании продувочных и попутных газов, особенно содержащих конденсат и сероводородные соединения, является обеспечение максимально возможной полноты сгорания газов, получение продуктов сгорания с минимальным содержанием

На рисунке 3 изображено изобретение № RU2486407C1 «Факельная горелка».



43

«Технической задачей предлагаемого изобретения является устранение указанных недостатков и создание горелки, конструкция которой позволяет обеспечить улучшенные условия смесеобразования и максимально возможную полноту сгорания газов с уменьшенным шумом и вибрациями при работе горелки» [13].

«Поток газа подается на вход в корпус 1 горелки. Газ проходит через кольцевой зазор 10, образованный входным полым профилированным центральным телом 8 и дополнительным рассекателем 11, установленным в минимальном проходном сечении 9, при этом, за счет увеличения скорости газа, происходит «запирание» минимального сечения факела и предотвращается попадание воздуха внутрь корпуса 1» [13].

«Далее газ проходит через коническое расширение 4, выполненное в форме конфузора, который формирует форму потока и снижает градиент скоростей в поперечном сечении» [13].

«После конического расширения поток газа разделяется на три части. Первая часть потока газа проходит в треугольные щели, образованные выходными треугольными рассекателями 6 и выходной частью рассекателя 2, при этом газ интенсивно смешивается с окружающим воздухом за счет большей площади контакта, по сравнению с традиционными конструкциями» [13].

«Вторая часть потока газа проходит в кольцевую щель, образованную дополнительными рассекателями 6 и выходным рассекателем 2. На выходе, благодаря указанным рассекателям 6, происходит формирование трапецевидной формы потока с большой площадью контакта с окружающей средой, при этом средний поток газа так же интенсивно смешивается с воздухом, который подходит к указанному потоку в промежутках между треугольными внешними потоками» [13].

«Третья часть потока газа подается в центральное отверстие 5 в выходном конусном рассекателе 2, что позволяет снизить температурные нагрузки на конусный рассекатель 2» [13].

«Использование предложенного технического решения позволит более эффективно организовать процесс подготовки смеси перед сгоранием, уменьшить длину факела и шум при работе горелки, повысить полноту сгорания конденсатосодержащих газов и уменьшить содержание вредных примесей в продуктах сгорания за счет улучшения условий сгорания газозоудушной смеси» [13].

Вывод по 6 разделу.

В соответствии с договором на услуги по транспортированию стоков №1042Т-04 лимит промливневых сточных вод с площадки ПАО «КуйбышевАзот», принимаемых ПАО «Тольяттиазот» и сбрасываемых в Саратовское водохранилище, составляет 11010310 м³/год. Количество промливневых стоков от производства серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» составит 4580,34 м³/год.

Отведение сточных вод производства серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» предусматривается в существующие сети ПАО «КуйбышевАзот» и далее, по действующей схеме водоотведения с площадки ПАО «КуйбышевАзот» и предприятий Северного промышленного узла. Очистные сооружения, используемые для очистки сточных вод и доведения их качественного состава до нормативных значений, имеют запас по производительности и способны принять на очистку стоки от производственного объекта ООО «Волгатехноол» без ухудшения качественных показателей очищенной сточной воды.

На предприятии есть система по обращению с отходами, предусматривающую специально оборудованные места сбора и накопления, в том числе в закрытых тарах. Места накопления отходов соответствуют требованиям санитарных, экологических и противопожарных норм. Образующиеся отходы будут вывозиться в соответствии с действующими заключенными договорами на специализированные предприятия.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

По проведённой оценке пожарной опасности серы и серной кислоты можно сделать вывод, что наиболее опасная ситуация может произойти на предприятии при содержании паров серной кислоты в воздухе и пыли серы при остывании расплавленной серы в результате разгерметизации трубопроводов, особенно в замкнутых пространствах (помещениях).

Остановка или поломка насосов может привести к разгерметизации насоса или его элементов и выбросу опасного вещества с последующим загоранием пролива и/или взрывом его паров.

Так как контакт воды с серной кислотой исключён ввиду образования при этом взрывоопасного газа – водорода, а автоматическую подачу песка в помещение технически выполнить сложно, то принимаем, что для тушения (предупреждения загорания) серы необходимо рассмотреть систему пенотушения.

Так как на объекте уже присутствует система пенного пожаротушения, но при этом используется пенообразователь ПО 6ТФ с низким показателем устойчивости пены, необходимо произвести выбор пенообразователя с устойчивостью пены, которая бы гарантировала отсутствие повторного воспламенения серы 30 минут и более. Данное время необходимо для снижения концентрации паров серной кислоты в помещении путём подачи азота в помещение по окончании эвакуации работников.

Для существующей системы пенного пожаротушения выбираем, что пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема из патента на изобретение № RU2590379C1 является наиболее подходящим.

Из оценки предлагаемого пенообразователя на основе вспененного геля кремнезема можно прийти к выводу, что пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема гарантирует отсутствие повторного воспламенения в течение более чем 30 минут воздействия пламени, а при

использовании 6% раствора пенообразователя ПО 6ТФ повторное воспламенение происходит уже через 35 с при воздействии пламени.

Систему пожаротушения необходимо постоянно поддерживать в исправном состоянии. Необходимо провести в соответствии требованиям использования пенообразователя на основе вспененного геля кремнезема существующую систему автоматического пенного пожаротушения.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объекте

Мероприятия	Срок исполнения
Проведение капитального ремонта существующей системы автоматического пенного пожаротушения на объекте	2023 год
Приобретение пенообразователя на основе вспененного геля кремнезема	2023 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Рассчитаем экономическую эффективность от внедрения системы пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезема для защиты внутрицеховых помещений с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов.

Рассчитаем ожидаемые потери ООО «Волгатехноол» от пожаров во внутрицеховых помещениях с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов по двум вариантам:

- внутрицеховые помещения с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов не оборудованы системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем;
- внутрицеховые помещения с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов оборудованы системой пенного

пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем.

Рассчитаем площадь пожара в ООО «Волгатехноол» по формуле 3:

$$F''_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \times B_{\text{св.г}})^2 \times 2 \text{ м}^2, \quad (3)$$

«где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{свг}}$ – время свободного горения, мин.» [14]

$$F''_{\text{пож}} = 3,14 \times (1 \times 11,5)^2 \times 2 = 830 \text{ м}^2,$$

Расчёт ожидаемых потерь ООО «Волгатехноол» от пожаров производится по формуле 2.

Данные для расчёта представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь пожара	м ²	830	10
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения	м ²	1152	
Площадь здания	м ²	1152	
Стоимость оборудования	руб./м ²	30000	30000
Стоимость частей зданий и строений	руб./м ²	10000	10000
Вероятность возникновения загорания на исследуемом объекте	1/м ² в год	$1,2 \cdot 10^{-5}$	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [14]	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [14]	P_1	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [14]	P_3	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [14]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [14]	κ	1,63	

Расчёт материальных потерь:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (4)$$

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [14].

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (5)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [14].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (6)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами» [14].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (7)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 .

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_k) \cdot (1+k) \cdot \{1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (8)$$

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times 30000 \times 830 \times (1+1,63) \times 0,86 = 778551,37 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times (30000 \times 830 + 10000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 102055,51 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times (30000 \times 830 + 10000) \times (1+1,63) \times [1-0,79-(1-0,79) \times 0,86] = \\ = 27169,68 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_4) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times (30000 \times 1152 + 10000) \times (1+1,63) \times \{1-0,79-(1-0,79) \times 0,95 - [1-0,79-(1-0,79) \times 0,95] \times 0,86\} = 1847,59 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times 30000 \times 10 \times (1+1,63) \times 0,86 = 9380,14 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times (30000 \times 10 + 10000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 1058,45 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times (30000 \times 10 + 10000) \times (1+1,63) \times [1-0,79-(1-0,79) \times 0,86] = \\ = 338,12 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_4) = 1,2 \times 10^{-5} \times 1152 \times (30000 \times 1152 + 10000) \times (1+1,63) \times \{1-0,79-(1-0,79) \times 0,95 - \\ [1-0,79-(1-0,79) \times 0,95] \times 0,86\} = 1847,59 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери ООО «Волгатехноол» от пожаров:

- если внутрицеховые помещения с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов не оборудованы системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем:

$$M(\Pi)_1 = 778551,37 + 102055,51 + 27169,68 = 907776,56 \text{ руб./год};$$

- если внутрицеховые помещения с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов оборудованы

системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем:

$$M(\Pi)_2 = 9380,14 + 1058,45 + 338,12 = 10776,72 \text{ руб./год.}$$

Стоимость оборудования внутрицеховых помещения системой пенного пожаротушения представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Стоимость выполнения предложенного плана мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Проведение капитального ремонта существующей системы автоматического пенного пожаротушения на объекте	1000000
Стоимость пенообразователя на основе вспененного геля кремнезема	3000000
Пуско-наладочные работы	200000
Итого:	4200000

Экономический эффект составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1)) \quad (9)$$

«где Т – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

НД – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

$M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K_1 , K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год» [14].

Расчёт денежных потоков представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчёт денежных потоков

Год	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	Д	$[M(\Pi)1-M(\Pi)2]Д$	K_2-K_1	Денежные потоки
1	896999,83	0,91	816269,85	4200000	-3383730,15
2	896999,83	0,83	744509,86	-	744509,86
3	896999,83	0,75	672749,88	-	672749,88
4	896999,83	0,68	609959,89	-	609959,89
5	896999,83	0,62	556139,90	-	556139,90
6	896999,83	0,56	502319,91	-	502319,91
7	896999,83	0,51	457469,92	-	457469,92
8	896999,83	0,47	421589,92	-	421589,92
9	896999,83	0,42	376739,93	-	376739,93
10	896999,83	0,39	349829,94	-	349829,94

Интегральный экономический эффект от оборудования внутрицеховых помещений с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем за десять лет составит 1307579 рублей.

Вывод по разделу 7.

Для существующей системы пенного пожаротушения выбираем, что пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема из патента на изобретение № RU2590379C1 является наиболее подходящим.

Интегральный экономический эффект от оборудования внутрицеховых помещений с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем за десять лет составит 1307579 рублей.

Оборудование внутрицеховых помещений с трубопроводами для транспортировки горючих жидкостей и газов системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем экономически выгодно.

Заключение

Объект исследования – Общество с ограниченной ответственностью «Волгатехноол», 445007, Самарская обл, г. Тольятти, ул. Новозаводская, д. 6 К. 169.

В первом разделе выяснено, что генеральная планировка объекта выполнена в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Во втором разделе выяснено, что:

- расстояние от внутреннего края противопожарного проезда до стены здания насосной принято не менее 5 м, что соответствует 8.8 СП 4.13130.2013;
- здания, строения и сооружения объекта выполнены с соблюдением противопожарных разрывов;
- все помещения объекта (за исключением помещений с мокрыми процессами) оборудованы автоматической пожарной сигнализацией;
- автоматическая пожарная сигнализация обеспечивает автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре.

Формирование режима «Пожар» осуществляется при срабатывании двух и более пожарных извещателей защищаемого объекта.

Основными условиями, при которых возможно возникновение пожара или взрыва, являются:

- нарушение герметичности оборудования и коммуникаций;
- поломка или внезапная остановка тех. оборудования, не имеющего резерва;
- выход из строя системы обеспечения агрегата воздухом КИП и обратной охлаждающей водой;

- прекращение подачи на установку природного газа или электроэнергии;
- нарушение установленных норм технологического режима и правил эксплуатации оборудования и трубопроводов;
- наличие на производстве метанола взрывоопасных газов и паров;
- использование инструментов и приспособлений не по назначению;
- неисправность оборудования, арматуры, предохранительных устройств.

Наиболее вероятными местами возможных обрушений являются места интенсивного теплового воздействия пожара на несущие строительные конструкции здания. Возможной зоной интенсивного теплового воздействия пожара является помещение с очагом пожара. Возможной зоной задымления с высокой концентрацией продуктов горения являются помещения и коридоры здания.

По проведённой оценке пожарной опасности серы и серной кислоты можно сделать вывод, что наиболее опасная ситуация может произойти на предприятии при содержании паров серной кислоты в воздухе и пыли серы при остывании расплавленной серы в результате разгерметизации трубопроводов, особенно в замкнутых пространствах (помещениях).

Возможные последствия ошибок персонала и/или отказов средств контроля и автоматизации технологического процесса, в результате которых происходит разгерметизация отдельных единиц оборудования или трубопроводов, содержащих опасные вещества, варьируются в широкой степени: от последствий, сравнимых с утечками, до полного разрушения оборудования и выброса всего их содержимого. Остановка или поломка насосов может произойти при нарушениях правил пуска, при отказе приборов КИПиА, из-за невнимательности персонала при контроле работы механизмов. Это может привести к разгерметизации насоса или его элементов и выбросу опасного вещества с последующим загоранием пролива и/или взрывом его паров.

Остывшую серу в результате разгерметизации трубопроводов, особенно в замкнутых пространствах (помещениях), необходимо надолго изолировать от высокой концентрации серной кислоты в воздухе. Это можно сделать:

- водой (предотвратить образование пыли или порошка);
- песком;
- пеной.

В третьем разделе решено:

- усовершенствовать подачу пены при работе системы пенотушения для тушения (предупреждения загорания) серы, так как контакт воды с серной кислотой исключён ввиду образования при этом взрывоопасного газа – водорода, а автоматическую подачу песка в помещение технически выполнить сложно, то принимаем;
- произвести выбор пенообразователя с устойчивостью пены, которая бы гарантировала отсутствие повторного воспламенения серы 30 минут и более (Данное время необходимо для снижения концентрации паров серной кислоты в помещении путём подачи азота в помещение по окончании эвакуации работников), так как на объекте уже присутствует система пенного пожаротушения, но при этом используется пенообразователь ПО 6ТФ с низкими показателем устойчивости пены;
- пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема из патента на изобретение № RU2590379C1 является наиболее подходящим.

Из оценки предлагаемого пенообразователя на основе вспененного геля кремнезема можно прийти к выводу, что пенообразователь на основе вспененного геля кремнезема гарантирует отсутствие повторного воспламенения в течение более чем 30 минут воздействия пламени, а при использовании 6% раствора пенообразователя ПО 6ТФ повторное воспламенение происходит уже через 35 с при воздействии пламени.

Согласно справочным данным СП 155.13130.2014 интенсивность подачи пены необходимо обеспечивать 0,04 дм³/сек на 1 м² площади помещений при тушении пожара в течение 10 минут.

Объём хранимого пенообразователя должен составлять 1,7 м³.

Систему пожаротушения необходимо постоянно поддерживать в исправном состоянии.

При определении регламента работ ТО и ППР следует, в частности, ежедневно проводить внешний осмотр узлов установки, еженедельно производить пробный пуск насосов, ежегодно заменять воду в трубопроводах установки, промывку и очистку трубопроводов. Следует своевременно проводить гидравлические испытания трубопроводов и гидропневмобака.

В четвёртом разделе выяснено, что объемно-планировочные решения, принятые в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил, обеспечивают безопасную эксплуатацию здания и, в случае необходимости, безопасную эвакуацию людей из помещений. В здании насосной предусмотрены два эвакуационных выхода. Помещения расположенные на путях эвакуации имеют противопожарные перегородки 1-го типа со смежными помещениями. Дверь кладовой предусматривается противопожарной 1-го типа с пределом огнестойкости E1 150.

Эвакуационные выходы расположены рассредоточено, что соответствует 9.1.1 СП 1.13130.2009. Ширина эвакуационных выходов составляет 1,0 и 1,7 м, что соответствует 9.1.3 СП 1.13130.2009.

Системы противопожарной защиты зданий, сооружений и строений обеспечивают возможность эвакуации людей в безопасную зону до наступления предельно допустимых значений ОФП.

В пятом разделе выяснено, что для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и защиты обслуживающего персонала от поражений электротоком на данном объекте оборудовано заземляющее устройство.

В шестом разделе выяснено, что:

- соответствии с договором на услуги по транспортированию стоков №1042Т-04 лимит промливневых сточных вод с площадки ПАО «КуйбышевАзот», принимаемых ПАО «Тольяттиазот» и сбрасываемых в Саратовское водохранилище, составляет 11010310 м³/год;
- количество промливневых стоков от производства серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» составит 4580,34 м³/год;
- отведение сточных вод производства серной кислоты и олеума ООО «Волгатехноол» предусматривается в существующие сети ПАО «КуйбышевАзот» и далее, по действующей схеме водоотведения с площадки ПАО «КуйбышевАзот» и предприятий Северного промышленного узла;
- очистные сооружения, используемые для очистки сточных вод и доведения их качественного состава до нормативных значений, имеют запас по производительности и способны принять на очистку стоки от производственного объекта без ухудшения качественных показателей очищенной сточной воды;
- на предприятии есть система по обращению с отходами, предусматривающую специально оборудованные места сбора и накопления, в том числе в закрытых тарах;
- места накопления отходов соответствуют требованиям санитарных, экологических и противопожарных норм;
- образующиеся отходы будут вывозиться в соответствии с действующими заключенными договорами на специализированные предприятия.

Интегральный экономический эффект от оборудования внутрицеховых помещений с трубопроводами для транспортировки жидкой серы системой пенного пожаротушения с использованием пенообразователя на основе вспененного геля кремнезем за десять лет составит 1142833,3 рублей.

Список используемых источников

1. Борисенко А. С., Ксандров Н. В. Экологическая ресурсосберегающая переработка сернокислотных растворов // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2011. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-resursosberegayuschaya-pererabotka-sernokislotnyh-rastvorov> (дата обращения: 06.02.2022).
2. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. [Электронный ресурс] : СП 42.13330.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 14.01.2022).
3. Испытания и измерения электрические [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.3.019-80. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009523> (дата обращения: 10.01.2022).
4. Кислота серная техническая Технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 2184-2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107829> (дата обращения: 11.01.2022).
5. Кислота серная контактная техническая. Паспорт безопасности [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/PB_Kislota_sernaya_kontaktnaya_SNPZ_do_04.06.24.pdf (дата обращения: 14.01.2022).
6. Методические рекомендации по определению очага пожара [Электронный ресурс]. URL: <https://35.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/sily-i-sredstva/ispitatelnaya-pozharnaya-laboratoriya/metodicheskie-rekomendacii/metodicheskie-rekomendacii-po-opredeleniyu-ochaga-pozhara-i-izyatiyu-veshchestvennyh-dokazatelstv-s-mesta-pozhara> (дата обращения: 15.02.2022).
7. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565837297> (дата обращения: 14.01.2022).

8. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 02.01.2022).

9. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 11.01.2022).

10. Патент на изобретение № RU2590379C1. Вспененный гель кремнезема, используемый при взрывопожаропредотвращении, автор – Абдурагимов Иосиф Микаелевич (RU), патентообладатель – общество с ограниченной ответственностью НПО «Современные пожарные технологии» (ООО «НПО» «СОПОТ») (RU), подача заявки 26.03.2015 [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2590379C1_20160710 (дата обращения: 17.01.2022).

11. Патент на изобретение № RU22275U1. Устройство защиты, автор – Бондаренко А.В. (RU), патентообладатель – Бондаренко А.В. (RU), подача заявки 05.04.2000 [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU22275U1_20020310 (дата обращения: 17.01.2022).

12. Патент на изобретение № RU106996U. Устройство контроля и защиты, автор – Каранкевич Андрей Геннадьевич (RU), патентообладатель – Каранкевич Андрей Геннадьевич (RU), подача заявки 12.01.2011 [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU106996U1_20110727 (дата обращения: 17.01.2022).

13. Патент на изобретение № RU2486407C1. Факельная горелка, автор – Гриценко Владимир Дмитриевич (RU), патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью Финансово-промышленная компания «Космос-Нефть-Газ» (RU), подача заявки 20.12.2011 [Электронный ресурс].

URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2486407C1_20130627 (дата обращения: 17.01.2022).

14. Предотвращение распространения пожара. Пособие к СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 21.01.2022).

15. Сера ICSC1166 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.safework.ru/content/cards/RUS1166.HTM> (дата обращения: 14.01.2022).

16. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 02.01.2022).

17. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : СП 1.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248961> (дата обращения: 06.01.2022).

18. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 10.01.2022).

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 19.01.2022).

20. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 5 мая 2021 года) [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683 (дата обращения: 23.12.2021).