

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей  
среды в нефтегазовом и химическом комплексах

(направленность (профиль))

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Управление профессиональными рисками при транспортировке,  
хранении и перекачке кислот в организациях химического комплекса (на  
примере ПАО «Тольяттиазот»»

Студент

Горшенин А. В.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

Заместитель ректора-директор института, д.т.н,  
профессор, Горина Л.Н.

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

Тольятти 2020

## Содержание

Введение.....	3
1 Основные аспекты обеспечения безопасности при промышленном производстве удобрений.....	8
1.1 Анализ деятельности предприятия ПАО «Тольяттиазот» .....	8
1.2 Особенности эксплуатации установок по производству удобрений .....	14
2 Выявление профессиональных рисков при эксплуатации установок по производству удобрений .....	22
2.1 Нормативная база по определению профессиональных рисков .....	22
2.2 Правила безопасности при транспортировке, хранении и перекачке кислот .....	27
2.3 Методология определения основных опасных и вредных производственных факторов при транспортировке, хранении и перекачке кислот .....	37
3 Анализ возможных чрезвычайных ситуаций на объекте по транспортировке, хранении и перекачки кислот ПАО «Тольяттиазот» .....	44
3.1 Чрезвычайные ситуации при транспортировке, хранении и перекачке кислот .....	44
3.2 Вероятность возможного ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на предприятии ПАО «Тольяттиазот» .....	47
4 Разработка мероприятий, направленных на решение существующих проблем по обеспечению безопасности на предприятии ПАО «Тольяттиазот» .....	51
4.1 Разработка технического решения по установке сернокислотной системы одинарного контактирования с промывным отделением.....	51
4.2 Разработка системы оценки и управления рисками техногенными рисками ПАО «Тольяттиазот» .....	60
Заключение .....	74
Список используемых источников.....	76

## Введение

### **Актуальность и научная значимость настоящего исследования**

Основной деятельностью ПАО «Тольяттиазот» является выпуск минеральных удобрений и химической продукции. Сегодня завод включает в себя 7 агрегатов по производству аммиака и 2 агрегата карбамида, расположенных на более чем 200 га производственной площадки.

На сернокислотном производстве возможны случаи отравления сернистым газом, окислами азота или туманно образной серной кислотой, химических ожогов серной кислотой и термических ожогов при соприкосновении с горячими поверхностями аппаратуры и коммуникаций; не исключена также опасность поражения электрическим током. Сернистый ангидрид вызывает раздражение кожи, слизистых оболочек носа, глаз и верхних дыхательных путей. При содержании в воздухе 0,06 мг/л SO<sub>2</sub> возможны острые отравления, сопровождающиеся отеком легких и расширением сердца.

Согласно статьи 209 Трудового кодекса Российской Федерации важная роль в системе управления охраной труда принадлежит оценке профессионального риска. Многообразие факторов и причин, воздействующих на безопасную эксплуатацию объектов ПАО «Тольяттиазот» определяет необходимость комплексного подхода при разработке мероприятий по снижению вероятности причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных или опасных производственных факторов, а также тяжести вероятных последствий.

Поэтому тема научно-исследовательской работы – Управление профессиональными рисками при транспортировке, хранении и перекачке кислот в организациях химического комплекса (на примере ПАО «Тольяттиазот») – является актуальной.

**Объект исследования:** безопасность технологических процессов ПАО «Тольяттиазот».

**Предмет исследования:** профессиональные риски при транспортировке, хранении и перекачке кислот в организациях химического комплекса ПАО «Тольяттиазот».

**Цель исследования:** исследование техносферной безопасности и профессиональных рисков при транспортировке, хранении и перекачке кислот в организациях химического комплекса.

**Гипотеза исследования состоит в том, что** будет наблюдаться общее снижение травматизма работников, влияние вредных и опасных производственных факторов, если: разработать систему управления производственными рисками включающую в себя анализ статистики по несчастным случаям на производстве и их корреляциям с различными факторами производства; предложить технические решения по замене производственного оборудования на более современное, отвечающее всем экологическим и санитарно-гигиеническим стандартам.

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

1. Изучить особенности эксплуатации установок по производству удобрений ПАО «Тольяттиазот».
2. Изучить методы оценки и управления техногенными рисками.
3. Проанализировать состояние производственной безопасности и системы охраны труда при транспортировке, хранении и перекачке кислот ПАО «Тольяттиазот».
4. Проанализировать наличие основных опасных и вредных производственных факторов при транспортировке, хранении и перекачке кислот ПАО «Тольяттиазот».
5. Разработать технические решения по улучшению условий труда и техносферной безопасности и проанализировать его эффективность.

**Теоретико-методологическую основу исследования составили:** нормативные документы, законодательства и локальные акты, работы

ученых по проблемам техносферной безопасности химических производств, материалы научных и практических конференций по различным аспектам исследуемой проблемы

**Методы исследования:**

Для решения задач диссертационного исследования использовались как теоретические методы (системно-структурный подход, анализ и синтез, восхождение от абстрактного к конкретному, проектирование, конструирование), так и эмпирические (создание, и теоретическое обобщение данных по техногенным рискам в химической отрасли).

**Опытно-экспериментальная база исследования:** Публичное Акционерное Общество «Тольяттиазот».

**Научная новизна исследования заключается в:**

- результатах работы, направленных на совершенствование методик оценки профессионального риска.
- оценке профессионального риска ущерба здоровью работников, занятых в производстве серной кислоты;
- предложении технического решение по улучшению техносферной безопасности предприятия.

**Теоретическая значимость исследования заключается в:**

- постановке и решении проблемы научного обоснования профессиональных рисков для работников при производстве серной кислоты;
- обосновании приоритетной значимости обеспечения работников безопасными условиями труда при выполнении операций при хранении, транспортировке и перекачке серных кислот;
- выдвижении и реализации идеи технического улучшения производства путем установки сернокислотной системы по схеме одинарного контактирования.

### **Практическая значимость исследования:**

Предложенное техническое улучшение и разработанная в исследовании система оценки и управления рисками техногенными рисками позволяет снизить уровень производственного травматизма на предприятиях производства минеральных удобрений.

### **Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:**

- начальным пилотным экспериментальным определением и учетом уровня охраны труда и производственной безопасности предприятия;
- изучением состояния разработки проблемы в существующей теории и практике; комплексным использованием разнообразных методик проведения исследования; теоретическим обобщением передового научного опыта и его развитием; внедрением позитивных результатов исследования на предприятии.

### **Личное участие автора в организации и проведении исследования.**

Состоит в определении современного, состояния разработки проблемы исследования; обосновании концептуальных положений и проектировании системы оценки производственной безопасности; анализе полученных результатов экспериментальных исследований; формулировании выводов и установленных в исследовании связей и закономерностей; оформлении результатов исследования; предложение о внедрении сформулированных в исследовании положений и рекомендаций.

### **Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования.**

По теме ВКР опубликовано 2 научных статьи в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня РИНЦ Colloquium–journal 10(62) часть 2, и издательство «Научный аспект», (Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-48432, ISSN 2226-5694) в проект выпуска

журнала «Научный аспект №2-2020» Министерства образования и науки Российской Федерации.

**На защиту выносятся:**

1. Химическая отрасль характеризуется наличием в воздухе рабочей зоны сложного комплекса вредных веществ 1-4 классов опасности в сочетании с шумом и неблагоприятным микроклиматом. Условия труда в основных профессиях изученных производств с учетом сочетанного действия производственных факторов соответствуют второй - четвертой степени вредности третьего класса условий труда.
  2. Работа в химической промышленности может приводить к развитию острых и хронических профессиональных заболеваний (отравлений).
  3. Система оценки и управления профессиональным риском, разработка приоритетных направлений, охраны здоровья работников химической промышленности должна базироваться на априорных и апостериорных рисках.
- Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, содержит 11 рисунков, 7 таблиц, список использованной литературы (38 источников). Основной текст работы изложен на 82 страницах.

# 1 Основные аспекты обеспечения безопасности при промышленном производстве удобрений

## 1.1 Анализ деятельности предприятия ПАО «Тольяттиазот»

Публичное акционерное общество «Тольяттиазот» находится по адресу: Поволжское ш., 32, г. Тольятти, Самарская обл., 445045

ПАО «Тольяттиазот» расположено на Поволжском шоссе в промышленной зоне г. Тольятти.

Расположение ПАО «Тольяттиазот» изображено на рисунке 1.

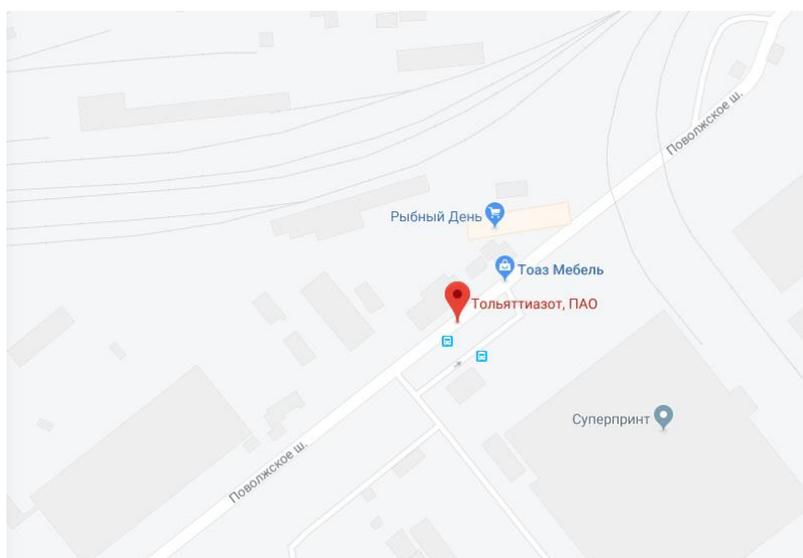


Рисунок 1 – Расположение ПАО «Тольяттиазот»

«Основной деятельностью ПАО «Тольяттиазот» является выпуск минеральных удобрений и химической продукции. Сегодня завод включает в себя 7 агрегатов по производству аммиака и 2 агрегата карбамида, расположенных на более чем 200 га производственной площадки» [31].

В своем производстве ПАО «Тольяттиазот» применяет следующее оборудование:

- оборудование для производства удобрений NPK (минеральных удобрений);

- вертикальная установка оборудования для производства порошкообразных удобрений (минеральных);
- оборудование для производства сложных удобрений (химических удобрений).

«ПАО «Тольяттиазот» производит следующую продукцию:

- азот газообразный и жидкий;
- аммиак водный технический;
- аммиак безводный сжиженный;
- аммиачная селитра;
- аммиачная селитра (двухкомпонентное удобрение N+S);
- аргон жидкий;
- капролактамы;
- капролон;
- карбамид;
- карбамид (двухкомпонентное удобрение N+S);
- масло под очищенное;
- нить высокопрочная техническая;
- полиамид-6;
- полиамид-6 вторичный;
- растворитель СФПК;
- сульфат аммония;
- ткань кордная капроновая;
- удобрения жидкие азотные;
- циклогексан технический;
- циклогексанон технический;
- щелочной сток производства капролактама;
- раствор питательный серосодержащий;
- полиамид пищевой;
- сода кальцинированная;

- услуги водоотведения;
- сырье полимерное;
- ткань кордная капроновая пропитанная» [31].

В 2018 году запущен агрегат производства карбамида №3. Проектная мощность агрегата – 2200 тонн в сутки. По сравнению с двумя уже действующими на предприятии он более экономичный и эффективный. Запуск в работу нового агрегата позволил увеличить общий объем производства с 3000 до 5200 тонн в сутки. В рамках программы модернизации ПАО «ТОАЗ» в 2018 году были проведены масштабные ремонтные работы на агрегатах аммиака №№1,3,4,5,7, а также обоих агрегатах карбамида. Благодаря модернизации до 1750 тонн аммиака в сутки увеличил выработку агрегат №5. На агрегатах карбамида внедрена современная автоматизированная система Yokogawa, которая приведет к увеличению уровня безопасности и эффективности управления. На агрегате карбамида №2 реализована уникальная процедура по замене реактора, что обеспечит эффективную и бесперебойную работу агрегата в течение нескольких десятилетий.

«ПАО «ТОАЗ» - одно из крупнейших предприятий химической промышленности России, входящее в тройку основных производителей аммиака в стране и в десятку мировых лидеров» [31].

«Тольяттиазот" - один из трех в мире химических комбинатов, способных производить более 3 млн. тонн аммиака ежегодно. Основной деятельностью предприятия является выпуск минеральных удобрений и химической продукции. Сегодня завод включает в себя 7 агрегатов по производству аммиака и 2 агрегата карбамида, расположенных на более чем 200 га производственной площадки» [31].

Аммиак - один из важнейших продуктов химической промышленности - используется для получения азотосодержащих соединений, азотной кислоты и удобрений (аммиачная селитра, мочевина, сложные удобрения).

Внесение 100 килограммов аммиака на один гектар земли увеличивают урожайность пшеницы на 8–10%, кукурузы - на 60%.

В 2018 году Тольяттиазот произвел 2754 тыс. тонн аммиака, что на 4,3% больше по отношению к 2017 году. Объем производства карбамида за 2018 год составил более 655 тысяч тонн этого продукта, что на 9% меньше по сравнению с 2017 годом. Объем производства карбамидно-формальдегидного концентрата в 2018 году снизился по отношению к результату 2017 года на 54,7% и составил 43 тыс. тонн. Объем производства аммиачной воды в 2018 году снизился по отношению к результату 2017 года на 10,2% и составил 46,3 тыс. тонн. В 2018 году агрегаты аммиака №№ 7 и 1 выпустили по 12 млн. тонн продукции с начала работы.

Самым производительным в 2018 году стал агрегат аммиака № 5. Он достиг уровня 1750 тонн аммиака в сутки, тем самым увеличил выработку и выпустил рекордный объем продукта - 583300 тонн. Таким образом, агрегат аммиака № 5 стал новым лидером среди агрегатов семейства АМ-76. Этому удалось добиться благодаря продуманной инвестиционной программе Компании и слаженной работе коллектива. Также в 2018 году агрегат № 5 выпустил 11-миллионную тонну аммиака.

«В рамках ремонта проведено техническое освидетельствование (наружный и внутренний осмотр и гидравлические испытания) значительного количества оборудования, осуществлен текущий ремонт аммиачных насосов, ревизия двух углеаммонийных насосов, отремонтированы сепаратор и промывная колонна, проведена замена остекления помещения компрессии» [26].

«С 2012 года ПАО «ТОАЗ» реализует программу модернизации производственных мощностей, рассчитанную до 2022 года, в рамках которой ведется масштабное обновление предприятия. В частности, в течение 2015–2018 гг. осуществлен капитальный ремонт и модернизация агрегатов производства аммиака, обоих изотермических хранилищ аммиака, системы

технологических трубопроводов предприятия, железнодорожной инфраструктуры» [31].

На рисунке 2 изображена динамика объема используемого в качестве сырья аммиака, метанола и карбамида, тыс. т. на ПАО «ТОАЗ»

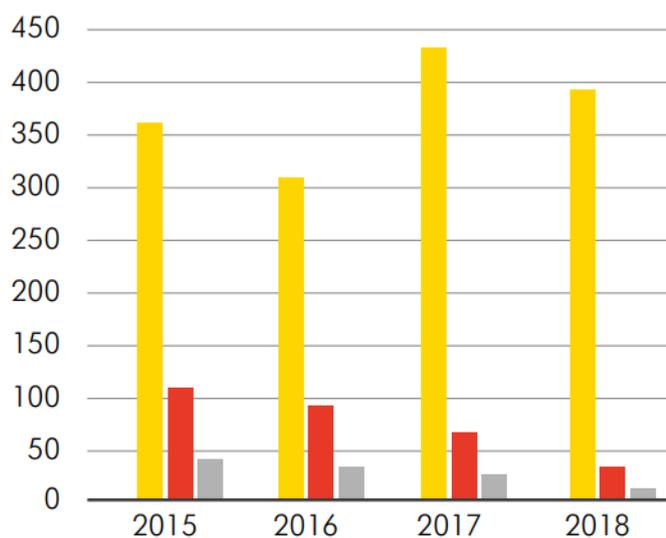


Рисунок 2- Объем используемого в качестве сырья аммиака, метанола и карбамида, тыс. т.

На рисунке 3 изображено изменение объема используемого в качестве сырья природного газа, млн кубометров, ПАО «ТОАЗ».

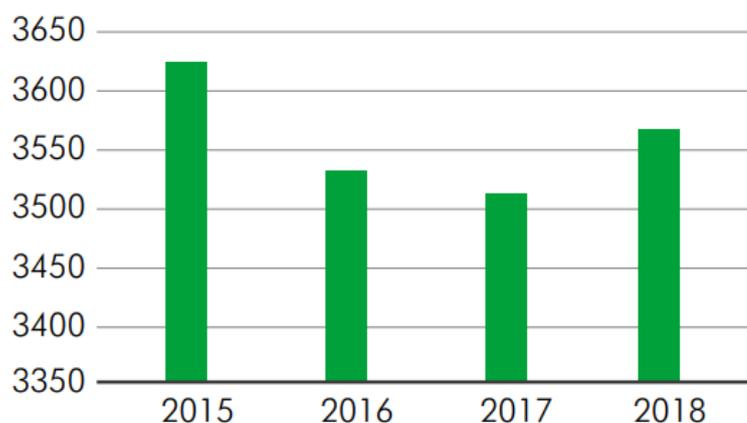


Рисунок 3 - Объем используемого в качестве сырья природного газа, млн кубометров, ПАО «ТОАЗ»

Данная программа позволит наращивать объемы производства за счет увеличения производительности и бесперебойности работы агрегатов, а также снижать негативное воздействие на окружающую среду благодаря внедрению современного высокоэффективного оборудования. В рамках программы на ТОАЗе внедряются новейшие технологии, которые являются результатами трудов инженерной мысли как ведущих мировых разработчиков, так и сотрудников Компании.

«Самой масштабной операцией на агрегате карбамида № 2 ПАО «ТОАЗ» стала замена реактора синтеза. Подготовка велась несколько лет, работы проводились специалистами подрядной организации под руководством инженеров компании Urea Casale (Швейцария)» [31].

«Сначала был демонтирован реактор, отслуживший 35 лет, проведена диагностика фундамента. В конце августа на существующий фундамент с помощью кранов Liebherr грузоподъемностью 750 и 650 тонн был установлен аппарат производства ATB Riva Calzoni весом 300 тонн и длиной 40 метров. В дальнейшем были выполнены работы по опрессовке, реконструкции и сборке внутренних устройств, покраске и изоляции реактора, гарантийный срок службы которого составляет 20 лет» [31].

На завершающей стадии ремонта агрегата произошло еще одно знаковое событие: смонтирована новейшая распределенная система управления и система противоаварийной защиты производства Yokogawa Electric Corporation (Япония). Данная АСУ ТП позволит минимизировать влияние «человеческого фактора», повысить надежность оборудования и поддерживать оптимальный технологический режим агрегата карбамида ПАО «ТОАЗ»

ТОАЗ в августе 2018 года завершил плановый капитальный ремонт седьмого агрегата аммиака.

Были проведены замена катализатора в трех аппаратах, теплообменников, воздухоохладителя компрессора, трубопроводов

оборотной воды и другие работы. На отделении очистки произведено антикоррозийное покрытие внутренней поверхности абсорбера, высота которого составляет 56 метров. Металлизация внутренней поверхности корпуса аппарата позволит сохранить его эксплуатационные свойства и, как следствие, увеличить срок службы.

Агрегат был остановлен на ремонт в конце мая 2018 года, через 23 месяца после предыдущего капитального ремонта, что соответствует лучшим отраслевым показателям безостановочной работы для агрегатов подобного типа (АМ -76).

Агрегат производства аммиака АМ-76 является наиболее распространенным типом в России, на площадке ПАО «ТОАЗ» размещены 3 подобных агрегата. Проектная мощность агрегата № 7 составляет 1750 т аммиака в сутки.

Помимо модернизации существующих производственных мощностей, в 2019 году Тольяттиазот продолжил реализацию проекта строительства перевалочного комплекса аммиака и минеральных удобрений в Краснодарском крае в морском порту Тамань. Для Общества это ключевой проект государственного значения. Терминал позволит ТОАЗу стать сильнее, сохранить лидерские позиции и еще успешнее конкурировать на отечественном и мировом рынках.

В пределах санитарно-защитной зоны предприятия и рядом с ближайшими населенными пунктами проводится производственный контроль за концентрацией загрязняющих веществ. Контроль выполняется аккредитованной санитарной лабораторией цеха № 34 ПАО «Тольяттиазот» в соответствии с основными требованиями РД 52.04.186-89.

## **1.2 Особенности эксплуатации установок по производству удобрений**

Рассмотрим установку по производству аммиака.

В Российской Федерации практическое применение нашли три варианта модернизации производства аммиака:

- модернизация и техническое перевооружение действующих агрегатов;
- интеграция производства;
- строительство новых современных агрегатов.

Оценки перспективы производства аммиака и удобрений на его основе показывают, что при существующей цене природного газа рентабельными и конкурентоспособными на мировом рынке станут производства азотных удобрений, которые будут использовать аммиак, получаемый с затратами энергии не более, чем (7...7,5 Гкал/т). Достижения в области технологии, аппаратуры и катализаторов создают научную и техническую базу для разработки и строительства новых российских аммиачных агрегатов.

Процесс производства аммиака состоит из следующих основных стадий:

- 1) Компримирование природного газа.
- 2) Очистка природного газа от сернистых соединений.
- 3) Паровая каталитическая конверсия метана (первичный риформинг).
- 4) Компримирование воздуха и паровоздушная двухступенчатая конверсия природного газа (вторичный риформинг).
- 5) Двухступенчатая конверсия оксида углерода на среднетемпературном и низкотемпературном катализаторах.
- 6) Очистка конвертированного газа от диоксида углерода.
- 7) Метанирование остатков моно- и диоксида углерода.
- 8) Компримирование азото-водородной смеси (АВС).
- 9) Синтез аммиака при давлении 20+32 МПа и выделение аммиака.

Блок-схема технологического процесса производства аммиака представлена на рисунке 4.

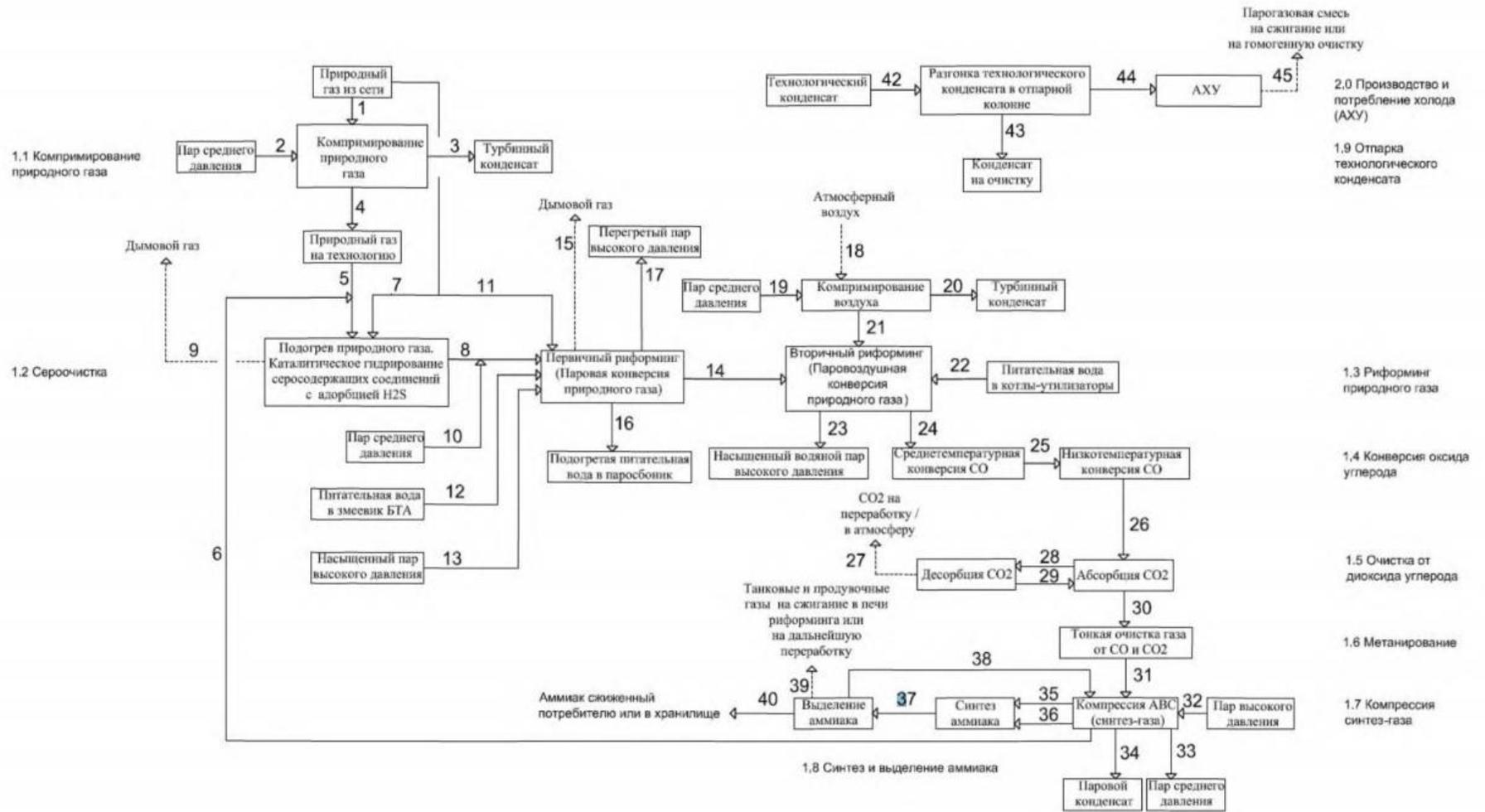


Рисунок 4 - Блок-схема технологического процесса производства аммиака

## Производство водорода

Водород производится из различных видов сырья, в основном из природного газа, угля или нефти. Способы получения водорода из этих видов сырья рассматриваются отдельно.

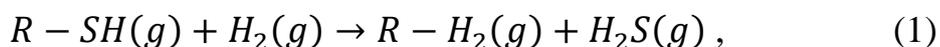
Водород из природного газа (метана).

Этот процесс включает в себя два этапа:

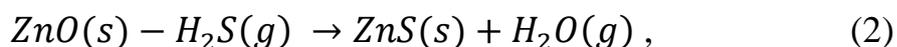
- производство синтез-газа (смесь окиси углерода и водорода (паровой риформинг));
- удаление оксида углерода и производство смеси водорода и азота (реакция сдвига).

Производство синтез-газа.

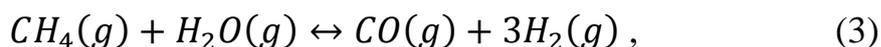
Каким бы способом ни был получен метан, он будет содержать некоторые органические соединения серы и сероводород, которые должны быть удалены. В противном случае они отравят катализатор, необходимый при производстве синтез-газа. В установке для обессеривания органические соединения серы часто сначала превращают в сероводород перед реакцией с оксидом цинка. Сырье смешивают с водородом и пропускают через катализатор из смешанных оксидов кобальта и молибдена на инертном носителе (специально обработанный оксид алюминия) при температуре около 700 К.



Затем газы пропускают над оксидом цинка при температуре около 700 К и удаляют сероводород:

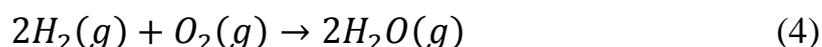


Первичный паровой риформинг превращает метан и пар в синтез-газ, смесь монооксида углерода и водорода:

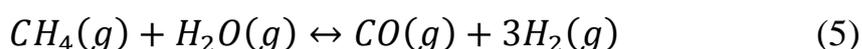


Высокие температуры и низкие давления способствуют образованию продуктов (принцип Ле Шателье). На практике реагенты пропускаются через катализатор из никеля, тонко разделенный на поверхности носителя из оксида кальция / оксида алюминия, содержащегося в вертикальных трубках из никелевого сплава. Трубы, до 350 параллельно, нагреваются в печи выше 1000 К и под давлением около 30 атм. Это пример трубчатого реактора.

Вторичный паровой риформинг реагирует с кислородом воздуха с некоторым количеством присутствующего водорода, и полученная смесь пропускается через никелевый катализатор. Пар и тепло, образующиеся при сгорании, превращают большую часть остаточного метана. Среди ключевых реакций:



Тогда  $\Delta H^P = -482 \text{ кДЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ .



Тогда  $\Delta H^P = +210 \text{ кДЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$

Выходящий газ из этой чистой экзотермической стадии находится при температуре около 1200 К и охлаждается в теплообменниках. Пар, образованный из воды, используемой для охлаждения газов, используется для работы турбин и, следовательно, компрессоров, а также для предварительного нагрева реагентов.

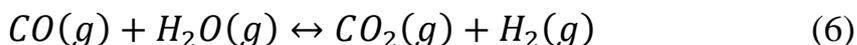
Некоторые недавние конструкции используют тепло от вторичного риформера напрямую, чтобы обеспечить тепло первичного риформера. На этой стадии газ содержит водород, азот, монооксид углерода и диоксид

углерода и около 0,25% метана. Поскольку воздух содержит 1% аргона, он также накапливается в синтез-газе.

Сдвиг реакции.

Этот процесс преобразует монооксид углерода в диоксид углерода, в то же время генерируя больше водорода.

Это происходит в два этапа. В первой реакции сдвига при высокой температуре газ смешивают с паром и пропускают через катализатор из оксида железа/хрома (III) при температуре около 700К в реакторе с неподвижным слоем. Это снижает концентрацию окиси углерода с 11%:



Тогда  $\Delta H^P = -482 \text{ кДЖ} \cdot \text{моль}^{-1}$ .

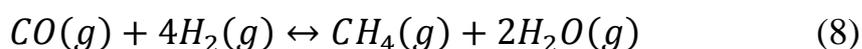
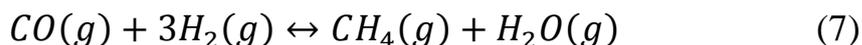
На второй стадии реакции низкотемпературного сдвига смесь газов пропускают над медно-цинковым катализатором при температуре около 500 К. Концентрация оксида углерода дополнительно снижается до 0,2%.

Реакция проводится в два этапа по нескольким причинам. Реакция экзотермическая. Однако при высокой температуре выходная концентрация окиси углерода все еще довольно высока из-за контроля равновесия. Медный катализатор, используемый на низкотемпературной стадии, очень чувствителен к высоким температурам и не может эффективно работать на высокой температуре. Таким образом, основная часть реакции проводится при высокой температуре, чтобы извлечь большую часть тепла. Затем газ удаляют при низкой температуре, где равновесие намного более благоприятно, на очень активном, но нестабильном медном катализаторе.

Газовая смесь в настоящее время содержит около 18% диоксида углерода, который удаляется путем очистки газа раствором основания одним из нескольких доступных способов. Предпочтительным является органическое основание (в поглотителе диоксида углерода), раствор этаноламина, часто 2,2'- (метилимино) бис-этанол (N-метилдиэтаноламин).

Углекислый газ выделяется при нагревании раствора в десорбере углекислого газа). Многие из этого разжижаются и продаются, например, для газированных напитков, в качестве охлаждающей жидкости для атомных электростанций и для стимулирования роста растений в теплицах.

Последние следы оксидов углерода удаляются путем пропускания газов над никелевым катализатором при 600 К:



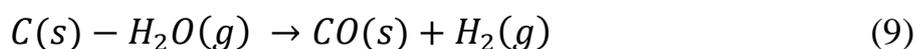
Этот процесс известен как метанирование. Получают газ типичного состава: 74% водорода, 25% азота, 1% метана вместе с небольшим количеством аргона.

Водород из нефти.

Если в качестве сырья используется нефть, необходима дополнительная стадия риформинга. Нефть нагревают с образованием пара, смешивают с паром и пропускают через трубки, нагревают при 750 К и наполняют катализатором, нанесенным никелем на смесь оксидов алюминия и магния. Основным продуктом является метан вместе с оксидами углерода, который затем подвергается паровой конверсии, как если бы это был природный газ, с последующей реакцией сдвига.

4. Водород из угля

Если используется уголь, он сначала тонко измельчается и нагревается в атмосфере кислорода и пара. Часть угля очень быстро сгорает в кислороде (менее чем за 0,1 с), что приводит к повышению температуры в печи, а оставшая часть угля вступает в реакцию с паром:



Выбрасываемый газ содержит около 55% монооксида углерода, 30% водорода, 10% диоксида углерода и небольшое количество метана и других углеводородов. Эта смесь обрабатывается по реакции сдвига.

Основными проблемами использования угля являются большие количества диоксида серы и триоксида, образующиеся при сжигании угля, и значительные количества других примесей, таких как мышьяк и бром, которые все очень вредны для атмосферы, и все они являются серьезными ядами для катализаторов в процессе. Существует также огромная проблема с удалением золы.

Синтез-газ так же может быть получен из биомассы.

В зависимости от конструкции реактора используется широкий диапазон условий. Используемая температура варьируется от 600 до 700 К, а давление - от 100 до 200 атмосфер. Много делается для повышения эффективности катализатора, чтобы можно было использовать давление до 50 атмосфер.

Поскольку реакция является экзотермической, холодные реагенты (азот и водород) добавляются для снижения температуры реакторов.

Аммиак обычно хранится на месте (этап 7) и перекачивается в другую часть установки, где он превращается в удобрение (мочевина или соль аммония).

В производстве аммиака образуются следующие виды отходов:

- отработанные катализаторы, которые направляются на восстановление, реализуются как материальный ресурс или подлежат размещению один раз в 4-10 лет специальными организациями);
- активированный уголь, который направляется на рекультивацию или захоронение. Отработанные масла применяют в производстве или отправляются на утилизацию.

## 2 Выявление профессиональных рисков при эксплуатации установок по производству удобрений

### 2.1 Нормативная база по определению профессиональных рисков

Система управления рисками является одним из наиболее развивающихся направлений менеджмента и привлекает внимание большого числа специалистов самых различных отраслей [2, 3]. Схема процесса рискменеджмента, приведенная в ГОСТ Р ИСО 31000-2010, дополнена данными из ГОСТ Р ИСО/МЭК 21010-2011 [13] и показана в виде общей схемы на рисунке 5.

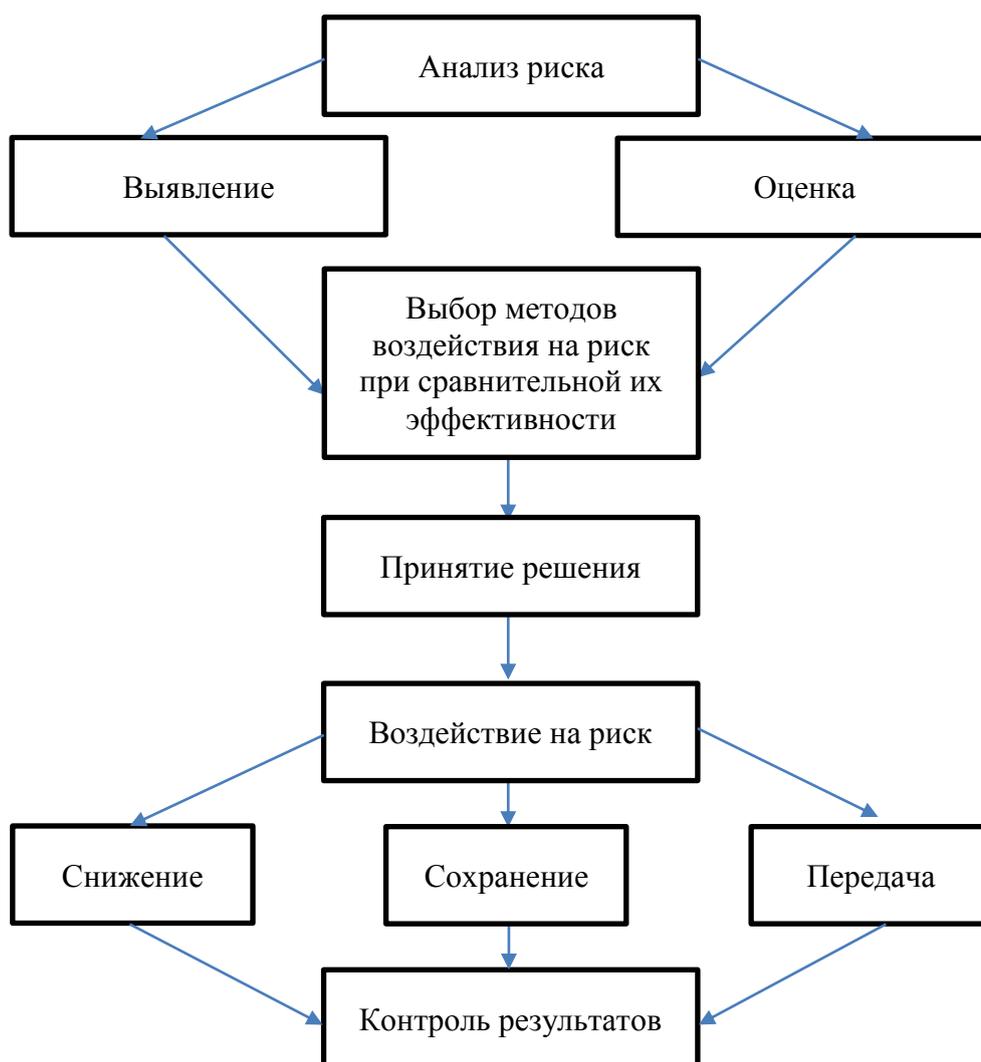


Рисунок 5 - Схема процесса управления рисками

«Процесс менеджмента риска описан в одноименном ГОСТ Р ИСО 31000-2010 и разделён на этапы определения ситуации, оценки риска, воздействия на риск, с постоянным обменом информацией, консультированием, мониторингом и пересмотром всех аспектов процесса риск-менеджмента» [7].

«Наряду с этапами определения ситуации и оценки риска, важнейшим этапом является воздействие на него, поскольку также может вызвать риски из-за отсутствия или неэффективности мер воздействия» [7].

«Научно-практическая работа в данном направлении обусловлена необходимостью решения ряда соответствующих задач на предприятиях по производству минеральных удобрений, для практической реализации сбора и обработки информации при управлении рисками по ОТ, ПБиЭ, а также информационной поддержке принятия решений при разработке и планировании мероприятий, направленных на устранение или снижение соответствующего риска» [8].

Согласно ГОСТ Р 51901.1-2002 «Метод анализа риска должен быть:

- a) научно обоснованным и соответствовать сложности и природе исследуемой системы;
- b) давать результаты в форме, обеспечивающей понимание природы риска и способов его контроля;
- c) типовым и обладать свойствами, обеспечивающими возможность прослеживаемости, повторяемости и контролируемости». [14]

«Должно быть представлено обоснование по выбору метода с точки зрения его уместности и пригодности. В случае сомнений в уместности и пригодности метода необходимо провести сравнение его результатов с результатами альтернативных методов. При этом результаты вычислений должны быть сопоставимыми». [14]

«Факторы необходимые для выбора метода:

1. стадия разработки системы. На ранней стадии развития системы могут применяться менее детализированные методы. Они должны совершенствоваться по мере увеличения объема информации;
2. задачи анализа. Цели и задачи анализа должны иметь прямое отношение к используемым методам. Например, в том случае, если предпринимается сопоставительное исследование различных вариантов, может оказаться приемлемым использование довольно грубых моделей последствий для частей системы, не подверженных изменениям;
3. типы анализируемой системы и опасности;
4. уровень детализации потенциальной опасности. Решение относительно глубины проведения анализа должно отражать первоначальное восприятие последствий, несмотря на то, что оно может измениться после получения предварительной оценки;
5. требования к людским ресурсам, степени компетентности персонала и другим необходимым ресурсам. Простой, хорошо разработанный метод обеспечит лучшие результаты по сравнению с более усложненной процедурой, которая разработана недостаточно хорошо, поскольку он соответствует задачам и области определения анализа;
6. наличие и доступность информации и данных о системе;
7. потребность в модификации/актуализации результатов анализа. По отношению к анализу в будущем может потребоваться его модификация/актуализация. Некоторые методы в большей степени поддаются улучшению, чем другие методы;

8. любые правовые требования и требования контракта». [14]

Как мы знаем, риск связан с неопределенностью.

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Характер и степень неопределенности информации включают в себя понимание качества, количества и полноты информации о рассматриваемом риске. Понимание включает в себя осознание достаточности полученной информации о риске, его источниках и причинах, его последствиях для достижения установленных целей. Неопределенность может быть связана с неопределенностью данных и недостатком достоверных данных. Например, для снижения неопределенности могут быть изменены методы сбора данных или способы применения этих методов в организации. Причиной неопределенности может быть неприменение на местах эффективных методов сбора данных об идентифицированном риске». [12]

«Неопределенность может быть неотъемлемым свойством внешних и внутренних целей и области применения менеджмента риска в организации. Доступные данные не всегда обеспечивают достоверную основу для прогнозирования. Для уникальных видов риска могут отсутствовать хронологические данные, а причастные стороны могут по-разному интерпретировать доступные данные о риске. Лица, выполняющие оценку риска, должны понимать тип и характер неопределенности и оценить ее значение для достоверности оценки риска. Необходимо поддерживать постоянный обмен информацией о риске с лицами, принимающими решение». [36]

«Выбор прямого или косвенного метода зависит от целей оценки рисков, имеющегося объема статистической информации и особенностей решаемых задач». [36]

«Прямые методы используют статистическую информацию по выбранным показателям риска или непосредственно показатели ущерба и

вероятности их наступления». [36]

«Ущерб проявляется в виде профессиональных заболеваний и производственного травматизма». [36]

«В общем случае показатели ущерба отражают:

- ухудшение состояния здоровья работника и его потомства;
- нарушение функционального состояния организма;
- сокращение предстоящей продолжительности жизни;
- нарушение психосоциального благополучия (удовлетворенности работой, семьей, доходами и здоровьем)». [36]

«Выбор показателя ущерба, используемого для оценки риска, зависит от целей ресурсов, объема информации, особенностей решаемых задач и других факторов». [36]

«Кроме количественных показателей также используют и качественные показатели ущерба». [36]

«При наличии статистической информации, достаточной для достижения требуемой точности оценки, значение показателя риска оценивают, используя в общем случае методы многомерного статистического анализа». [36]

«Для обеспечения требуемой точности оценки риска при недостаточности статистической информации используют статистический по объединенной выборке, вероятностно-статистический или экспертно-статистический методы. Критерием выбора метода служит относительная погрешность показателя риска, рассчитываемая через квантили распределений, описывающих ошибку как случайную величину, частоту выбранного показателя риска и объем наблюдений». [37]

«Если отсутствует статистическая информация о значениях выбранных показателей рисков или требуется установить влияние опасностей на риски, то расчет рисков проводят экспертными методами с использованием формул. При этом определяют опасности, их возможные проявления и последствия

проявлений - ущерба здоровью и жизни работников и вероятности их наступления для дискретных значений ущерба или интервал изменения ущерба и его плотность распределения для непрерывных значений». [27]

«Косвенные методы оценки рисков для здоровья и жизни работников используют показатели, характеризующие отклонение существующих условий от норм и имеющие причинно-следственную связь с рисками». [27]

«К таким показателям относят:

- отклонение значений вредных и опасных производственных факторов (концентрация, доза, уровень) от предельно допустимых концентраций, уровней и других известных предельных значений;
- отношение не выполненных на рабочем месте нормативных требований охраны труда к их общему количеству и т.д.». [27]

Чтобы осуществлять управление профессиональным риском следует оценить его степень. Риск определяют соотношением возможности причинения вреда.

## **2.2 Правила безопасности при транспортировке, хранении и перекачке кислот**

Кислоты и основания имеют много полезных промышленных применений, но, если с ними не обращаться осторожно, они могут разрушить деловую собственность и нанести вред здоровью людей. Кислоты и основания классифицируются как класс 8 - агрессивные вещества, и они способны повреждать другие материалы, такие как металл, камень и человеческая плоть, в результате сложных химических процессов. Большинство агрессивных химических веществ представляют собой либо кислоты, либо основания, однако существуют и другие опасные вещества, которые также обладают коррозионными свойствами в качестве

дополнительной опасности для их преобладающего опасного свойства, такого как воспламеняемость.

Кислоты - это вещества, которые имеют уровень pH ниже 7 и имеют кислый вкус. С другой стороны, основания имеют уровень pH выше 7 и имеют горький вкус. Кислоты нейтрализуют основания, а основания нейтрализуют кислоты.

Кислоты и основания представляют большой риск для людей и имущества, и с ними следует хранить и обращаться с ними безопасным и послушным образом. Теперь мы опишем некоторые практические меры, которые могут быть приняты для снижения рисков, которые кислоты и основания создают для людей и имущества на рабочем месте.

Кладовые для хранения химических веществ должны быть оборудованы стеллажами и шкафами и снабжены инвентарем, приспособлениями, средствами индивидуальной защиты, необходимыми для безопасного обращения с химическими веществами, а также средствами пожаротушения по согласованию с органами пожарного надзора предприятия.

На складах хранения и в местах применения кислот должны быть резервные емкости для аварийного слива кислот, кислотоупорные насосы, передвижные фильтры и резиновый шланг со специальным наконечником, создающим напор струи для смывания кислоты, попавшей на тело работающего.

Шкафы должны иметь самозакрывающиеся, плотно прилегающие двери, удерживаемые защелками в двух или более точках. Двери не должны открываться внутрь и должны открываться изнутри шкафа.

Нижняя часть шкафа должна образовывать водонепроницаемый поддон глубиной не менее 150 мм, способный вместить не менее 25% емкости шкафа.

Любые полки внутри шкафов должны обеспечивать свободное движение воздуха.

Стены, пол, двери и крыша шкафа должны быть либо изготовлены из коррозионно-стойких материалов, либо защищены антикоррозийной облицовкой или покрытием.

«Каждое химическое вещество и растворы должны храниться в соответствующей для данного вещества исправной и закрытой таре на установленных для них местах» [25].

Кислоты должны храниться в следующей таре:

- азотная кислота всех концентраций - в алюминиевых бочках и цистернах;
- азотная средней агрессивности - в бочках и цистернах из коррозионной стали марки X18H9T и др. по ГОСТ 5632-61;
- серная кислота всех концентраций - в бочках и цистернах из коррозионностойкой стали марки 0X23H28M3Д3T по ГОСТ 5632-61;
- серная кислота низких концентраций (до 20%) - в бочках и цистернах из коррозионностойкой стали марки 0X23H2HM2T по ГОСТ 5632-61;
- соляная кислота - в стальных гуммированных бочках и цистернах;
- плавиковая (фтористоводородная) кислота - в эбонитовых бидонах емкостью 20 л и в полиэтиленовых баллонах емкостью до 50 л.

«Едкий натр должен храниться в железных барабанах, бочках и баках. На емкостях с каустиком должна быть надпись: «Опасно – каустик» [15].

Трихлорэтан должен храниться в хорошо вентилируемом помещении в герметичной железно-оцинкованной, в железной, бакелитовой или стеклянной таре.

Азотная и серная кислоты в количествах до 40 л могут храниться в стеклянных бутылках.

На таре с химикатами должна быть надпись, этикетки или бирки с точным указанием наименования химического вещества и ГОСТ.

Хранение химикатов и растворов в открытой таре, а также без надписей на таре, указывающих наименование вещества и ГОСТ, не допускается.

Не допускается хранение кислот в помещении, где хранятся или применяются цианистые соединения.

Запас кислот в цеховых расходных кладовых не должен превышать двухсуточной потребности цеха.

Внутренняя поверхность емкости (тары), предназначенной для хранения и транспортировки агрессивных жидкостей, способных вступать в химические соединения с материалами, из которых сделана емкость (тара), должна быть гуммирована или футерована материалами, устойчивыми к воздействию агрессивных жидкостей.

Бутыли с кислотами и щелочами, поставленные в плетеные корзины с прочными ручками или в деревянные обрешетки, должны устанавливаться в местах хранения группами (одного наименования) в 2 - 4 ряда и не более 100 шт. в каждой группе.

Ширина проходов между рядами бутылей должна быть не менее 1 м.

Пространство между бутылкой и корзиной (обрешеткой) должно быть заполнено прокладочными материалами, пропитанными раствором хлористого кальция, во избежание воспламенения.

Бутыли с кислотой должны защищаться от воздействия на них солнечных лучей.

В помещениях (кладовых), где хранятся химические вещества и растворы, должны быть вывешены инструкции по безопасному обращению с ними.

«Работы по перекачке и транспортировке кислот и жидких щелочей должны выполняться по наряду-допуску на производство особо опасных работ лицами, прошедшими соответствующий инструктаж по безопасным методам работы («Перечень профессий и работ, для которых устанавливаются повышенные требования при проведении инструктажа по технике безопасности» N 74038-39-66)» [9].

Транспортировка кислот и щелочей, а также других агрессивных и ядовитых химических веществ должна производиться в исправной чистой таре, изготовленной из материала, отвечающего требованиям ГОСТ или ТУ на их транспортировку.

«Емкости для транспортировки кислот должны быть окрашены кислотоупорной краской и иметь надпись о наименовании кислот, выполненную устойчивой краской» [11].

«Емкости для транспортировки кислот и щелочей, а также других агрессивных жидкостей перед их заполнением должны быть промыты и нейтрализованы растворами (содовым или щелочным) и просушены» [15].

Очистка цистерн из-под химических веществ должна производиться по наряду-допуску на особо опасные работы.

Наполнение цистерн, контейнеров и других больших емкостей агрессивными жидкостями, а также опорожнение их должно быть механизировано и производиться путем перекачки их кислотоупорными насосами с двойными сальниками по трубопроводам из кислотостойких материалов (коррозионностойкая сталь, пластмасса) или по шлангам, изготовленным из кислотостойкой резины.

«При эвакуации агрессивных жидкостей из железнодорожных цистерн в стационарный резервуар нагнетательный шланг центробежного насоса должен быть спущен в верхнюю горловину емкости. Не допускается присоединение нагнетательного шланга к сливному патрубку во избежание гидравлического удара при включении насоса» [37].

«При заполнении емкостей агрессивными жидкостями 10% объема тары должны оставаться незаполненными во избежание разрыва последней вследствие теплового расширения жидкости» [25].

«Запорные приспособления (вентили, задвижки и краны) для слива кислот должны быть изготовлены из соответствующих материалов, легко открываться и иметь прографиченную сальниковую набивку» [25].

«Цистерны для транспортировки кислот должны иметь верхний люк с вытяжной трубкой, снабженной запорными устройствами, плотно закрывающимися при помощи струбцин или барашков» [25].

«Перед открыванием крышки верхней горловины цистерн и контейнеров с агрессивной жидкостью необходимо открыть кран воздушной трубки, установленной в крышке люка» [25].

«Открывание крышки люка путем ударов не допускается» [25].

«Цистерны для транспортировки кислот должны быть оборудованы предохранительными клапанами, отрегулированными на давление не более 2,5 атм.» [25].

«Цистерны для транспортировки высоковязких и застывающих при низкой температуре агрессивных жидкостей должны быть оборудованы змеевиками для подогрева жидкости» [25].

«Контейнеры и цистерны, перевозимые на автомашинах, должны быть надежно закреплены к кузову автомашины» [25].

«При транспортировке кислот в металлических бачках на автомашине необходимо подкладывать под ребра бочек специальные деревянные подкладки, препятствующие перемещению бочек по кузову автомашины во время ее движения» [25].

Транспортировка бутылей с кислотами и жидкими щелочами должна производиться в специально оборудованных приспособлениях, предохраняющих бутылки от падения и ударов. Бутылки с кислотами и жидкими щелочами во время транспортировки должны находиться в

исправных корзинах или деревянных ящиках (обрешетках) с прочными ручками. Свободное пространство между бутылкой и корзиной (ящиком) должно быть заполнено соломой, древесными стружками или другими амортизирующими материалами.

При транспортировке бутылки с кислотами и жидкими щелочами должны закрываться герметично резиновыми колпаками во избежание разбрызгивания.

«Нахождение людей в кузове автомашины во время транспортировки кислот и жидких щелочей не допускается» [25].

Транспортировка бутылей с кислотами и жидкими щелочами на специальных рессорных тележках должна производиться двумя лицами и со скоростью не более 5 км/ч.

«Переноска бутылей с кислотой в исправной плотно закупоренной таре и надлежащей упаковке допускается только на специальных носилках с бортами и не менее чем двумя лицами. Переноска кислоты в ведрах или бачках не разрешается» [25].

«Расфасовка и развешивание химических веществ должны производиться в специально оборудованном для этих целей помещении, в вытяжном шкафу» [25].

Помещения для расфасовки и разлива СДЯВ должны быть изолированы от помещений для их хранения.

Поверхность стола для развешивания и расфасовки СДЯВ должна быть гладкой без щелей и выбоин и покрыта листовым свинцом или метлахской плиткой, а также другими соответствующими материалами.

Помещение для расфасовки СДЯВ должно быть оборудовано отдельными весами с разновесами, использование которых для других целей воспрещается.

При расфасовочной СДЯВ должно быть выделено помещение для обезвреживания порожней тары. Обезвреживание порожней тары должно

производиться в соответствии с «Инструкцией по обезвреживанию тары из-под СДЯВ», утвержденной Всесоюзной государственной санитарной инспекцией СССР 10.11.38.

Если невозможно механизировать вскрытие барабанов, заполненных твердыми химическими веществами, их необходимо вскрывать с помощью специального ножа (типа консервного). Применять для этих целей ударный инструмент не разрешается.

«Вскрытие барабанов с хромовым ангидридом должно производиться медными и латунными инструментами и приспособлениями» [25].

«Вскрытие барабанов с хромовым ангидридом и каустической содой должно производиться в защитных очках, резиновых перчатках и респираторе в специально отведенном месте. При этом вблизи мест работы нахождение посторонних лиц не допускается» [25].

Вскрытие тары с вредными и ядовитыми химическими веществами должно производиться только под местной вытяжкой.

Работа должна выполняться в резиновых перчатках, противогазе и спецодежде.

«Дробление каустика должно быть механизировано и выполняться в закрытых шкафах или камерах. Допускается дробление каустика путем расплавления его паром в специальных установках. Дробление каустика, тринатрийфосфата и других химических веществ открытым способом запрещается» [25].

К работам по приготовлению и применению растворов и электролитов могут быть допущены только лица, прошедшие специальное обучение и инструктаж по безопасным методам работы и обеспеченные соответствующей спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

Приготовление растворов и электролитов должно производиться, как правило, в отдельных специально оборудованных помещениях под

руководством мастера или технолога, по наряду-допуску на работы с повышенной опасностью.

Заполнение ванн кислотами и жидкими щелочами должно производиться при помощи сифонов с плотными кранами. Засасывание воздуха ртом для создания вакуума в сифонной трубке не допускается. Процессы заполнения ванн большого объема агрессивными жидкостями, а также перекачка растворов из ванн должны осуществляться специальными кислотоупорными насосами (например, типа ХНЗ-3/25, Химмаш, и др.) или через напорные мерные бачки, установленные на специальных площадках.

«Переливание кислоты или щелочи непосредственно из бутылки в ванны допускается в исключительных случаях. При этом бутылка должна быть помещена в крепкую плетеную корзину с двумя ручками, и разлив содержимого бутылки должен производиться двумя лицами, обеспеченными соответствующей спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты» [25].

«При приготовлении борфтористоводородного электролита борная кислота, а затем углекислый свинец должны добавляться в ванну небольшими порциями во избежание выплескивания раствора» [25].

При приготовлении растворов серная и другая кислоты должны добавляться только к холодной воде. Добавление кислот к воде, нагретой выше 20 °С, запрещается.

Едкие щелочи должны растворяться небольшими порциями при непрерывном перемешивании во избежание выбрасывания раствора.

Добавление в раствор кусков щелочи должно производиться с помощью пинцетов или сеток, медленно погружаемых в воду.

Растворение твердых химических веществ необходимо производить в перфорированных сосудах, изготовленных из химически стойких материалов в специально оборудованном помещении.

Загрузка в ванны сосудов с твердыми химическими веществами общей массой более 16 кг должна производиться с помощью грузоподъемных устройств.

Небольшое количество твердых растворимых веществ должно загружаться в ванну в корзинах, закрепленных крючками на штангах.

Пополнение водой ванн, имеющих температуру свыше 100 °С, должно производиться небольшой струей, регулируемой вентилем. Ванна при этом должна быть закрыта крышкой.

Добавление воды в ванну с водным раствором едкого натрия допускается только в холодный раствор во избежание выплескивания раствора из ванны.

Растворение цианистых солей должно производиться в ваннах, помещенных в вытяжные шкафы, или в ваннах с бортовыми отсосами.

По окончании работы все приспособления, инструменты и индивидуальные средства защиты должны быть промыты и обезврежены.

Изделия перед погружением в цианистые ванны должны быть отмыты от остатков кислоты.

«При малейшем запахе горького миндаля (признак синильной кислоты) в рабочем помещении работу следует немедленно прекратить, удалить рабочих из помещения и принять меры к устранению причин появления синильной кислоты»

При приготовлении растворов для электрополирования и снятия никеля добавление глицерина в серную кислоту, содержащую хромовый ангидрид, следует производить тонкой струей при непрерывном перемешивании, не допуская сильного разогрева.

На участках работ, где применяется азотная кислота, не должно быть горючих веществ, материалов и отходов (стружка, опилки, тряпки и т.п.).

Все работы с кислотами и щелочами должны производиться в предохранительных очках и в резиновых перчатках, а в необходимых случаях в резиновом фартуке и резиновых сапогах.

### **2.3 Методология определения основных опасных и вредных производственных факторов при транспортировке, хранении и перекачке кислот**

Опасность означает источник или ситуацию, которая может причинить вред с точки зрения травм или ухудшения здоровья, ущерба имуществу, окружающей среде или их комбинации. [4]

Идентификация опасности означает идентификацию нежелательных событий, которые приводят к материализации опасности, и механизм, с помощью которого эти нежелательные события могут происходить [4].

Риск - это, как минимум, двумерная концепция, включающая:

- 1) возможность неблагоприятного исхода;
- 2) неопределенность в отношении возникновения, времени или величины этого неблагоприятного исхода [5].

Если какой-либо атрибут отсутствует, то риска нет [5].

Оценка риска - это систематический процесс описания и количественной оценки рисков, связанных с опасными веществами, процессами, действиями или событиями [5].

Метод оценки риска может быть определен как любая отдельная систематическая процедура, проводимая как часть оценки риска, то есть любая процедура, которая может использоваться для создания распределения вероятностей для последствий для здоровья или окружающей среды [5].

Оценка риска идентификации рисков (HIRA) - это процесс определения и описания опасностей путем определения их вероятности, частоты и серьезности, а также оценки неблагоприятных последствий, включая

потенциальные потери и травмы. Оценка риска, которая обеспечивает фактическую основу для действий, предложенных в стратегии по снижению потерь от выявленных опасностей. [6] Принципы и руководящие указания ИСО по управлению рисками стандартизируют оценку риска в четырех частях: идентификация риска, анализ риска, оценка риска и обработка риска, Первый шаг - идентификация риска - достигается путем выявления всех опасностей и их последующих последствий. [7] Местные оценки риска должны предоставлять достаточную информацию, чтобы юрисдикция могла определить и определить приоритетность соответствующих мер по смягчению для уменьшения потерь от выявленных опасностей. [6].

Контроль опасности означает процесс осуществления мер по снижению риска, связанного с опасностью.

Оценка риска профессионального здоровья должна учитывать следующее:

- 1) Опасности процесса, связанные с различными видами деятельности
- 2) Полуколичественная оценка возможных последствий отказа органов управления для здоровья и безопасности
- 3) Инженерные и административные меры контроля, применимые к опасностям и их взаимосвязям, такие как надлежащее применение методологий обнаружения для обеспечения раннего предупреждения о выпуске.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» раскрывает предложения, содержащие подбор и использование методов оценки риска, и сами методы оценки риска. В стандарте показаны 31 метод оценки, перечислим некоторые из них:

В таблице 2 указаны методы оценки риска, и их краткое описание

Таблица 2 - Методы оценки риска

Метод	Описание и применение метода
Ведомости проверок	Составление перечней типовых опасных веществ и/или источников потенциальных аварий, которые нуждаются в рассмотрении. С их помощью можно оценивать соответствие законам и стандартам
Общий анализ отказов	Метод, предназначенный для определения того, возможен ли случайный отказ (авария) ряда различных частей или компонентов в рамках системы, и оценки его вероятного суммарного эффекта
Модели описания последствий	Оценка воздействия события на людей, имущество или окружающую среду. Используются как упрощенные аналитические подходы, так и сложные компьютерные модели
Классификация групп риска по категориям	Классификация видов риска по категориям в порядке приоритетности групп риска
Метод Делфи	Способ комбинирования экспертных оценок, которые могут обеспечить проведение анализа частоты, моделирования последствий и/или оценивания риска
Метод Монте-Карло и другие методы моделирования	Совокупность приемов анализа частоты, в которых используется модель системы для оценки вариаций в исходных условиях и допущениях
Индексы опасности	Совокупность приемов по идентификации/оценке опасности, которые могут быть использованы для ранжирования различных вариантов системы и определения менее опасных вариантов
Обзор данных по эксплуатации	Совокупность приемов, которые могут быть использованы для выявления потенциально проблемных областей, а также для анализа частоты, основанного на данных об авариях, данных о надежности и прочее
Парные сопоставления	Способ оценки и ранжирования совокупности рисков путем попарного сравнения
Анализ скрытых процессов	Метод выявления скрытых процессов и путей, которые могли бы привести к наступлению непредвиденных событий
Оценка токсикологического риска	«Включает в себя анализ опасностей или источников ущерба и их воздействий на целевые группы населения и путей экспозиции опасных воздействий на эти группы. Полученную информацию затем обрабатывают и получают вероятностную оценку степени и характера ущерба» [13].
Анализ дерева неисправностей	Метод идентификации и анализа факторов, которые могут способствовать возникновению исследуемого нежелательного события. С помощью дедукции исследуемые факторы идентифицируют, выстраивают их логическим образом и представляют на диаграмме в виде дерева, которое отображает эти факторы и их логическую связь с конечным событием.

Продолжение таблицы 2

Метод	Описание и применение метода
Мозговой штурм	Обсуждение проблемы группой специалистов в доброжелательной манере, целью которого является идентификация возможных видов отказов и соответствующих опасностей, риска, критериев принятия решений и способов обработки риска. Однако в процессе классического мозгового штурма применяют специальные методы, когда утверждения одних участников обсуждения способствуют возникновению у остальных участников мозгового штурма новых оригинальных идей. Метод предполагает стимулирование обсуждения, периодическое направление обсуждения группы в смежные области и обеспечение охвата проблем, выявленных в результате обсуждения.
Оценка токсикологического риска	«Исследование HAZOP представляет собой структурированный и систематизированный анализ запланированных или существующих продукции, процесса, процедуры или системы. Исследование HAZOP является методом идентификации опасностей и риска для людей, оборудования, окружающей среды и достижения целей организации. От группы исследования HAZOP обычно ожидают по возможности конкретных решений по обработке риска» [13].
Причинно-следственный анализ	Структурированный метод идентификации возможных причин нежелательного события или проблемы. Данный метод позволяет скомпоновать возможные причинные факторы в обобщенные категории так, чтобы можно было исследовать все возможные гипотезы. Однако применение этого метода позволяет идентифицировать фактические причины. Причины могут быть определены только на основе эмпирических данных или эмпирическим путем. Информацию представляют в виде диаграммы «рыбьего скелета» или иногда в виде древовидной схемы
Анализ «галстук-бабочка»	«Метод следует применять в ситуации, когда сложно провести полный анализ дерева неисправностей или когда исследование в большей мере направлено на создание барьеров или средств управления для каждого пути отказа. Метод может быть полезен в ситуации, когда существуют точно установленные независимые пути, приводящие к отказу. Анализ «галстук-бабочка» часто значительно более прост для понимания, чем анализ дерева событий или дерева неисправностей, и, следовательно, он может быть полезен для обмена информацией при использовании более сложных методов» [13].
Марковский анализ	«Процесс марковского анализа является количественным методом и может быть дискретным (использование вероятностей перехода между состояниями) или непрерывным (использование коэффициентов интенсивности перехода из состояния в состояние). Марковский анализ может быть выполнен вручную, однако характеристики метода позволяют использовать для него компьютерные программы» [13].

Для контроля риска были предприняты следующие шаги:

- 1) Быстрое внимание к критическим или опасным рискам
- 2) Эффективные временные решения, пока не будут применены постоянные исправления
- 3) Долгосрочные решения для тех рисков, которые могут вызвать длительное заболевание
- 4) Долгосрочные решения для тех рисков с худшими последствиями
- 5) Обучение работников рискам, которые по-прежнему сохраняются, и мерам контроля
- 6) Регулярный мониторинг, чтобы проверить, не нарушены ли меры контроля.

Перейдем к рассмотрению наиболее часто используемых методов оценки риска.

«Согласно типичным развитиям события, проводится воспроизведение воздействия опасностей от установок, приборов, материалов и веществ. Все это препятствует проведению точного исследования рисков. Исходя из этого, рационально применять качественное ранжирование сценариев по тяжести последствий и вероятности событий в определенном диапазоне» [3].

При этом учитывается характер вредного воздействия на организм рабочего персонала от легкого до тяжелого, а также смертельного повреждения. В таком методе риски определяют по матрице «вероятность - ущерб».

Основой метода является то, что эксперт для конкретного события выявляет ранг вероятности начала, и соответственный этому событию потенциальный ущерб.

Пересечение соответственно столбца и строки показывает нам условную величину риска. Величина риска также может представлять

количественную меру. Матрица риска показана в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица риска

		Вероятность опасного события				
		A	B	C	D	E
Тяжесть последствий	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Данный метод часто используется в развитых странах из-за своей простоты. Использование такого метода позволяет работодателю исполнить государственно-нормативные требования ОТ с малыми затратами [3].

У данного метода есть существенный минус - это однозначная субъективность. Определенно, разные эксперты оценивают одну и ту же ситуацию разными способами. Это зависит от личных умений, ощущений и опыта эксперта. Может быть такое, что один и тот же эксперт, через промежуток времени, оценит риск по-другому [3].

Метод оценки риска посредством матрицы часто применяется при оценке риска производственных работ.

В данной методике риск принимает такие значения как: «приемлемый», «неприемлемый», «высокий». Значение риска определяется точкой пересечений вероятности и последствий.

Если точка пересечения попадает в зеленую зону, то риск - «приемлемый», в желтую – «высокий», в красную – «неприемлемый».

Документирование процесса помогает гарантировать, что определенные меры контроля риска осуществляются так, как они были

задуманы. Это также поможет в управлении другими опасностями и рисками, которые могут быть каким-то образом похожи на уже определенные. Адекватное ведение учета процесса управления рисками должно показать, что процесс был проведен должным образом. Эта информация должна включать:

- 1) Выявленные опасности.
- 2) Оценку рисков, связанных с этими опасностями.
- 3) Решение о мерах контроля для управления подверженностью рискам.
- 4) Как и когда осуществляются меры контроля.
- 5) Доказательства мониторинга и проверки эффективности контроля.

### **3 Анализ возможных чрезвычайных ситуаций на объекте по транспортировке, хранению и перекачки кислот ПАО «Тольяттиазот»**

#### **3.1 Чрезвычайные ситуации при транспортировке, хранении и перекачке кислот**

К факторам негативного воздействия на окружающую среду при производстве аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот относятся:

- выбросы в атмосферу;
- сточные воды;
- крупнотоннажные побочные продукты
- прочие факторы негативного воздействия.

При сопоставлении значений выбросов/сбросов аналогичных производств следует обратить внимание на возможные погрешности, связанные с различным объемом обрабатываемого массива данных, использованием разных методов анализа, приборного парка, алгоритма пересчета в необходимые величины и т.д.

К основным загрязняющим веществам (поллютантам), выбрасываемым в атмосферу, относятся  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ , соединения фтора,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот требует больших затрат энергии, получаемой обычно за счет сжигания органического топлива с выделением значительных объемов парниковых газов. При этом некоторые предприятия (к примеру, по производству карбамида) частично используют образующийся  $\text{CO}_2$  в качестве исходного сырья, что позволяет уменьшить эмиссию диоксида углерода. Тем не менее работа большинства предприятий сопровождается выбросами в атмосферу, связанными со сжиганием природного газа или

дизельного топлива в турбинах, котлах, компрессорах и других системах для выработки энергии и тепла.

Технологические сточные воды от производств, рассматриваемых данным справочником, содержат компоненты такие как: фторид-ион ( $F^-$ ), фосфат-ион ( $PO_4^{3-}$ ), сульфат-ион ( $SO_4^{2-}$ ), ион аммония ( $NH_4^+$ ), нитрат-ион ( $NO_3^-$ ), хлорид-ион ( $Cl^-$ ), обусловленные либо составом сырья, либо составом готовых продуктов.

Наиболее значительная опасность связана с обращением и хранением  $NH_3$  (летучий и ядовитый в высоких концентрациях), каустической соды, азотной, серной, фосфорной кислоты и органических соединений, а также горючих газов, таких как природный газ,  $CO$ ,  $H_2$  и др. Их влияние может быть связано с существенным острым воздействием на персонал и, возможно, на местное население, в зависимости от количества и типа выброшенных при аварии химических веществ, а также условий для возникновения реакции или катастрофического события, включая пожар и взрыв.

Существует ряд опасностей, связанных с использованием элементной (жидкой или твердой) серы, которая является сырьем для производства серной кислоты:

- выделение сероводорода ( $H_2S$ ) - очень токсичный газ, содержащийся в элементарной сере, полученной по методу Клауса, с последующим его окислением до диоксида серы ( $SO_2$ ) кислородом воздуха;
- горючесть серы, которая легко воспламеняется в присутствии кислорода, при этом выделяется диоксид серы ( $SO_2$ ) - также очень токсичный газ.

Точка возгорания жидкой серы - ( $168\text{ }^\circ\text{C} \dots 187$ )  $^\circ\text{C}$ , самовозгорание происходит при ( $248\text{ }^\circ\text{C} \dots 266$ )  $^\circ\text{C}$ . Самовозгорание пылевого

облака из твердых частиц происходит при температуре выше 191 °С.

Способы снижения эмиссий приведены ниже:

- очистка сточных вод перед сбросом во внешние источники;
- снижение образования сточных за счет вторичного использования в производственных процессах, организации и/или модернизации водооборотных циклов (в частности внедрение бессточных систем);
- удаление в изолированные водовмещающие пласты горных пород.

На предприятии ПАО «Тольяттиазот» технологические сточные воды собираются, очищаются от загрязняющих веществ и направляются на повторное использование в производстве, дебалансные воды, которые не могут быть использованы, после очистки сбрасываются в поверхностные водные объекты или удаляются в водовмещающие пласты горных пород [14].

Наличие на ПАО «Тольяттиазот» установок для очистки сточных вод позволяет предупредить попадание загрязняющих веществ в водоемы. Кроме того, очищенная вода может быть возвращена в производство путем организации водооборотных циклов (далее - ВОЦ), в результате чего сократится потребление воды. Потребление свежей воды будет обусловлено восполнением потерь в результате ее испарения и каплеуноса в системах ВОЦ, а также переходом воды в продукцию и/или в отходы (в том числе в виде кристаллогидратной влаги). В результате абсорбционной очистки отходящих газов, содержащих  $\text{SiF}_4$ , образуется кремнефтористоводородная кислота ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ), которая является побочным продуктом. Ее использование зависит от спроса на продукцию, получаемую на ее основе. При отсутствии спроса кремнефтористоводородная кислота нейтрализуется с использованием дополнительных ресурсов. Наличие на предприятиях установок для очистки сточных вод позволяет предупредить попадание загрязняющих веществ в

водоемы. Кроме того, очищенная вода может быть возвращена в производство путем организации оборотных циклов. При этом потребление свежей воды связано с необходимостью восполнения потерь, обусловленных ее испарением и переходом воды в продукцию и (или) в отходы (в том числе в виде кристаллогидратной влаги).

### **3.2 Вероятность возможного ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на предприятии ПАО «Тольяттиазот»**

В соответствии с Законом Российской Федерации «О безопасности в промышленности» перечень опасных химических веществ с указанием их пороговых количеств на промышленных объектах включает 179 наименований. Однако не все из этих веществ представляют реальную опасность и при авариях могут вызвать ЧС. В практике гражданской защиты населения и территорий в перечень химически опасных веществ (ХОВ) включают только те ХОВ, которые обладают высокой летучестью и токсичностью, и в аварийных ситуациях могут стать причиной массового поражения людей. Эту группу химически опасных веществ называют аварийно химически опасными веществами (АХОВ). К ним отнесены 34 вещества: аммиак, окислы азота, диметиламин, сероводород, серо- 41 углерод, сернистый ангидрид, соляная кислота, синильная кислота, фосген, фтор, хлор, хлорпикрин, окись этилена и др [27].

Проанализируем статистику случаев получения травматизма на производственной территории ПАО «Тольяттиазот».

В ходе анализа травматизма на производственном объекте ПАО «Тольяттиазот» выявлено следующее распределение аварий по видам.

В 2019 году в ПАО «Тольяттиазот» произошло 8 случаев производственного травматизма. Статистика случаев производственного травматизма в цехе по подготовке химреагенты за предыдущие пять лет представлена на рисунке 6.

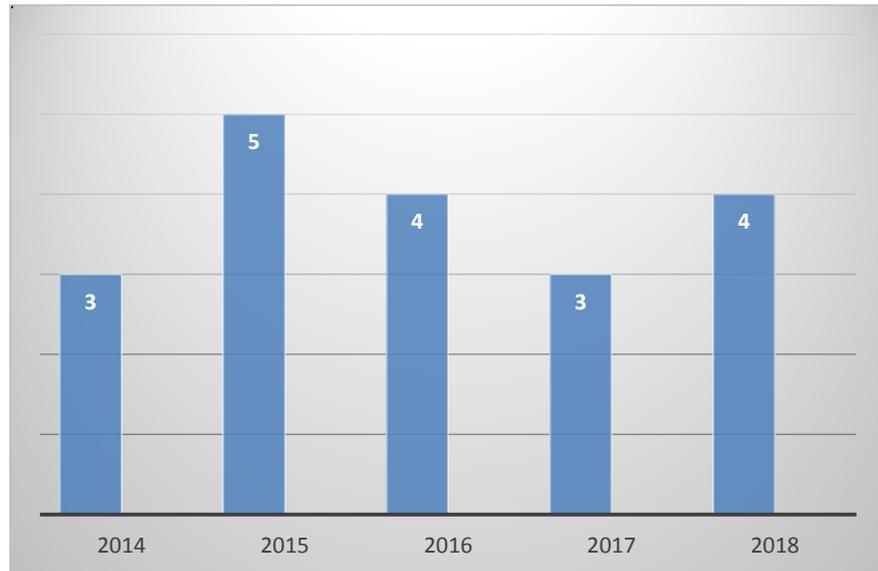


Рисунок 6 - Динамика травматизма

По данным актов расследования несчастных случаев на предприятии ПАО «Тольяттиазот», приведены травмирующие факторы, повлекшие за собой несчастные случаи. Основные травмирующие факторы и их частота возникновения приведены на рисунке 7.

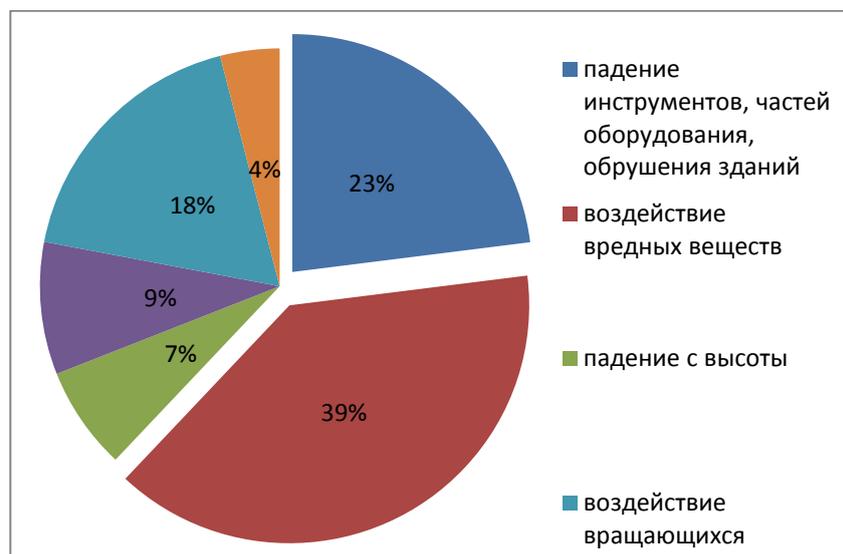


Рисунок 7 - Виды несчастных случаев

Перечень основных причин несчастных случаев в ПАО «Тольяттиазот» представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Причины несчастных случаев

Код	Причины несчастных случаев	Кол-во н/с
03	Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования	1
06	Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств	2
07	Нарушение правил дорожного движения	1
08	Неудовлетворительная организация производства работ	1
11	Воздействие вредных веществ	18

Анализ несчастных случаев в зависимости от дня недели представлен на рисунке 8.

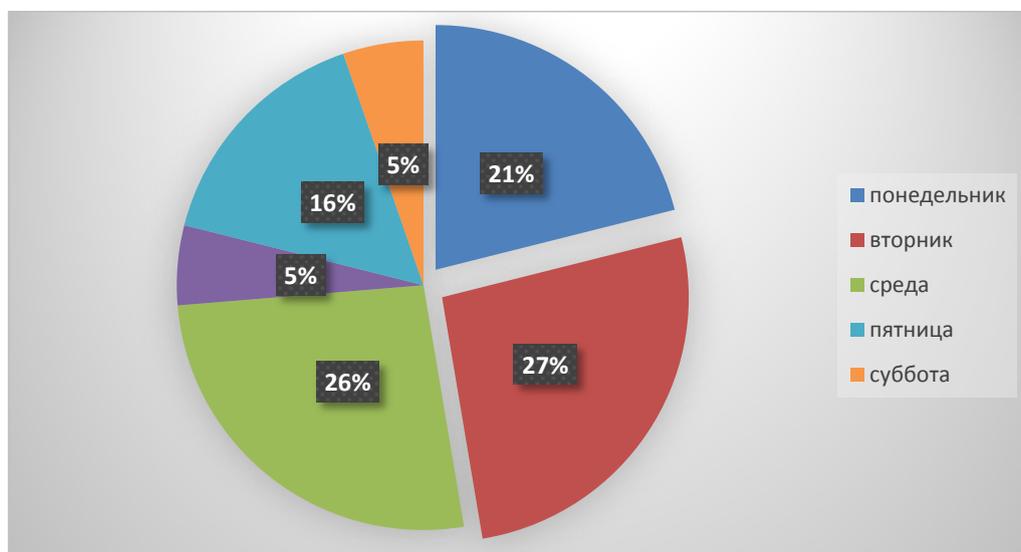


Рисунок 8 - Анализ несчастных случаев по дням недели

Анализ несчастных случаев в зависимости от возрастной группы рабочих представлен на рисунке 9.

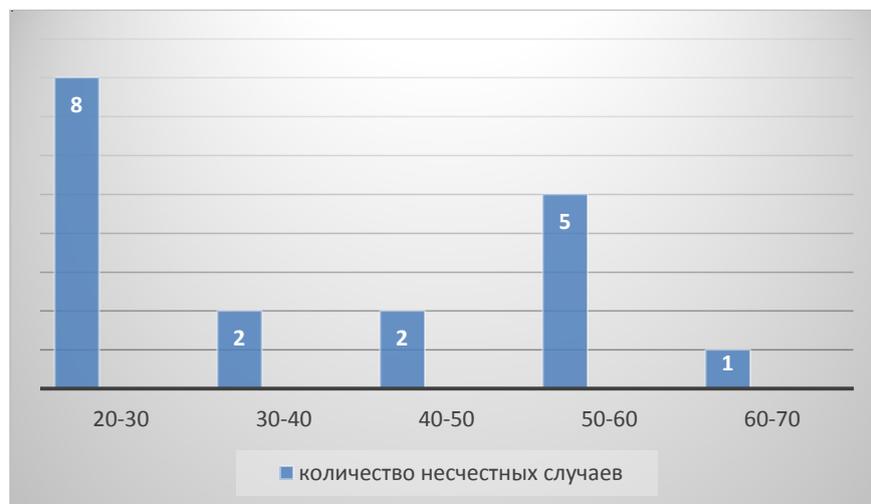


Рисунок 9 - Анализ несчастных случаев по возрастным группам

Анализ несчастных случаев по месяцам приведен на рисунке 10.

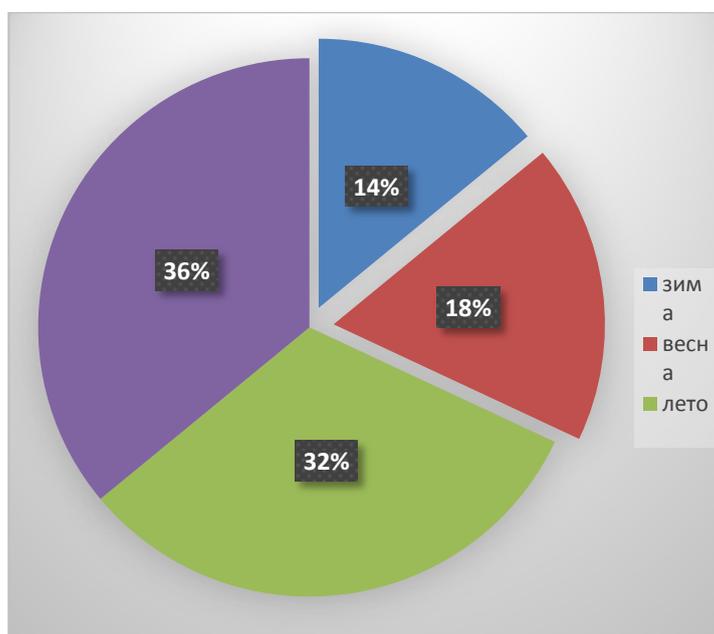


Рисунок 10 - Сезонность несчастных случаев

Анализ несчастных случаев показывает, что наибольшее количество несчастных случаев произошло с работниками от 20 до 30 лет, в осенний период под воздействием вредных веществ. Из этого следует, что необходимо разработать мероприятия по снижению воздействия факторов и обеспечению безопасных условий труда работников ПАО «Тольяттиазот».

## **4 Разработка мероприятий, направленных на решение существующих проблем по обеспечению безопасности на предприятии ПАО «Тольяттиазот»**

### **4.1 Разработка технического решения по установке сернокислотной системы одинарного контактирования с промывным отделением**

Проведем анализ существующей технологии производства серной кислоты.

«Производство серной кислоты состоит из нескольких основных стадий:

- 1) Прием и хранение жидкой/твердой серы.
- 2) Подготовка сырья (плавление и фильтрация твердой серы, фильтрация жидкой серы).
- 3) Сжигание серы с получением  $SO_2$ -содержащего газа и утилизацией тепла реакций с получением энергетического пара.
- 4) Каталитическое окисление  $SO_2$  в одну или две стадии.
- 5) Абсорбция  $SO_3$  с получением серной кислоты или олеума.
- 6) Складирование серной кислоты.
- 7) Очистка хвостовых газов от  $SO_2$  (в случае систем одинарного контактирования)» [15].

Приведем описание установки подготовки сырья - плавление/фильтрация жидкой серы.

Данная установка используются на всех предприятиях, производящих серную кислоту, независимо от производительности и способа организации процесса. Конфигурация установок подготовки сырья различается в зависимости от агрегатного состояния используемой серы.

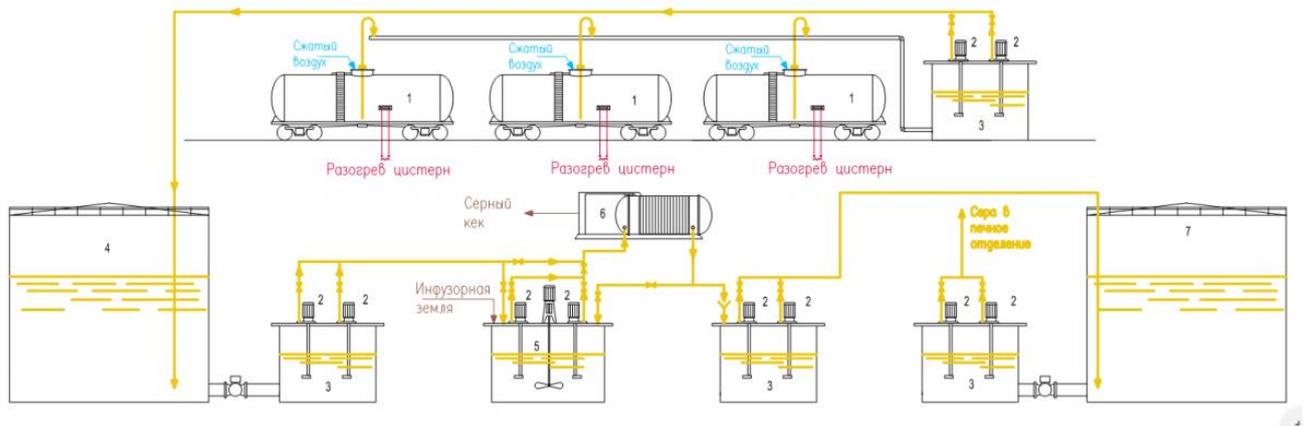
“Твердая сера. Из склада твердая, гранулированная сера системой ленточных конвейеров подается на загрузку в плавильные агрегаты, где осуществляется процесс плавления серы. В качестве греющего агента в

змеевиках плавильных агрегатов используется пар низкого давления. Расплавленная сера из плавильных агрегатов самотеком направляется в сборник жидкой серы, из которого насосами подается на стадию фильтрации» [15].

«Жидкая сера. Предварительно разогретая жидкая сера из специальных железнодорожных цистерн сливается (передавливается воздухом по сифонной трубе) в сборник жидкой серы, из которого насосами перекачивается на стадию фильтрации» [25].

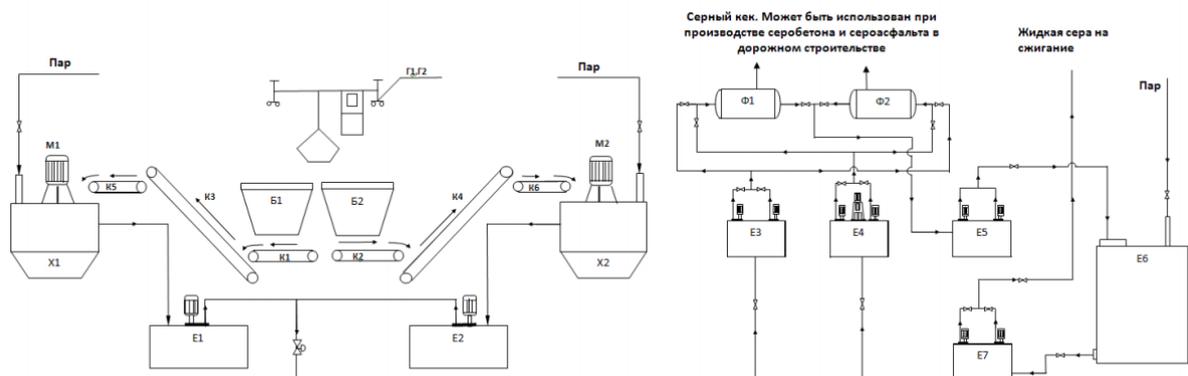
«Фильтрация жидкой серы от зольных примесей производится в листовых (рамных) фильтрах через смонтированные внутри фильтра сетки, на которые предварительно наносится фильтрующий слой жидкой серы с инфузорной землей (диатомит, кизельгур). Для нанесения фильтрующего слоя на сетки фильтра используется сборник серы, оборудованный мешалкой. Из фильтра жидкая сера самотеком направляется в сборник жидкой серы, откуда серными насосами подается в серную печь. В процессе фильтрации жидкой серы образуется серный кек, содержащий в своем составе (50 %...60 %) серы, его количество определяется составом исходной серы. Серный кек может быть использован при производстве сероасфальтов и серобетонов для дорожного строительства. Для обеспечения оптимальных физических свойств температура жидкой серы должна поддерживаться в диапазоне (130 °С ...140 °С). Для поддержания данной температуры все оборудование и серопроводы снабжены паровыми рубашками. В качестве греющего агента используется пар низкого давления. Конденсат, образующийся в процессе плавления/обогрева линий и оборудования, может быть использован в производстве серной кислоты» [25].

Принципиальные схемы организации процесса плавления, слива и фильтрации серы представлены на рисунках 11 и 12.



1 – ж/д-цистерны; 2 – насосы жидкой серы; 3 – сборники жидкой серы; 4 – хранилище грязной серы; 5 – сборник с пропеллерной мешалкой для намыва фильтрующего слоя; 6 – фильтр жидкой серы; 7 – хранилище чистой серы

Рисунок 11 – Технологическая схема слива и фильтрации жидкой серы



Г1, Г2 – кран мостовой грейферный; Б1, Б2 – бункер комовой серы; К1, К2 – конвейер ленточный с изменением скорости движения ленты; К3, К4 – конвейер ленточный наклонный; К5, К6 – конвейер ленточный откатной; Х1, Х2 – плавилка серы; Е1, Е2 – сборник жидкой серы; М1, М2 – мешалка турбинного типа со шнеком на валу и ротором на конце вала; Е3 – сборник грязной серы с погружными обогреваемыми насосами серы; Е4 – сборник с пропеллерной мешалкой для намыва фильтрующего слоя с погружными обогреваемыми насосами серы; Е5, Е7 – сборник чистой серы с погружными обогреваемыми насосами серы; Е6 – хранилище чистой серы; Ф1, Ф2 – фильтры серы

Рисунок 12 – Технологическая схема плавления, фильтрации и складирования жидкой серы

Для повышения техносферной безопасности на предприятии ПАО «Тольяттиазот» при транспортировке, хранении и перекачке кислот, предлагается внедрить сернокислотную систему одинарного контактирования с промывным отделением.

«Отличием данных систем от существующей системы на предприятии является дополнительная стадия очистки технологического газа от пыли, образующейся в процессе сжигания серы в промывном отделении, путем промывки технологического газа растворами серной кислоты низкой концентрации. В этом случае для сжигания серы используется неосушенный атмосферный воздух. После котла-утилизатора охлажденный газ направляется в промывное отделение, где происходит его очистка в одной или двух промывных башнях. Туман, образующийся в процессе отмывки, улавливается с помощью мокрых электрофильтров. После промывного отделения влажный технологический газ осушается в сушильной башне, нагревается в теплообменниках до температуры (390 °С ... 410 °С) и направляется на первый слой контактного аппарата. Нагрев технологического газа осуществляется за счет тепла реакции окисления SO<sub>2</sub>. Так как часть тепла химических превращений используется на нагрев технологического газа, то удельная выработка пара на данных системах меньше, чем на обычных системах одинарного контактирования. Ввиду использования дополнительного электропотребляющего оборудования (электрофильтры, насосы промывного отделения), данные технологические нитки характеризуются повышенным удельным потреблением электроэнергии. В связи с применением современных высокоэффективных способов фильтрации серы, а также с улучшением качества элементной серы, новые сернокислотные системы с промывным отделением не строятся, а существующие постепенно переводятся на обычную схему одинарного или двойного контактирования» [16].

Технология серной кислоты из серы, производимой на ПАО «Тольяттиазот» является бессточной. Исключением является сбросы

продувок оборотных циклов и котловой воды, которые производятся во избежание накопления в воде солей.

«Объем продувки котла в основном зависит от качества котловой питательной воды и, как правило, не превышает 3 % ...5 % от ее расхода» [16].

«Основной объем данных сточных вод повторно используется на производственной площадке для разбавления серной кислоты или подпитки системы оборотного водоснабжения. Остаточное количество сбрасывается в промливневую канализацию» [16].

Сточные воды могут появиться только в результате аварийных протечек. Технологическая схема предусматривает сбор этих вод в специальном хранилище, куда поток переключается автоматически. Затем проливы постепенно сбрасываются в технологии либо нейтрализуются и поступают в производство [16].

«В случае единственной рассматриваемой системы производства серной кислоты ОК с очисткой хвостовых газов, образующийся в процессе очистки раствор сульфата аммония в количестве 14 кг/т серной кислоты, полностью перерабатывается на установке получения кристаллического сульфата аммония» [16].

«Получение серной кислоты из отходящих газов от металлургического передела, с концентрацией  $SO_2$  (3,5...5,0 %) об., предлагается по «длинной» схеме с одинарным контактированием (ОК). В предлагаемой сернокислотной технологической системе используются современное оборудование и материалы, позволяющие проводить более интенсивные технологические процессы» [16].

«В частности используются:

- модифицированные «мокрые» электрофильтры высокой эффективности и надёжности;

- пылеустойчивые и эффективные катализаторы кольцеобразной и цветковой формы с различными модификаторами, в т.ч. и модифицированные цезием;
- газовые теплообменники с высоким коэффициентом теплопередачи;
- экономичные погружные кислотные насосы, предназначенные для транспортировки серной кислоты;
- эффективная насадка, лоточные кислотораспределители и патронные брызготуманоуловители в абсорбционных башнях» [16].

«Это позволяет гарантировать:

- минимальный выхлоп вредных газов в атмосферу;
- минимальный расход электроэнергии;
- степень конверсии  $SO_2$ , - не менее 0.99;
- степень абсорбции  $SO_3$  – не менее 0,9998» [16].

«Общими преимуществами систем одинарного контактирования с хвостовой очисткой являются:

- простота технологического процесса, более низкие потери давления по газовому тракту сернокислотной системы (меньшее количество оборудования) и, соответственно, меньшие удельные расходы электроэнергии;
- более низкие выбросы  $SO_2$  в сравнении с системами ДКДА, зависящие от эффективности используемой системы очистки отходящих газов;
- более высокий удельный выход энергетического пара в сравнении с системами ДКДА из-за отсутствия необходимости нагревать технологический газ после промежуточной абсорбции (в случае применения методов очистки отходящих газов,

использующих пар для регенерации поглотителя, удельный выход пара сравним с системами ДКДА);

- высокие фонды рабочего времени технологических систем и отдельного оборудования;
- относительно низкие рабочие температуры рабочих сред;
- легко осуществимые пуск и остановка» [16].

«К недостаткам данных технологических систем следует отнести:

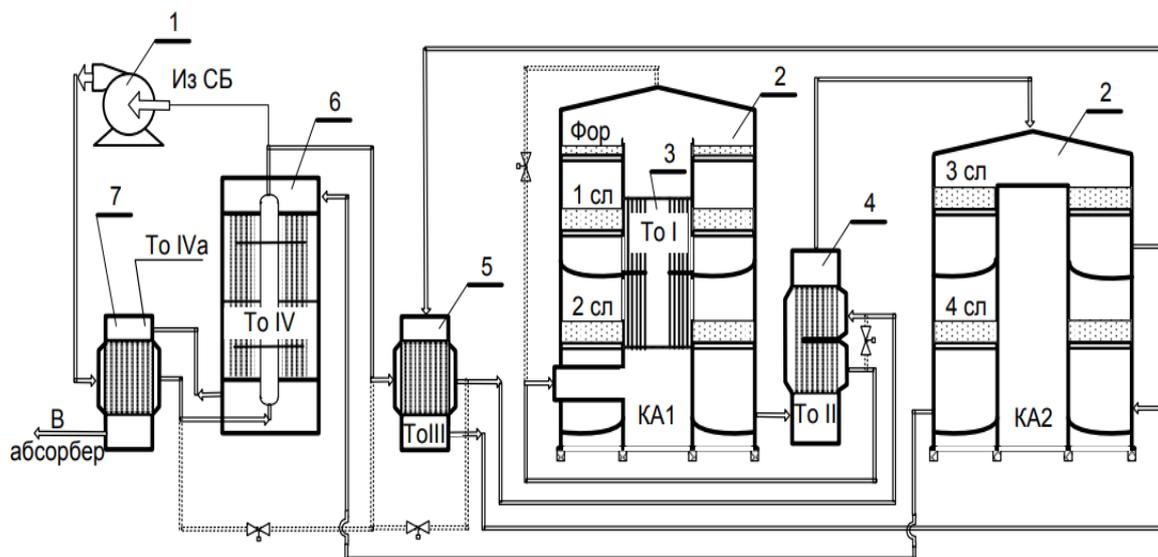
- необходимость в дополнительных, как правило, дорогостоящих реагентах для осуществления технологического процесса (аммиак водный технический, растворы органических веществ (амины и натрийзамещенные основания));
- дополнительные отходы, образующиеся на стадии очистки технологического газа:
- раствор сульфата аммония;
- органические сульфаты – отход процесса очистки аминов;
- раствор сульфата натрия – отход процесса очистки органических натрийзамещенных оснований» [16].

Из перечисленных веществ только раствор сульфата аммония может быть использован в производстве минеральных удобрений. Производительность Минимум – 6 тыс. т  $H_2SO_4$  в год. Максимум – 300 тыс. т  $H_2SO_4$  в год

«Состав производства:

- промывное отделение;
- контактно-компрессорное отделение с пусковым узлом;
- сушильно-абсорбционное отделение;
- склад готовой продукции;
- выхлопная труба;
- отделение обратного водоснабжения;
- АБК с лабораторией и операторной» [16].

На рисунке 13 представлена принципиальная технологическая схема контактного отделения по методу ОК.



1. Нагнетатель; 2. Контактный аппарат в двух корпусах; 3. Встроенный теплообменник после 1 слоя; 4. Выносной теплообменник после 2 слоя; 5. Выносной теплообменник после 3 слоя; 6. Первый внешний теплообменник после 4 слоя; 7. Второй внешний теплообменник после 4 слоя

Рисунок 13 – Принципиальная технологическая схема контактного отделения по методу ОК

В таблице 5 представлена потребность производства в сырье, материалах и энергоресурсах.

Таблица 5 – Потребность производства в сырье, материалах и энергоресурсах

№ п/п	Наименование	Параметры, ГОСТ, ТУ, качество	Единица измерения	Расходный коэффициент на 1 т $H_2SO_4$	Примечание
1	Диоксид серы (в пересчёте на элементарную серу)		т	0,328	От контактного аппарата
2	Электроэнергия	Напряжение 220/380 В, 6000 (10000) В, 50 Гц	кВт ч	85	
3	Вода оборотная	$T = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\text{м}^3$	82	
4	Топливо (прир. Газ,	В перерасчете на	тут	0,003	

	мазут, диз. Топливо)	условное топливо Q = 7000 ккал /кг			
5	Сжатый воздух	P = 0,8 Мпа	нм <sup>3</sup>	1,7	Для КИПиА

Экологические показатели установки представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Экологические показатели

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Расход
1	Газовые выбросы Объем газа Содержание вредных веществ: SO <sub>2</sub> -0,08 % об. SO <sub>3</sub> - 0,002 % об. Туман и брызги Н <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> –мг /нм <sup>3</sup>	нм <sup>3</sup> / час  кг /час кг /час кг /час	65000  152 4,6 2,0
2	Твердые отходы Отработанный катализатор	т /год	10,8
3	Жидкие стоки Промышленные кислые стоки		отсутствуют

«Производство оборудовано всеми контрольно-измерительными приборами и аппаратурой, необходимой для обеспечения непрерывной эксплуатации, дистанционного управления или запуска. Кроме того, установлены приборы для контроля всего оборудования. Предусмотрена визуальная и звуковая сигнализация важнейших функций технологического процесса в случае превышения установленных допустимых значений параметров. Во избежание эксплуатационных ошибок и защиты узлов установки предусмотрена система блокировки с учетом особенностей технологического процесса. Определение значений важнейших измеряемых параметров в режиме непрерывной эксплуатации осуществляется независимо друг от друга на основе показаний приборов. В абсорбционных башнях осуществляется измерение, автоматический контроль и регистрация значений концентрации кислоты» [16].

## 4.2 Разработка системы оценки и управления рисками техногенными рисками ПАО «Тольяттиазот»

Токсикологические, химические и физические свойства определяют опасность химического вещества. Однако в хранилище химических веществ добавляются дополнительные факторы: количество, форма хранения, близость различных химикатов, действия, выполняемые в хранилище, и т. Д. Следующий пример иллюстрирует это увеличение опасности: соляная кислота и железные наполнители, хранящиеся отдельно, не воспламеняются. Однако, когда они вступают в контакт, их реакция выделяет водород, чрезвычайно легковоспламеняющийся газ, который может вызвать пожар или взрыв.

Но опасность в первую очередь материализуется, когда химические вещества разливаются, например, из контейнеров. Среди многочисленных причин утечки химических веществ:

- механическое повреждение контейнера (удар при транспортировке, опрокидывание после того, как он был размещен на неустойчивом основании или в стойке ...);
- старение контейнера (пластик становится хрупким со временем или под воздействием света или низких температур, пластика размягчается под воздействием тепла, коррозии металла, взаимодействия между контейнером и его наполнением);
- расширение наполнения (повышение давления пара при нагревании, кристаллизация при низкой температуре, химическое разложение во времени или вызванное воздействием света);
- отбор проб и передача химических веществ.

Эта химическая дисперсия может иметь серьезные последствия.

Утечка химического вещества, особенно когда он летучий или газ при комнатной температуре, может вызвать опьянение. Риск интоксикации

особенно коварен, когда разлитое химическое вещество само по себе не имеет каких-либо серьезных токсикологических свойств, но выделяет токсичное вещество, когда оно вступает в реакцию с окружающей средой или другими химическими веществами, хранящимися в том же помещении (например, газообразный хлор образуется, когда жидкий отбеливатель вступает в контакт с кислым раствором).

Аналогичным образом раздражение от серьезных химических ожогов может происходить с едкими жидкостями, такими как едкий натр.

Помимо этих острых эффектов, также может иметь место широкий спектр хронических эффектов (таких как нарушение функции органов, аллергия и рак. В отличие от острых эффектов, возникновение этих хронических эффектов не обязательно зависит от уровня воздействия: например, аллергии, может быть вызвано воздействием очень низких концентраций сенсibiliзирующего агента.

Наконец, среди всех категорий химических веществ сжиженные газы представляют особую опасность. Контакт со сжиженными газами вызывает сильные обморожения, и, даже если они не токсичны, после их высвобождения их быстрое расширение может локально снизить концентрацию кислорода до опасно низких уровней и, следовательно, вызвать асфиксию.

Помимо опасностей, которые они представляют для здоровья работников, хранимые химические вещества могут создавать опасности для объектов, фауны и флоры, а также для населения за пределами площадки.

Когда они разливаются, химические вещества могут необратимо изменять почвы, ручьи и грунтовые воды, воздействуя на окружающие сообщества. Характер экологического ущерба, вызванного химическим разливом, зависит от его токсикологических, физических и химических свойств (форма, реакционная способность, растворимость, стойкость, биоаккумуляция и т. Д.) И от загрязненного участка (проницаемость и т. Д.), Но от загрязнения. Риск увеличивается с количеством хранимых химикатов.

Хранящиеся химические вещества также могут стать причиной случайного пожара или взрыва. Пожары и взрывы являются причиной нескольких несчастных случаев на производстве в Европейском Союзе каждый год, однако, когда они случаются, они часто уносят жизни и имеют серьезные экологические и экономические последствия.

Враждебный огонь – это неконтролируемая реакция окисления между горючим веществом и окислителем. Большое количество обоих элементов часто можно найти в хранилище. Кислород является обычным окислителем, участвующим в пожаре, тогда как хранящиеся товары (органические химические вещества, такие как растворители или полимерные гранулы), упаковочные материалы (пластиковые пакеты или контейнеры) или поддоны действуют как горючие вещества. Различные источники энергии могут вызвать пожар, например, искра, тепло, взрыв.

Случайные взрывы могут быть «физическими» или «химическими». Физический взрыв может произойти, когда, например, внутри химического контейнера растет давление. Химические взрывы возникают в результате химических реакций: разложения (хранение взрывчатых веществ) или воспламенения взрывоопасной атмосферы (хранение горючих химических веществ, окисления металлической пыли и т. Д.). В некоторых случаях химическая реакция по существу является сгоранием. Многие виды пыли горючих материалов, таких как мука и уголь, могут привести к взрыву при критических концентрациях в воздухе.

Оценка риска дополняет анализ требований. Профилактические меры вытекают из его результатов. Этот набор данных позволит планировщику определить технические характеристики здания и эксплуатации для хранилища.

На рисунке 14 изображен внешний вид паспорта химической безопасности продукции.

**ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**  
(Safety Data Sheet)

<b>Внесен в Регистр</b>	
РПБ № _____	от «__» _____ 201_ г.
	Действителен до «__» _____ 201_ г.
Росстандарт	
Информационно-аналитический центр «Безопасность веществ и материалов» ФГУП «ВНИЦСМВ»	Руководитель _____ /А.Д. Козлов/ м.п.

**НАИМЕНОВАНИЕ:**

техническое (по НД)

**Средство дезинфицирующее «Деарген»**

химическое (по IUPAC)

Не имеет

торговое

Серебросодержащий дезинфектант ДЕАРГЕН

синонимы

Не имеет

Код ОКП:

2 4 9 9 2 0

Код ТН ВЭД:

3 8 0 8 9 4 9 0 0 0

**Условное обозначение и наименование основного нормативного, технического или информационного документа на продукцию (ГОСТ, ТУ, ОСТ, СТО, (M)SDS и т.д.)**

ТУ 2499-002-73297953-2011 Средство дезинфицирующее «Деарген»

**ХАРАКТЕРИСТИКА ОПАСНОСТИ:**

**Сигнальное слово:** Отсутствует

**Краткая (словесная):** По степени воздействия на организм средство относится к малоопасным веществам, не оказывает раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки глаз, не обладает сенсibilизирующим действием. При ингаляционном воздействии рабочих растворов в форме аэрозоля не наблюдается раздражения верхних дыхательных путей и слизистых оболочек глаз. Пожаро- и взрывобезопасно. Не опасно для окружающей среды.

**Подробная:** в 16-ти прилагаемых разделах паспорта безопасности.

ОСНОВНЫЕ ОПАСНЫЕ КОМПОНЕНТЫ	ПДКр.з, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	№ CAS	№ ЕС
Кислота лимонная	1,0	3	77-92-9	-
Перекись водорода	0,3	2	7722-84-1	-
Ионы серебра марки Ср.99,99.	1,0	2	7440-22-4	-

**ЗАЯВИТЕЛЬ:** ООО НПП «Серебряный стиль»  
(наименование организации)

Ростов-на-Дону  
(город)

**Тип заявителя:** производитель, поставщик, продавец, экспортер, импортер  
(ненужное зачеркнуть)

7 3 2 9 7 9 5 3

**Телефон экстренной связи:** 8(495) 683-97-48

**Руководитель организации-заявителя:** \_\_\_\_\_  
(подпись)

/ \_\_\_\_\_ /  
расшифровка

м.п.

Рисунок 14 - Паспорт безопасности химической продукции

Оценка риска должна идентифицировать весь кадровый и экологический риск, связанный с хранением. Помимо опасных свойств химических веществ, оценка должна также учитывать:

- химические взаимодействия;
- системы хранения;
- доставка и вывоз;
- движение и транспортировка химических веществ внутри объекта;
- любые другие действия, выполняемые в или вблизи объекта;
- реагирования на чрезвычайные ситуации.

Основным источником информации для оценки риска является паспорт безопасности (SDS) в его обновленной версии. SDS должен быть предоставлен пользователю поставщиком химикатов по простому запросу.

Дополнительную информацию можно получить у поставщиков химикатов и профилактических институтов или организаций

Важно отметить, что как анализ требований, так и оценка рисков необходимо повторять регулярно и всякий раз, когда вносятся изменения в хранилище или после любого ненормального события (инцидент, авария, проблема со здоровьем). В результате могут потребоваться новые профилактические меры.

Работодатель несет юридическую ответственность за защиту здоровья и безопасности своего персонала и окружающей среды. Таким образом, он должен оценить риски, связанные с хранилищем химических веществ, принять соответствующие профилактические меры, регулярно контролировать их эффективность и обеспечивать их техническое обслуживание.

В этом контексте работодатель должен проинформировать своих сотрудников о рисках и превентивных мерах и предоставить им соответствующую подготовку, включая, среди прочего, следующие правила

поведения, соблюдение которых необходимо в хранилище химических веществ:

- доступ только для авторизованного персонала;
- не курить;
- запрещение употребления продуктов питания и подобных продуктов (напитков, жевательной резинки, лекарств, табака);
- ношение предписанной рабочей одежды и средств индивидуальной защиты;
- например, разделение рабочей и уличной одежды и обязательство менять и носить уличную одежду для входа в столовые;
- смена рабочей одежды и средств индивидуальной защиты, как только они загрязнены;
- мытье рук перед перерывами и в конце рабочего дня;
- использование предписанного погрузочно-разгрузочного оборудования и инструментов;
- соблюдение правил обращения (без хранения вне указанных помещений), очистки и аварийных процедур;
- информация и руководство для любого ненормального происшествия
- проверка работоспособности и функциональности (например, проверка правильности работы технического оборудования, такого как погрузочно-разгрузочное оборудование и система вентиляции, перед использованием).

Чем больше хранящихся объемов, тем выше опасность. Кроме того, неиспользованные химические вещества становятся химическими отходами, что создает дополнительные риски. В результате запас должен быть минимизирован в соответствии с деятельностью организации, и должно соблюдаться правило «первым пришел, первым обслужен».

Без надлежащей упаковки, маркировки и обновленного паспорта безопасности (SDS) химическое вещество не должно приниматься в хранилище. Из этого правила могут быть исключения: например, продукты для широкой публики (вся соответствующая информация о безопасности должна быть указана непосредственно на их этикетках) или пищевые добавки (в этом конкретном случае совет по безопасности следует запрашивать у поставщика).

Химикаты должны храниться в оригинальной упаковке. Однако, если передача оказалась необходимой, химическое вещество должно быть перенесено в подходящий контейнер с надлежащей маркировкой: химически, механически и термически устойчивым, простым в обращении с существующим оборудованием и инструментами и простым в хранении с существующими системами.

Необходимо соблюдать максимальные нагрузки систем хранения, а также правила стекирования. Кроме того, контейнеры должны храниться таким образом, чтобы их маркировка легко читалась, и чтобы можно было легко обнаружить утечку или повреждение и быстро устранить их.

Некоторые химические вещества могут вступать в опасную реакцию вместе, вызывая вредные выбросы, излучение тепла, пожар или взрывы. В случае протечки они не должны вступать в контакт друг с другом. В зависимости от хранимых объемов разделение может означать размещение этих несовместимых химикатов в различных резервуарах или в разных частях стен.

Такие несовместимости обычно описываются под заголовками 7 и 10 («Обработка и хранение» и «Стабильность и реактивность» соответственно) SDS [6]. Институты или организации безопасности также могут предоставить полезную информацию о реакционной способности конкретных веществ.

Наконец, в случае аварии персонал должен реагировать быстро и надлежащим образом. Следовательно, работодатель должен разработать

аварийные процедуры, при необходимости установить оборудование для оказания неотложной помощи и оказания первой помощи, а также соответствующим образом проинформировать и обучить свой персонал.

Аварийные процедуры включают в себя:

- действия, которые необходимо предпринять в случае химической аварии;
- использование систем охранной сигнализации;
- номера экстренных вызовов;
- имена контактных лиц;
- инструкции по эвакуации;
- меры первой помощи [32].

Помимо обучения технике безопасности, учения по эвакуации должны проводиться регулярно, а лица, оказывающие первую помощь, должны быть названы и обучены.

Кроме того, при хранении ряда различных химикатов рекомендуется составить инвентаризацию всех хранимых продуктов, а также план их хранения, чтобы поддерживать их актуальность и иметь их в наличии в случае аварии. Эти записи должны информировать о продуктах, их количестве и их местонахождении в хранилище и, следовательно, избегать того, чтобы аварийно-спасательные команды подвергались дополнительным рискам во время их вмешательства. Затем регулярные консультации с местными пожарными и спасательными службами помогут им принять соответствующие меры в случае возникновения чрезвычайной ситуации [33].

Для правильного управления производства, в котором находятся в обращении химические вещества, необходимо проводить различие между опасностью и риском. Опасность определяет неотъемлемое свойство химического вещества, которое может вызывать неблагоприятные воздействия, когда организм, система или население подвергаются воздействию этого агента. Риск, однако, устанавливает вероятность возникновения неблагоприятного воздействия.

Чтобы быть более конкретным, риск химического вещества зависит от следующих 2 факторов:

1. Собственная токсичность химического вещества (опасность);
2. Сколько химического вещества присутствует в окружающей среде (например, в воде, почве, воздухе) и сколько контактов человека или экологического рецептора имеет с химическим веществом (воздействие).

Опасное химическое вещество не представляет опасности, если нет воздействия. Например, серная кислота очень едкая. Это не представляет никакого риска для обычных людей, которые с ними не справляются. Для некоторых людей, которые могут подвергаться воздействию серной кислоты (ученые, рабочие), могут быть приняты меры по управлению рисками (например, ношение защитных очков и перчаток) для минимизации риска.

Оценка химического риска: цель, процедура и задачи

Целью оценки химического риска является полное понимание природы, величины и вероятности потенциального неблагоприятного воздействия химического вещества на здоровье или окружающую среду. Он учитывает, как опасность, так и воздействие. Оценка риска составляет основу нормативных решений для промышленных химикатов, пестицидов, фармацевтических препаратов, косметики, пищевых добавок и веществ, контактирующих с пищевыми продуктами, в современных развитых странах.

В целом, оценка химического риска состоит из следующих трех этапов:

1. Характеристика опасности: определение реакции на дозу (LD50 / LC50, NOAEL, T25, EC50, NOEC и т.д.), Определение взаимосвязи между величиной воздействия опасности и вероятностью и серьезностью неблагоприятных воздействий.
2. Оценка воздействия: определение степени фактического воздействия. Уровни воздействия обычно оцениваются или измеряются.

3. Характеристика риска: объединение информации из характеристики опасности и оценки воздействия для формирования заключения о характере и величине риска и, если указано, реализации дополнительных мер по управлению риском.
4. Управление рисками: определение наилучших способов защиты здоровья человека и окружающей среды. Выбор наиболее подходящего регулятивного действия из возможных политических альтернатив требует интеграции научных данных, полученных на основе оценок риска, с более широкими социальными, экономическими, правовыми и политическими проблемами

Оценка риска и управление рисками являются независимыми процессами, они необходимы для оценки, количественного определения и смягчения воздействия опасности. Оценка риска химических опасностей должна включать анализ острых краткосрочных опасностей, а также хронических долгосрочных воздействий, охватывающих подверженность в результате исследований и разработок, производства и использования продукции возможной судьбе в окружающей среде. Несмотря на то, что оценки подверженности конкретной программе требуются для соответствия применимым законам и нормативным актам, следует использовать адаптивные подходы, чтобы обеспечить возможность перехода к структуре, основанной на разоблачении, по мере того, как проводятся научные исследования для оценки совокупности воздействий (то есть окружающей среды, потребителя и профессиональной деятельности).

Составим таблицу характеристики опасностей основных кислот, находящихся в обращении ПАО «Тольяттиазот» (см. табл. 7).

Таблица 7 – Характеристика опасностей основных кислот, находящихся в обращении ПАО «Тольяттиазот»

Кислоты	Характеристика воздействия
Азотная кислота	<p>Азотная кислота ядовита. По степени воздействия на организм относится к веществам 3-го класс опасности. Её пары очень вредны: пары вызывают раздражение дыхательных путей, а сама кислота оставляет на коже долгозаживающие язвы. При действии на кожу возникает характерное жёлтое окрашивание кожи, обусловленное ксантопротеиновой реакцией. При нагреве или под действием света кислота разлагается с образованием высокотоксичного диоксида азота NO<sub>2</sub> (газа бурого цвета). ПДК для азотной кислоты в воздухе рабочей зоны по NO<sub>2</sub> 2 мг/м<sup>3</sup>. Рейтинг NFPA 704 для концентрированной азотной кислоты: опасность для здоровья: 4, огнеопасность: 0, нестабильность: 0, специальное: Ох</p>
Серная кислота	<p>Серная кислота и олеум — очень едкие вещества. Они поражают все ткани организма. При вдыхании паров этих веществ они вызывают затруднение дыхания, кашель, нередко — ларингит, трахеит, бронхит и т. д. Попадание кислоты на глаза может привести как к конъюнктивиту, так и к полной потере зрения [8]. Предельно допустимая концентрация аэрозоля серной кислоты в воздухе рабочей зоны 1,0 мг/м<sup>3</sup>, в атмосферном воздухе 0,3 мг/м<sup>3</sup> (максимальная разовая) и 0,1 мг/м<sup>3</sup> (среднесуточная). Поражающая концентрация паров серной кислоты 0,008 мг/л (экспозиция 60 мин), смертельная 0,18 мг/л (60 мин). Класс опасности II.</p>
Углеродная кислота	<p>На организм человека концентрация углекислого газа в воздухе до 3% вредного влияния не оказывает. Наблюдается лишь учащённое дыхание в результате стимулирующего воздействия, растворённого в крови CO<sub>2</sub> на соответствующие центры нервной системы. Вдыхание CO<sub>2</sub> в более высоких концентрациях ведёт к серьёзным расстройствам работы организма. При 10%-ной концентрации быстро наступает потеря сознания и смерть вследствие остановки дыхания, а 20%-ная концентрация вызывает паралич жизненных центров в течение нескольких секунд. Смесь кислорода с 5% CO<sub>2</sub> (“карбоген”) находит медицинское использование при задержке дыхания и некоторых отравлениях.</p>
Фосфорная кислота	<p>Фосфорная кислота не оказывает специфического токсического действия. Системная токсичность низкая. Её растворы раздражают глаза, дыхательные пути и слизистые оболочки. При концентрации &gt; 10 % она оказывает раздражающее действие, а выше 25 % — также коррозионное. При проглатывании большого количества возникает тошнота, рвота, диарея, кровавая рвота и гиповолемический шок. Концентрированные растворы вызывают ожоги слизистой оболочки рта, пищевода и желудка. При попадании рекомендуется промыть кожу или промыть глаза тёплой водой или физиологическим раствором. При глотании фосфорной кислоты в качестве первой помощи необходимо поддерживать дыхание и внутривенно восполнять жидкость [15].</p> <p>У добровольцев, получавших фосфорную кислоту перорально в количестве 2—4 г/кг в день в течение 10 дней или 3,9 г/кг в день в течение 14 дней, не обнаружено негативных для метаболизма последствий. Допускается использовать 0,5—1 г/л фосфорной кислоты в напитках [15].</p>

Комплексная система оценки и управления рисками (КСОУР) включает: выявление рисков, оценку и градацию рисков, разработку и применение мер по управлению существенными рисками, контроль ресурсов, разработку мер по реагированию на риск, контроль и мониторинг рисков, периодический пересмотр системы риск-менеджмента [41].

«Внедрение КСОУР позволяет руководству эффективно действовать в условиях неопределенности и связанных с ней рисков и использовать возможности для увеличения стоимости компании за счет увеличения эффективности использования ресурсов, минимизации потерь от рисков, оптимизации соотношения между ростом компании, ее прибыльностью и рисками» [19].

«При построении КСОУР российские предприятия сталкиваются с рядом проблем:

- отсутствием информационной базы для анализа, прогнозирования и управления рисками на предприятиях реального сектора экономики;
- слабой структурированностью проблем, связанных с негативными последствиями быстрых изменений внешней среды;
- отсутствием методических разработок и инструментов, обеспечивающих своевременное решение слабоструктурированных проблем в управлении рисками;
- нехваткой профессиональных управленческих кадров в области управления рисками;
- недостаточной обеспеченностью социальной, экологической и экономической безопасности организаций и процессов;
- слабой защитой собственности, высоким уровнем коррупции и рейдерских рисков» [42].

В России пока не существует национального стандарта по управлению рисками. Предприятия, осуществляющие производство, продажу товаров и оказание услуг, не связаны нормативами.

Рассмотрим существующие модели КСОУР.

В модели COSO ERM [39] заложен матричный принцип построения системы управления рисками (трехмерную матрицу - «куб COSO» рисунок 15), который может быть взят за основу при разработке систем управления рисками в хозяйственном объединении (холдинге, концерне, альянсе и т.п.).



Рисунок 15 – COSO модель управления рисками

«Согласно этой модели, управление рисками затрагивает деятельность организации на всех уровнях: от стратегического планирования и размещения ресурсов, до деятельности на уровне подразделений (маркетинг и работа с кадрами) и отдельных бизнес-процессов (производство товаров и услуг, оценка кредитоспособности новых клиентов и т.д.). Методы управления рисками также применяются при выполнении проектов, которые еще не имеют четко- определенного места в иерархии (организационной структуре) организации» [40].

«Существует прямая взаимосвязь между целями и компонентами

процесса управления рисками организации, представляющими собой действия, необходимые для достижения этих целей. Сам процесс управления рисками в организации является не линейным, в котором один компонент оказывает влияние на следующий, а многонаправленным, циклическим. Почти все компоненты могут воздействовать друг на друга, что отражено, например, в новом стандарте по управлению рисками AIRMIC, ALARM, IRM» [40].

«Так как КСОУР это и процесс управления рисками, и сама система управления, то при её построении необходимо предусмотреть наличие 2-х замкнутых циклов:

- 1) системы управления рисками (внедрение - функционирование - самоадаптация);
- 2) процесса управления рисками (выявление - оценка - выработка мер реагирования - их применение - мониторинг рисков - выявление новых рисков и улучшение управления известными рисками)» [43].

При построении КСОУР происходит объединение разрозненных ранее по подразделениям функций управления рисками, поэтому необходимо создание единого координирующего центра по управлению рисками на базе одного из подразделений, в котором риск-менеджмент еще до начала построения КСОУР был выделен как отдельная функция. Чаще всего такими подразделениями являются финансовый департамент либо отдел по промышленной безопасности.

В итоге в условиях растущей неопределенности результатов хозяйствования, существенного расширения номенклатуры рисков и их значимости при переходе к инновационной экономике создание комплексной системы управления рисками позволяет преобразить традиционные методы стратегического, инновационного, финансово-инвестиционного и других видов менеджмента.

## Заключение

Улучшение условий труда на рабочих местах – основная задача руководства любого предприятия, особенно крупного производства с широким профилем производственных работ.

Предприятия химической промышленности в наибольшей степени подвержены аварийности, ввиду специфики производственного процесса.

Целью исследования являлось исследование системы управления профессиональными рисками при транспортировке, хранении и перекачке кислот в организациях химического комплекса (на примере ПАО «Тольяттиазот»).

Для повышения техносферной безопасности на предприятии ПАО «Тольяттиазот» при транспортировке, хранении и перекачке кислот, предлагается внедрить сернокислотную систему одинарного контактирования с промывным отделением.

Отличием данных систем от существующей системы на предприятии является дополнительная стадия очистки технологического газа от пыли, образующейся в процессе сжигания серы в промывном отделении, путем промывки технологического газа растворами серной кислоты низкой концентрации. В этом случае для сжигания серы используется неосушенный атмосферный воздух. После котла-утилизатора охлажденный газ направляется в промывное отделение, где происходит его очистка в одной или двух промывных башнях. Туман, образующийся в процессе отмывки, улавливается с помощью мокрых электрофильтров. После промывного отделения влажный технологический газ осушается в сушильной башне, нагревается в теплообменниках до температуры (390 °С ...410 °С) и направляется на первый слой контактного аппарата. Нагрев технологического газа осуществляется за счет тепла реакции окисления SO<sub>2</sub>. Так как часть тепла химических превращений используется на нагрев технологического газа, то удельная выработка пара на данных системах

меньше, чем на обычных системах одинарного контактирования. Ввиду использования дополнительного электропотребляющего оборудования (электрофильтры, насосы промывного отделения), данные технологические линии характеризуются повышенным удельным потреблением электроэнергии. В связи с применением современных высокоэффективных способов фильтрации серы, а также с улучшением качества элементной серы, новые сернокислотные системы с промывным отделением не строятся, а существующие постепенно переводятся на обычную схему одинарного или двойного контактирования.

## Список используемых источников

1. Агротехника локального внесения удобрений. Обзорная информация. / Составитель В. Е. Булаев. М. : ВАСХНИЛ, ВНИИ информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству, 1981. 60 с.
2. Акимов В.А. Катастрофы и безопасность : научно-методический труд / В.А. Акимов, В.А. Владимиров, В.И. Измалков; МЧС России. М.: «Деловой экспресс», 2006 392 с.
3. Акимов В.А. и др.. Надежность технических систем и техногенный риск. М.: Деловой экспресс, 2002. 368 с.
4. Аттестация рабочих мест : методические указания / Чепульский Ю.П., Бекасов В.И., - Под общ. Ред. Ю.П. Чепульского. М.: «Альфа-композит», 1998. 304с.:ил.
5. Бондаренко А.М., Забродин В.П., Курочкин В.Н. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения: монография. - Зеленоград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. - 184 с.
6. Боярчук И.Ф. Гигиена труда в производстве сложных минеральных удобрений. -М.: «Медицина», 1968. С. 121-142.
7. Валеева Эльвира Тимерьяновна, Каримова Л.К., Маврина Л.Н., Мулдашева Н.А. Профессиональный риск нарушений здоровья работающих в химических отраслях промышленности [Электронный ресурс] : ЗНиСО. 2012. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnyy-risk-narusheniy-zdorovya-rabotayuschih-v-himicheskikh-otraslyah-promyshlennosti> (дата обращения: 10.06.2020).
8. Валеева Эльвира Тимерьяновна, Бакиров Ахат Бариевич, Капцов Валерий Александрович, Каримова Лилия Казымовна, Гимаева Зульфия Фидаиевна, Галимова Расима Расиховна Профессиональные

- риски здоровью работников химического комплекса [Электронный ресурс] : Анализ риска здоровью. 2016. №3 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnye-riski-zdorovyu-rabotnikov-himicheskogo-kompleksa> (дата обращения: 10.06.2020).
9. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда : учебное пособие/ Е.В. Глебова М.: Высш. Шк., 2007. 382 с.: ил
  10. Горшенин А.В. Управление профессиональными рисками при обращении с кислотами на химическом предприятии. [Электронный ресурс]: «Научный аспект №2-2020» . URL: <https://na-journal.ru/2-2020-tehnika/2061-upravlenie-professionalnymi-riskami-pri-obrashchenii-s-kislotami-na-himicheskom-predpriyatii> (дата обращения: 10.06.2020).
  11. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартиформ. 2012. 36 с.
  12. ГОСТ Р ИСО 31000-2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: Стандартиформ. 2012. 19 с.
  13. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. М.: Стандартиформ. 2012. 70 с.
  14. Иванченко Александр Николаевич, Коваленко Валерия Владимировна Система информационной поддержки принятия решений при управлении рисками по охране труда, промышленной безопасности и экологии на предприятии по производству минеральных удобрений [Электронный ресурс] : Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2017. №3 (195). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-informatsionnoy-podderzhki-prinyatiya-resheniy-pri-upravlenii-riskami-po-ohrane-truda-promyshlennoy-bezopasnosti-i-ekologii-na> (дата обращения: 10.06.2020).
  15. Информационный бюллетень состояния охраны труда, промышленной и экологической безопасности в ПАО «ТольяттиАзот» за 2018 год / ПАО ТольяттиАзот, 2019. 17 с.

16. ИТС 2-2015 Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот [Электронный ресурс] : URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200128662> (дата обращения 10.06.2020).
17. Корольченко, А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник в 2-х томах. / А. Я. Корольченко. - М. : Ассоциация «Пожнаука», 2004. 713 с.
18. Нижегородов В.М., Мархоцкий ЯШ;, Прокопович В.К. Методические рекомендации по оздоровлению условий труда в производстве азотных удобрений М., 1974. С. 11-12.
19. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами. Федеральный закон от 19.07.1997 № 109-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 29. ст. 3510.
20. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. Федеральный закон от 30. 03. 1999 г. № 52-ФЗ Собрание законодательства Российской Федерации. 1999. № 14. ст. 1650.
21. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 69-ФЗ от 21.12.1994 г. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения 10.06.2020).
22. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 68-ФЗ от 21.12.1994 г. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/) (дата обращения 10.06.2020).
23. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ №

- 375 от 28.06.2012 г. URL: <http://base.garant.ru/71587768/>(дата обращения 10.06.2020).
24. Палеева В.Ю. Комплексная система оценки и управления рисками хозяйствующих субъектов [Электронный ресурс] : Материалы диссертации 2010. URL: <https://www.dissercat.com/content/kompleksnaya-sistema-otsenki-i-upravleniya-riskami-khozyaistvuyushchikh-subektov> (дата обращения: 10.06.2020).
25. Палеева В.Ю. Риск-менеджмент как новое направление экономической теории и новая философия управления предприятием // Современные аспекты экономики. - 2010. - №4 (152). - С. 54-63. - 0,5 п.л.
26. Правила техники безопасности и производственной санитарии при нанесении металлопокрытий. [Электронный ресурс] : НПАОП 28.5-1.08-72. Утверждены Президиумом ЦК профсоюза рабочих судостроительной промышленности 24 ноября 1972 г. и Министерством судостроительной промышленности СССР 1 декабря 1972 г. URL:[https://dnaop.com/html/41243/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F\\_28.5-1.08-72](https://dnaop.com/html/41243/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_28.5-1.08-72)(дата обращения: 10.06.2020).
27. Послание Президента Федеральному Собранию. [Электронный ресурс] : Собрание. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/53379>%20 (дата обращения 18.07.2019).
28. Процедура идентификации опасностей на рабочем месте. Спецпроект: обучение в кейсах // Охрана труда и пожарная безопасность. 2017. № 2. С. 56-65.
29. Промышленное производство в России 2016: стат. сб. / Росстат. М., 2016. 347 с.
30. Приказ МЧС РФ № 240 «Об утверждении Порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных

- работ» от 05.05.2008 г. // Справочно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] / Компания «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/93545/> (дата обращения 10.06.2020).
31. Постановление Правительства РФ № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре» (вместе с «Положением о федеральном государственном пожарном надзоре») от 12.04.2012 г. // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] / Компания «Консультант Плюс». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027/) (дата обращения 10.06.2020).
32. ПАО «Тольяттиазот». Сайт компании. [Электронный ресурс]: URL: [www.toaz.ru](http://www.toaz.ru) (дата обращения 10.06.2020).
33. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71725062/> (дата обращения 10.06.2020).
34. СП 3.13130.2009 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Компания «Консультант Плюс». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_88242/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_88242/) (дата обращения 10.06.2020).
35. СП 1.13130.2009 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс] : МЧС России. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/674> (дата обращения 10.06.2020).
36. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред.

- от 29.07.2017). URL: <http://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 19.06.2020).
37. Тупиков Д.В. Модели и алгоритмы поддержки принятия решений по обеспечению пожарной безопасности на промышленных предприятиях: автореф. дис..канд. техн. наук. Саратов, 2015.
38. Управлению рисками в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды, Инструкция № 17-113-ПП01-02 версия 4.0, 2015. 35 с.
39. Diaz EA, Lemos M, Coull B, et al. Toxicological evaluation of realistic emission source aerosols (TERESA)--power plant studies: assessment of breathing pattern. [Электронный ресурс] : *Inhal Toxicol.* 2011;23 Suppl 2(0 2):42–59. doi:10.3109/08958378.2010.578169. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3704077/>(дата обращения: 23.06.2020).
40. Giardinella, Sebastiano & Coronado, Mayhell & Baumeister, Alberto. [Электронный ресурс] : *Acids Handling. Chemical Engineering.* 119. (2018). URL: [https://www.researchgate.net/publication/288485753\\_Acids\\_Handling](https://www.researchgate.net/publication/288485753_Acids_Handling)(дата обращения: 23.06.2020).
41. Judith T. Zelikoff, Mark W. Frampton, Mitchell D. Cohen Paul E. Morrow, Maureen Sisco, Ying Tsai, Mark J. Utell & Richard B. Schlesinger (1997) EFFECTS OF INHALED SULFURIC ACID AEROSOLS ON PULMONARY IMMUNOCOMPETENCE: A COMPARATIVE STUDY IN HUMANS AND ANIMALS, [Электронный ресурс] : *Inhalation Toxicology*, 9:8, 731-752, DOI: 10.1080/089583797197971. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/089583797197971?scroll=top&needAccess=true> (дата обращения: 23.06.2020).
42. CLETO, Francisco Vicente Gaiotto; RAVANELI, Gisele Cristina and MUTTON, Márcia Justino Rossini. Effects of corn meal and sulphuric acid

on the production of cachaça. [Электронный ресурс] : Ciênc. agrotec. 2019, vol.33, n.5 [cited 2020-02-25], pp.1379-1384. URL: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000500026> (дата обращения: 23.06.2020).

43. Schobesberger S, Junninen H, Bianchi F, et al. Molecular understanding of atmospheric particle formation from sulfuric acid and large oxidized organic molecules. [Электронный ресурс] : Proc Natl Acad Sci U S A. 2013;110(43):17223–17228. doi:10.1073/pnas.1306973110. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3808659/>(дата обращения: 23.06.2020).