

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Безопасность технологического процесса каталитического крекинга первого блока в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод».

Студент

А.А. Леонтьев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Дерябин

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

)

Тольятти 2021

## Аннотация

Работа содержит 52 страниц машинописного текста, 6 таблиц, 7 рисунков. Для написания использованы 32 источника.

Ключевые слова: КРЕКИНГ; КАТАЛИСИС; ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ РИСКА; НЕФТЕПЕРЕРАБОТКА; ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Тема работы - «Безопасность технологического процесса каталитического крекинга первого блока в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод».

В первом разделе «Характеристика технологического процесса каталитического крекинга» изучалась характеристика технологического процесса каталитического крекинга указан фактический адрес местонахождения организации, основные виды деятельности организации, описать применяемые технические средства, материалы, операции технологического процесса.

Во втором разделе «Анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»» проводился анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод», идентифицированы опасные и вредные производственные факторы, проанализировать средства защиты работников, применяемые мероприятия по улучшению условий труда, уровень производственного травматизма, безопасность используемых технических объектов.

В третьем разделе «Анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»» проводилась разработка технических решений повышения безопасности технологического процесса каталитического крекинга, проанализирован современный уровень технических решений для выбранного объекта исследований, предложено техническое решение, повышающее безопасность технологического процесса каталитического крекинга первого блока в АО «Сызранский

нефтеперерабатывающий завод», а именно система вентиляции промышленного предприятия патент РФ № 2479795, авторы Белова Татьяна Ивановна и др. [14].

В четвертом разделе «Охрана труда» исследовалась процедура обеспечения хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена средств индивидуальной защиты.

В разделе пять «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проводилась идентификация экологических аспектов организации и выявление антропогенного воздействия на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу).

В разделе так же проводилась разработка мероприятий по восстановлению загрязненных земельных ресурсов.

В разделе шесть «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» проводился анализ возможных техногенных аварий и приведена блок схема повышение уровня защищенности критически важных и потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях.

В разделе семь «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» проводилась оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Содержание

Введение .....	5
1 Характеристика технологического процесса каталитического крекинга ....	7
2 Анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод» .....	12
3 Разработка технических решений повышения безопасности технологического процесса каталитического крекинга.....	21
4 Охрана труда.....	26
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	28
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях .....	32
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	34
Заключение .....	46
Список используемых источников.....	48

## Введение

Тема выпускной квалификационной работы - «Безопасность технологического процесса каталитического крекинга первого блока в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод».

Каталитические крекеры легко воспламеняемы и взрывоопасны.

Завод производит такие основные продукты, как газ, бензин и дизельное топливо. Дизель и бензин могут самовоспламеняться при контакте с горячими поверхностями. При смешивании с воздухом пары бензина, дизельного топлива и газа образуют взрывоопасные смеси.

Кроме того, продукты каталитического разложения высокотоксичные.

Каталитический крекинг имеет следующие особенности: высокая температура и регенерация катализатора в процессе крекинга; высокая концентрация сероводорода в крекинг-газе; повышенная запыленность воздуха из-за алюмосиликатной пыли; сложность аппаратной конструкции; наличие тока высокого напряжения; использование щелочей. Поэтому во избежание несчастных случаев операторы должны строго соблюдать определенные правила. Нарушение этого может привести к отравлению парами углеводородов и сероводорода, термическим и химическим ожогам, поражению электрическим током.

Можно сказать, что на нефтеперерабатывающих заводах забота о безопасности сосредоточена на двух основных областях: технологическая безопасность и безопасность труда или персонала.

Эти две области сильно отличаются друг от друга, но обе важны. Безопасность процесса включает разработку и реализацию мероприятий, направленных на предотвращение или минимизацию последствий потери герметичности воспламеняющихся, токсичных или реактивных химикатов.

Используя оба подхода к проблеме безопасности, мы пытаемся предотвратить или минимизировать влияние несчастных случаев.

Основной целью выпускной квалификационной работы являются: исследование путей обеспечения снижения уровней профессиональных рисков с учетом условий труда в организациях нефтегазовой отрасли.

Задачи работы:

- анализ нормативной документации в области методов и порядка оценки опасностей и профессиональных рисков работников;
- проведение специальной оценки условий труда на конкретных рабочих местах и разработка карты оценки рисков в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»;
- выявление профессиональных рисков в нефтегазовой отрасли
- разработка технических решений для повышения безопасности технологического процесса каталитического крекинга первого блока в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»;
- изучение системы охраны труда нефтегазовой отрасли и в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»;
- изучение влияния объектов нефтегазовой отрасли на экологические составляющие.

В работе использованы методы исследования такие как наблюдение непосредственно за процессами, анализ статистических данных, литературный и патентный поиск.

## **1 Характеристика технологического процесса каталитического крекинга**

Объект исследования - АО «Сызранский НПЗ». Сызранский нефтеперерабатывающий завод расположен в Самарской области и входит в состав Самарской группы нефтеперерабатывающих заводов НК «Роснефть» с 2007 г.

Юридическое название: АО «Сызранский НПЗ».

Генеральный директор: Кулаков Игорь Владимирович.

Адрес: 446009, Самарская обл., г. Сызрань, ул. Астраханская, д. 1.

«Проектная мощность НПЗ составляет 8,5 млн. т нефти в год. Завод перерабатывает Западно-Сибирскую нефть, нефть Оренбургских месторождений, а также нефть, добываемую Компанией в Самарской области. Вторичные перерабатывающие мощности завода включают установки каталитического риформинга, гидроочистки топлив, легкого гидрокрекинга, каталитического и термического крекинга, изомеризации, битумную и газофракционную установки, блок выделения бензолсодержащей фракции. Завод выпускает широкую номенклатуру нефтепродуктов, включая высококачественное моторное топливо, низкосернистое судовое топливо RMLS 40 вид Э II, битум» [12].

«Каталитический крекинг представляет собой современный процесс превращения высококипящих нефтяных фракций в базовые компоненты высококачественных авиационных и автомобильных бензинов и в средние дистиллятные фракции - газойли. Промышленные процессы основаны на контактировании сырья с активным катализатором в соответствующих условиях, когда 40-50 вес % исходного сырья без рециркуляции превращается в бензин и другие легкие продукты. В процессе крекинга на катализаторе образуются углистые отложения, резко снижающие его активность, в данном случае крекирующую способность. Для восстановления активности катализатор регенерируют. Наибольшее распространение

получили установки с циркулирующим катализатором в движущемся потоке и псевдооживленном, или кипящем, слое» [2].

«Процесс каталитического крекинга является одним из наиболее распространенных крупнотоннажных процессов углубленной переработки нефти и в значительной мере определяет технико-экономические показатели современных и перспективных НПЗ топливного профиля» [2].

«Основное назначение каталитического крекинга - получение высокооктановых компонентов бензина. Крекинг осуществляется при 420-550 °С и является процессом качественного изменения сырья, т.е. процессом образования соединений, отличающихся от первоначальных по своим физико-химическим свойствам. В зависимости от сырья и условий процесса выход бензина при крекинге составляет 7-50 вес % (на сырье). Наряду с бензином образуются и другие продукты - газообразные, жидкие и твердые (кокс). В качестве сырья обычно применяют тяжелые дистилляты атмосферной или вакуумной перегонки нефти, а также деасфальтизаты и другие продукты» [2].

«При каталитическом крекинге тяжёлые нефтяные фракции при 500 °С в значительной части превращаются в компоненты, выкипающие в пределах температур кипения бензина, и газообразные продукты, которые могут использоваться для производства высокооктановых компонентов бензина или как сырье для химических синтезов. В отличие от термического крекинга, каталитический крекинг проводится в специальной аппаратуре с применением специфического оборудования и в присутствии катализаторов» [2].

«Главным преимуществом каталитического крекинга перед термическим является большая ценность получаемых продуктов: меньший выход метана, этана и диенов при более высоком выходе углеводородов C3 и C4 (особенно изобутана), а также ароматических углеводородов, олефинов с разветвленной цепью и изопарафинов. Антидетонационные свойства бензинов каталитического крекинга значительно выше, чем бензинов



термического крекинга. Продукты крекинга имеют сложный состав. Так, при каталитическом крекинге цетана  $C_{16}H_{34}$  образуются (в вес %)  
[2].

«Водород, метан, этан и этилен – 5, пропан и пропилен – 23, бутан, изобутан и бутилены – 33, высшие углеводороды, входящие в состав бензина – 36, кокс – 3» [2].

«Состав продуктов крекинга керосиновых, соляровых и вакуумных дистиллятов, т.е. смесей весьма большого числа разных углеводородов, еще более сложен. Результаты каталитического крекинга углеводородных смесей существенно зависят от условий проведения процесса применяемого катализатора» [2].

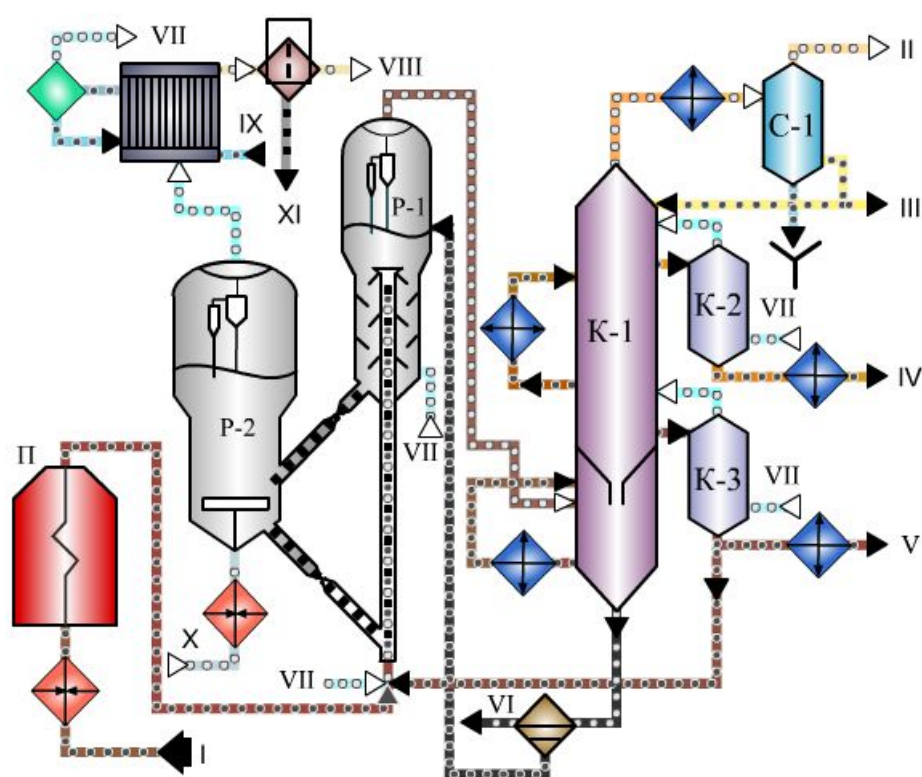
«Каталитический крекинг в основном используют для производства высокооктановых компонентов автомобильного и авиационного бензина. При получении автомобильного бензина в качестве сырья обычно используются вакуумные дистилляты первичной переработки нефти, а при производстве авиабензина - керосино-соляровые фракции первичной перегонки нефти» [2].

«Промышленные установки каталитического крекинга имеют однотипную схему по фракционированию продуктов крекинга и различаются в основном конструктивным оформлением и принципом реакционного блока. В отечественной нефтепереработке эксплуатируются установки разных поколений: типа 43-102 с циркулирующим шариковым катализатором; типа 43-103, 1А/1М и ГК-3 — с кипящим слоем микросферического катализатора и типа Г-43-107 с лифт-реактором» [2].

«Основное развитие в перспективе получат комбинированные установки каталитического крекинга Г-43-107 и их модификации. В их состав кроме собственно установки каталитического крекинга входят блок гидроочистки сырья крекинга производительностью 2 млн т/год и блок газофракционирования и стабилизации бензина» [2].

На рисунке 1 представлена принципиальная технологическая схема блока каталитического крекинга комбинированной установки Г-43-107, состоящей из следующих секций:

- секция гидроочистки вакуумного газойля (сырья);
- реакторно-регенерационная секция (собственно блок каталитического крекинга) и секция ректификации;
- секция стабилизации бензина и газофракционирования;
- секция производства МТБЭ (метил-трет-бутилового эфира).



I - ГО сырье; II - газы на АГФУ; III - нестабильный бензин на стабилизацию;  
 IV - легк. газойль; V - тяж.газойль; VI - декантат; VII - ВП;  
 VIII - дымовые газы; IX - вода; X - воздух; XI - катализаторная пыль.

Рисунок 1 – Технологическая схема блока каталитического крекинга комбинированной установки Г-43-107

«Гидроочищенное сырье после подогрева в теплообменнике ТО и печи П смешивают с рециркулятом и в.п. и вводят в узел смешения прамоточного лифт-реактора Р-1. Контактруя с регенерированным горячим цеолитсодержащим катализатором, сырье испаряется, подвергается катализу

в лифт-реакторе и поступает в зону форсированного кипящего слоя Р-1. Продукты реакции отделяют от катализаторной пыли в двухступенчатых циклонах и направляют в нижнюю часть ректификационной колонны К-1 на разделение. Закоксованный катализатор из отпарной зоны Р-1 по наклонному катализаторопроводу подают в зону кипящего слоя регенератора Р-2, где осуществляют выжиг кокса в режиме полного окисления оксида углерода в диоксид. Регенерированный катализатор по нижнему наклонному катализаторопроводу далее поступает в узел смешения лифт-реактора. Воздух на регенерацию нагнетают воздуходувкой. При необходимости его можно нагревать в топке под давлением. Дымовые газы через внутренние двухступенчатые циклоны направляют на утилизацию теплоты» [2].

«В К-1 для регулирования температурного режима предусмотрены верхнее острое и промежуточные (в средней и нижней частях) циркуляционные орошения. Отбор легкого и тяжелого газойлей осуществляют через отпарные колонны К-2 и К-3. Нижняя часть колонны является отстойником (скруббером) катализаторного шлама, который возвращают в отпарную зону реактора Р-1» [2].

«Часть тяжелого газойля подают в узел смешения лифт-реактора как рециркулят. С верха колонны выводят смесь паров бензина, воды и газов крекинга, которую после охлаждения и конденсации разделяют в газосепараторе С-1 на газ, стабильный бензин, направляемые в блок газофракционирования и стабилизации бензина. Водный конденсат после очистки от сернистых соединений выводят с установки» [2].

Таким образом, в данном разделе мы рассмотрели технологический процесс каталитического крекинга, производящийся на предприятии АО «Сызранский НПЗ».

## **2 Анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»**

Рассмотрим безопасность проведения работ по производству высокооктановой нефти на установках каталитического крекинга. Данные операции выполняются операторами каталитической установки.

«На нефтеперерабатывающих заводах обращается большое количество опасных веществ, используется технологическое оборудование, которое может нанести вред людям и окружающей природной среде» [24].

«Ведущее место в области профессиональных заболеваний нефтяников принадлежит болезням опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы. Помимо этого, вследствие несбалансированного питания сохраняется риск развития заболеваний желудочно-кишечного тракта. Ухудшение здоровья трудоспособного населения, сокращение периода активной работоспособности, увеличение количества заболеваний, инвалидности и даже ранней смертности, которые вызваны профессиональной деятельностью, является одной из главных проблем Российской Федерации на современном этапе. Именно поэтому задачи государства в целом и на любом предприятии нефтяной промышленности в частности состоят в сохранении профессионального здоровья, профессионального долголетия за счет развивающихся технологий и сокращения заболеваемости и травматизма» [24].

Рабочие могут подвергаться потенциальным опасностям при вдыхании (например,  $H_2S$ ,  $CO$ , ЛОС, ПАУ) во время обычного производства. Опасности для кожи могут включать контакт с кислотами, паром и горячими поверхностями.

Основными источниками шума на нефтеперерабатывающих предприятиях являются большие вращающиеся машины, такие как компрессоры и турбины, насосы, электродвигатели, воздухоохладители (если есть), нагнетатели, вентиляторы и нагреватели. В течение аварийной

разгерметизации, высокий уровень шума может быть вызван выбросом газов под высоким давлением на факеле или выброс пара в атмосферу.

Наиболее серьезные угрозы здоровью и безопасности населения, связанные с нефтеперерабатывающими предприятиями. На этапе эксплуатации, включая угрозу крупных аварий, связанных с пожарами и взрывами на объекте и потенциальные случайные выбросы сырья или готовой продукции во время транспортировки вне зоны обработки.

«Ведущими в перечне профессиональных заболеваний среди работников нефтеперерабатывающих заводов являются вегетативно-сенсорная полинейропатия, хроническая радикулопатия, нейросенсорная тугоухость. Сложившаяся ситуация формулирует актуальную необходимость изучения влияния вредных факторов производственной среды на организм работников предприятий и разработки способов минимизации этого воздействия на организм человека» [24].

«Авторы многих работ утверждают, что к характерной особенности современных производств относится воздействие на организм работающих вредных факторов малой интенсивности, которые способствуют возникновению не только профессиональной хронической, но и неспецифической патологии. Многие исследования показали, что, несмотря на произошедшие качественные достижения последних лет, условия труда работающих нефтяников все еще остаются неблагоприятными и оказывают существенное влияние на формирование «скрытой» заболеваемости, которая может быть выявлена лишь при углубленных комплексных медицинских обследованиях» [24].

На рабочем месте оператора каталитической установки, занятого в производстве высокооктановой нефти, присутствуют опасные и вредные факторы производственной среды проведем их идентификацию и составим таблицу 1.

Таблица 1 - Идентификация опасных и вредных производственных факторов

Наименование технологического процесса, вида услуг, вида работ <u>Технологический процесс каталитического крекинга</u>			
Наименование операции, вида работ.	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)
Технологический процесс каталитического крекинга	Установка каталитического крекинга	Газойль	Химический: «Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [5]
			Физический: «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [5]
			Физический: «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [5]
			Физический «опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени, солнечной инсоляции» [5]

Чтобы проанализировать соблюдение нормативных правил и документов, анализируем средства индивидуальной защиты.

В нефтегазовой отрасли существует множество рабочих мест, для которых требуются средства индивидуальной защиты (СИЗ) и строгое соблюдение правил техники безопасности.

Каждый тип СИЗ разработан для защиты рабочих от профессиональных опасностей. Защитные очки защищают глаза рабочего от контакта с предметами и мусором. Закругленные очки обеспечивают боковую защиту, а некоторые конструкции уменьшают проникновение жидкости и пара. Защитные костюмы, FR/AR-одежда и вторичная одноразовая FR- одежда могут обеспечить защиту от разливов химикатов, брызг и опасности вспышки дуги.

Следует тщательно выбирать перчатки в соответствии с типами опасностей, связанных с работой. Устойчивые к порезам перчатки необходимы вокруг острых предметов, в то время как химически стойкие перчатки могут потребоваться для лабораторных и производственных применений.

Для принятия решения о том, какие средства индивидуальной защиты следует использовать и когда это необходимо, рекомендуется следовать рекомендациям Минтруда. В любом месте, где рабочие сталкиваются с переносимым по воздуху мусором, необходимо использовать защитные очки. Каски необходимы на строительных площадках и в любых средах, где рабочие сталкиваются с опасностью падения предметов. Защитная одежда, перчатки, обувь и респираторы необходимы во многих различных операциях, включая те, которые связаны с химическими веществами и опасностями возгорания и ожога.

Работодатели обязаны предоставлять рабочим инструменты и средства защиты, необходимые для выполнения их работы. Требования к обучению включают знание того, когда необходимы СИЗ и какого типа.

Все сотрудники на предприятии должны пройти обучение технике безопасности на тех участках, где они работают. Обучение технике безопасности является обязательным, и мастера, и бригадиры и контролеры должны быть обучены, когда речь идет о требованиях к СИЗ.

Результаты анализа обеспечения аппаратчика бесплатными индивидуальными средствами защиты сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Средства индивидуальной защиты

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты (выполняется / не выполняется)
Оператор установки каталитического крекинга	Постановление Минтруда РФ от 26.12.97 № 67 «Об утверждении типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, раздел II Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности» [1].	«Костюм для защиты от растворов 1» [1,6]	Выдан
		«Ботинки кожаные» [1,7]	Выданы
		«Перчатки с полимерным покрытием» [1,8]	Выданы
		«Средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее» [1,9]	Выдано
		«Наушники противошумные» [1,10]	Выданы
		«Каска защитная» [1,11]	Выдана
		«Очки защитные» [1,12]	Выданы

Порядок обеспечения оператора установки каталитического крекинга АО «Сызранский НПЗ» бесплатными индивидуальными средствами защиты регламентирован Постановлением Минтруда РФ от 26.12.97 № 67 «Об утверждении типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, раздел II Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности» [1].

Проанализируем статистику несчастных случаев и травматизма в отрасли и на производственном объекте АО «Сызранский НПЗ».



В ходе анализа травматизма в нефтеперерабатывающей отрасли выявлено следующее количество случаев травматизма за последние три года.

Динамика травматизма в нефтеперерабатывающей отрасли представлена на рисунке 2.

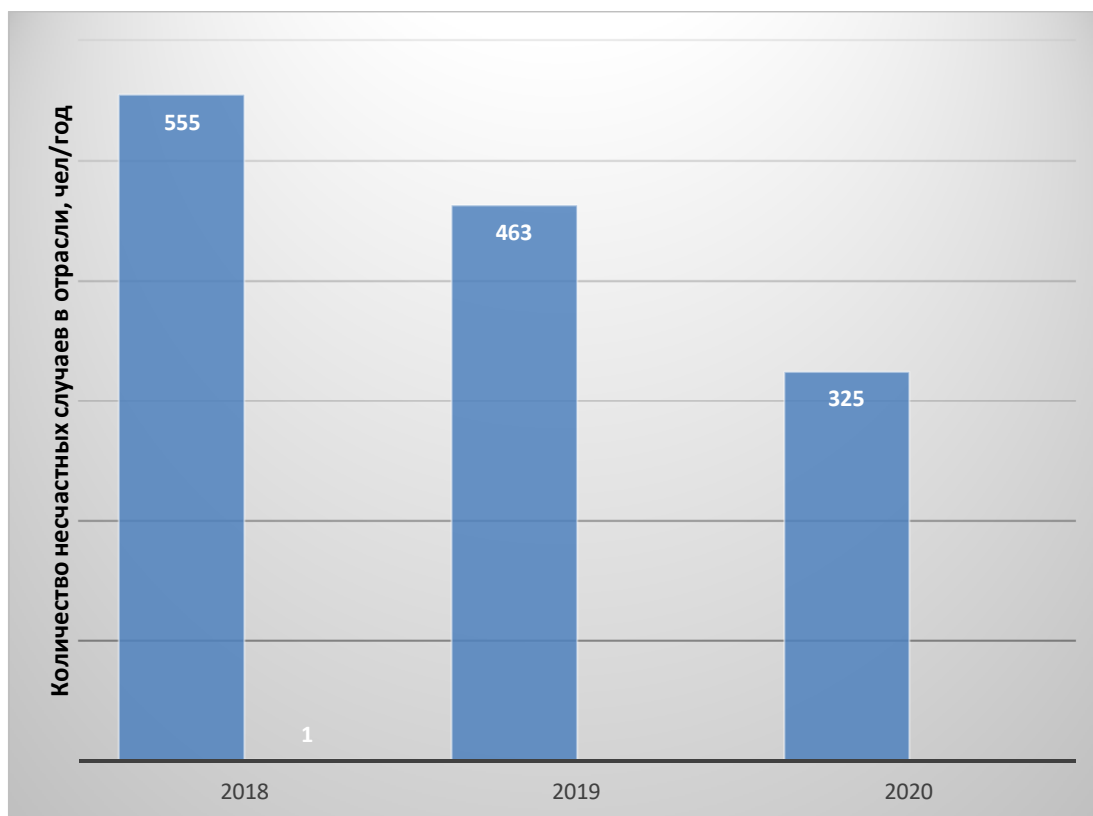


Рисунок 2 - Динамика травматизма в нефтеперерабатывающей отрасли за 2018-2020 гг.

Как видно из диаграммы травматизма, количество несчастных случаев снижается за последние три года. В 2020 году количество несчастных случаев сократилось на 32 % по отношению к 2018 году.

Данное может быть связано во-первых, с улучшением условий труда на предприятиях, во-вторых с ужесточением правил по охране труда и контроля за соблюдением безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Проанализируем статистику травматизма по видам несчастных случаев на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Диаграмма видов несчастных случаев на предприятиях нефтегазовой отрасли представлена на рисунке 3.

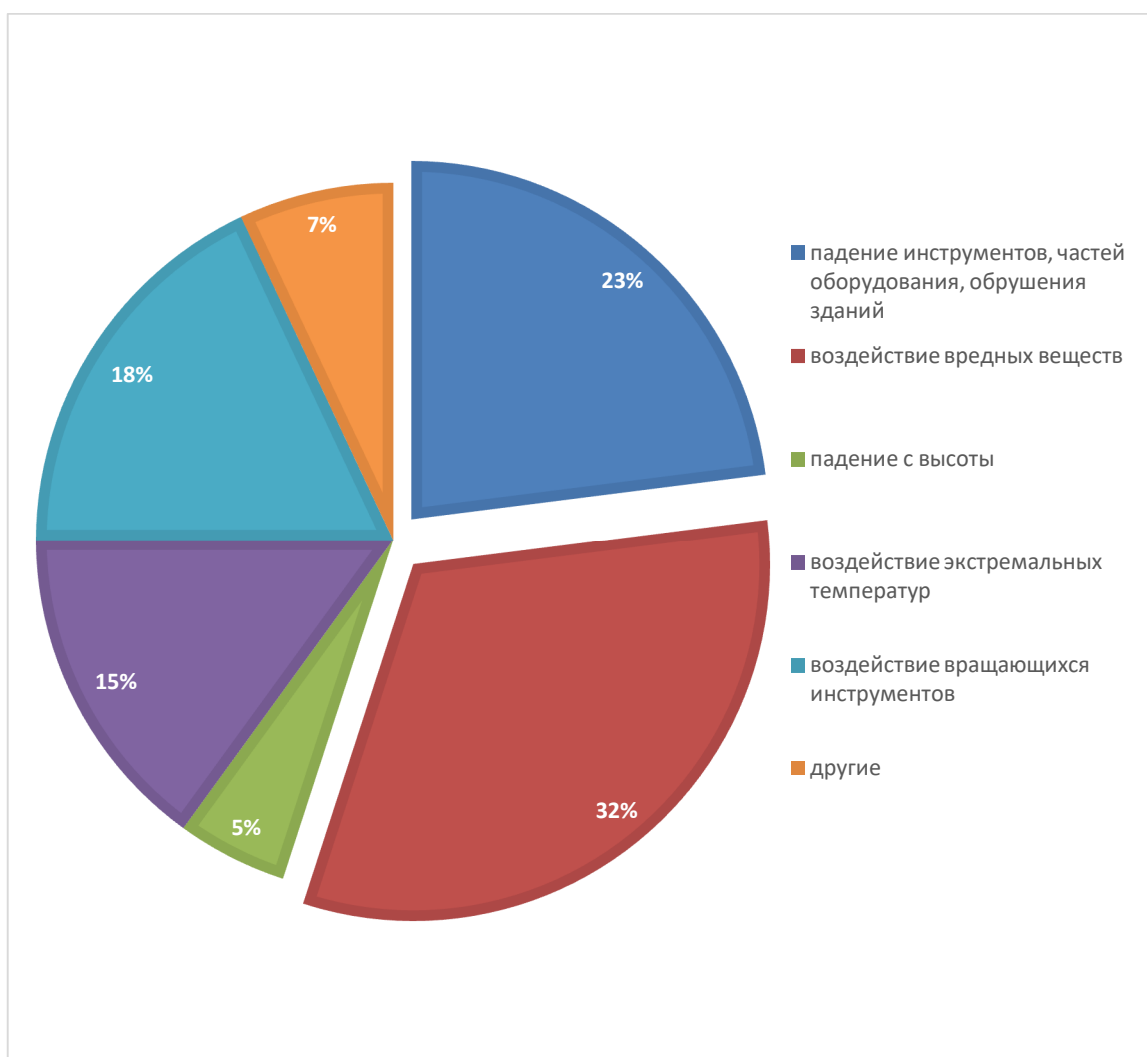


Рисунок 3 - Виды несчастных случаев на предприятиях нефтегазовой отрасли

Как видно из диаграммы, на предприятиях нефтегазовой отрасли чаще всего происходят несчастные случаи в результате воздействия вредных веществ (32 %), потом идет падение инструментов, частей оборудования, зданий (23 %), следом воздействие вращающихся инструментов (18 %), воздействие высоких температур (15 %), другие травмы (7 %) и падение с высоты (5 %).

Для того, чтобы проанализировать травматизм на производственном объекте АО «Сызранский НПЗ» составим такие же диаграммы, как по всей нефтегазовой отрасли.

За последние три года в АО «Сызранский НПЗ» произошло

В 2019 году в АО «Сызранский НПЗ» произошло 11 случаев производственного травматизма. Статистика случаев производственного травматизма в АО «Сызранский НПЗ» представлена на рисунке 4.

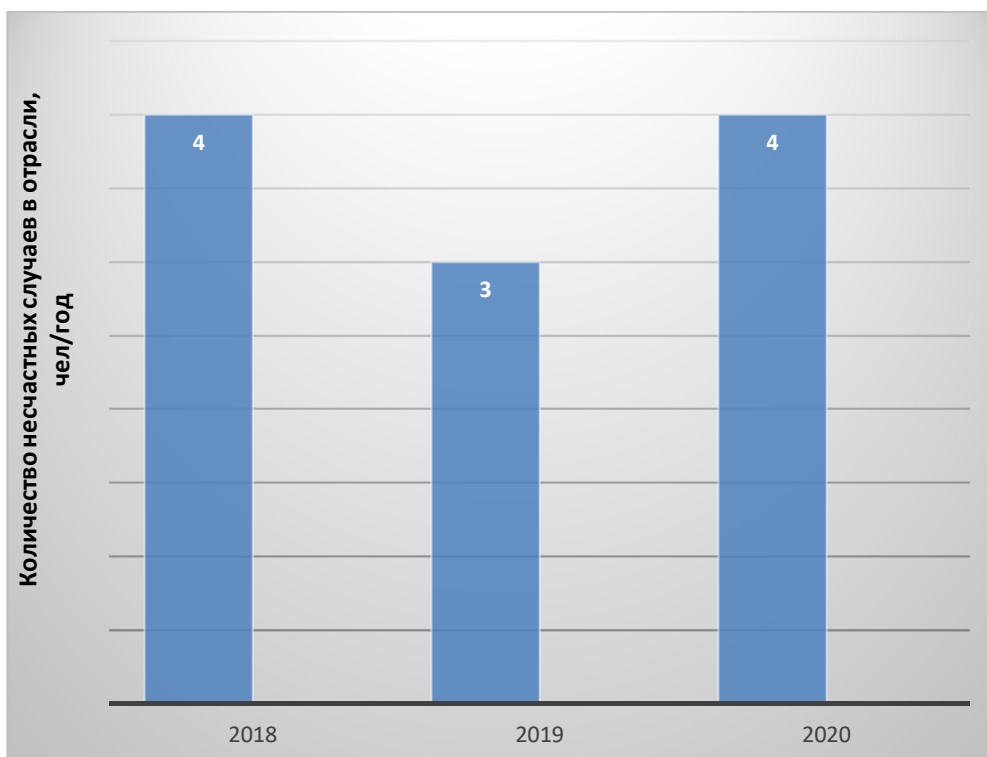


Рисунок 4 - Динамика травматизма на предприятии АО «Сызранский НПЗ» 2018-2020 гг.

Как видно из диаграммы, стабильного снижения не наблюдается, а значит на предприятии АО «Сызранский НПЗ» необходим анализ системы охраны труда.

Проанализируем статистику травматизма по видам несчастных случаев на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Диаграмма видов несчастных случаев на АО «Сызранский НПЗ» отрасли представлена на рисунке 5.

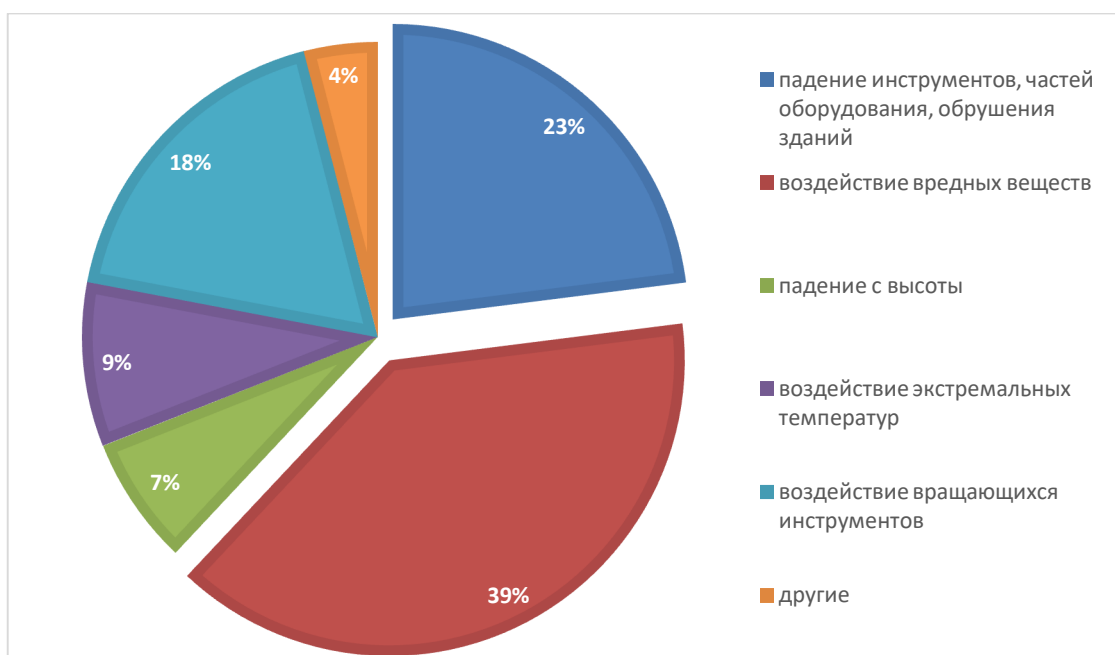


Рисунок 5 - Виды несчастных случаев на АО «Сызранский НПЗ»

Как видно из диаграммы, на АО «Сызранский НПЗ» виды несчастных случаев коррелируют с данными по всей нефтегазовой отрасли: несчастные случаи в результате воздействия вредных веществ (39 %), потом идет падение инструментов, частей оборудования, зданий (23 %), следом воздействие вращающихся инструментов (15 %), воздействие высоких температур (9 %), и падение с высоты (4 %) и другие травмы (7 %).

Таким образом, было проанализировано состояние безопасности на предприятии на АО «Сызранский НПЗ. Несмотря на то, что многие решения принимаются для обеспечения здоровья и безопасности персонала, представители по вопросам безопасности также должны разрабатывать программы, ориентированные на производительность и эффективность, что часто может быть трудным для достижения баланса. Создание безопасной рабочей среды включает в себя разработку необходимых процедур, обмен информацией и выполнение программ обучения и проверок.

### **3 Разработка технических решений повышения безопасности технологического процесса каталитического крекинга**

Разработаем организационно технические мероприятия и технические решения, направленные на улучшение условий труда оператора установки каталитического крекинга на предприятии АО «Сызранский НПЗ».

В целом, нефтеперерабатывающий, газоперерабатывающий и нефтехимический секторы во всем мире за последнее десятилетие понесли меньше серьезных материальных убытков, что повысило безопасность работников и повысило риски для окружающей среды. Это снижение может быть связано с тем, что отрасль уделяет повышенное внимание управлению производственной безопасностью при общем обнадеживающем уровне восприятия стандарта.

Процессы управления рисками в нефтеперерабатывающей отрасли применяются уже много лет, и сегодня они переходят к более систематическому внедрению во всей отрасли с более сложными процедурами и процессами отчетности и аналитикой, встроенными в систему. Принимая такие инициативы, чтобы охватить управление производственной безопасностью, сообщества нефтепереработки, газопереработки и нефтехимии могут использовать различные инструменты с большей частотой для создания более надежной системы.

Эти улучшения включают: проектирование новой конструкции, прогнозирующее и профилактическое обслуживание, а также обучение операторов и управление изменениями.

Согласно одному источнику, компоненты системы управления производственной безопасностью, которые играют критически важную роль в предотвращении и уменьшении потерь, включают:

- больше внимания уделяется положительной идентификации материалов;
- повышение уровня мониторинга коррозии или эрозии;

- агрессивное управление и аудит использования временных зажимов;
- повышенное внимание к установке удаленных аварийных запорных клапанов на основе систематического анализа того, где они могут оказать наибольшее влияние;
- более тщательное обучение операторов и оценка компетентности;
- более строгий контроль за временными обходными путями.

Составим таблицу по снижению вредных производственных факторов на рабочем месте оператора установки каталитического крекинга (таблица 3).

Таблица 3 – Мероприятия по снижению воздействий вредных факторов

Наименование технологического процесса, вида услуг, вида работ Технологический процесс каталитического крекинга				
Наименование операции, вида работ.	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент).	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия фактора и улучшению условий труда
Технологический процесс каталитического крекинга	Установка каталитического крекинга	Газойль	Химический: «Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [5]	Проведение специальной оценки условий труда; Оснащение работников современными средствами индивидуальной защиты.
			Физический: «опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [5]	Проведение внепланового, планового, целевого, инструктажей для оператора установки каталитического крекинга

Продолжение таблицы 3

Наименование операции, вида работ.	Наименование оборудования (оборудование, оснастка, инструмент).	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор (физические, химические, биологические, психофизиологические)	Мероприятия по снижению воздействия фактора и улучшению условий труда
Технологический процесс каталитического крекинга	Установка каталитического крекинга	Газойль	Физический: «движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [5]	Проведение внепланового, планового, целевого, инструктажей для оператора установки каталитического крекинга
			Физический «опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени, солнечной инсоляции» [5]	Проведение внепланового, планового, целевого, инструктажей для оператора установки каталитического крекинга; Оснащение оператора установки каталитического крекинга современными средствами индивидуальной защиты; Модернизация средств коллективной защиты

В качестве технического решения предложим модернизацию вентиляционной установки в цехе, где располагается установка каталитического крекинга.

Методом патентного поиска было найдено техническое решение - система вентиляции промышленного предприятия патент РФ № 2479795, авторы Белова Татьяна Ивановна и др. [14].

«Изобретение относится к системе вентиляции промышленного предприятия и содержит вытяжной воздуховод загрязненного воздуха, в который включен вентилятор с электродвигателем, датчик концентрации вредных веществ, заслонки, расположенные по периметру меньшего диаметра вытяжного воздуховода загрязненного воздуха. Система включает также внешний вытяжной воздуховод загрязненного воздуха, по периметру большего диаметра которого расположены внешние датчики концентрации вредных веществ, которые также как и датчик концентрации вредных веществ соединены с двухпозиционными регуляторами концентрации, исполнительным элементом, электромагнитными исполнительными органами, электродвигателем. Технический результат - повышение надежности и упрощение конструкции за счет исключения возможности распространения вредных веществ по всему объему помещения в случаях значительного повышения их концентрации, также исключения использования регулятора расхода воздуха и преобразователя частоты вращения электродвигателя» [14].

«Система вентиляции промышленного предприятия, содержащая вытяжной воздуховод загрязненного воздуха, в который включен вентилятор с электродвигателем, датчик концентрации вредных веществ, отличающаяся тем, что система снабжена заслонками, расположенными по периметру меньшего диаметра вытяжного воздуховода загрязненного воздуха, внешним вытяжным воздуховодом загрязненного воздуха, по периметру большего диаметра которого расположены внешние датчики концентрации вредных веществ, которые также как и датчик концентрации вредных веществ соединены с двухпозиционными регуляторами концентрации, исполнительным элементом, электромагнитными исполнительными органами, электродвигателем» [14].



Таким образом, из рассмотренных и предложенных организационно-технических мероприятий по совершенствованию условий труда оператора установки каталитического крекинга на предприятии АО «Сызранский НПЗ» можно сделать следующие выводы. В нефтегазовой отрасли существуют очень специфические процессы, которые требуют постоянного контроля и регулирования, а правительственные постановления различаются от страны к стране. Высокотоксичные и небезопасные химические вещества ежедневно проходят через многие мили клапанов и трубопроводов, вызывая настоятельную необходимость в свойствах управления безопасностью технологического процесса. Цель использования таких методов проста: уменьшить небезопасные методы, чтобы предотвратить бедствия, смерть и разрушения. Внедрение процессов для достижения этих целей может быть намного сложнее, но при правильном управлении безопасностью процессов эти цели могут быть достигнуты.

Эффективная программа управления безопасностью процесса требует систематического подхода к оценке всего химического процесса с выявлением, предотвращением и смягчением рисков, связанных с опасными химическими веществами. Это становится особенно важным, когда рабочее место может быть подвержено катастрофическим последствиям в случае выброса опасных химикатов, например, в нефтегазовых компаниях.

Оценка может быть дана в любое время и учитывает структуру процесса, технологию процесса, изменения процесса, операции и процедуры эксплуатации и технического обслуживания, нестандартные действия и процедуры, планы и процедуры аварийной готовности, программы обучения и другие элементы, которые влияют на процессы. в определенном месте.

## 4 Охрана труда

В данном разделе рассмотрим обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена средств индивидуальной защиты).

Необходимо, чтобы рабочие СИЗ действительно обеспечивали защиту, и они не будут этого делать, если не соответствуют стандартам. При выборе СИЗ следует обращать внимание на рейтинги производителя и результаты испытаний. Тестирование, которое проводится в ситуациях, имитирующих использование одежды или других средств индивидуальной защиты в реальных условиях рабочего места, дает наиболее точные оценки эффективности. Убедитесь, что каждый предмет СИЗ соответствует требованиям ГОСТ, OSHA или NFPA.

Узнайте у производителя продукта и на соответствие рейтингу соответствия, которому должны соответствовать СИЗ. Тот факт, что предмет огнестойкий, не означает, что он уместен на рабочем месте. Кроме того, прочтите содержание на этикетках. Ткани, предназначенные для защиты от химической опасности, не всегда совпадают с тканями, предназначенными для защиты от воспламеняющихся химических опасностей.

Как и большинство оборудования, СИЗ со временем изнашиваются. Многие элементы имеют срок годности и должны быть сняты с эксплуатации после этой даты. Каску следует использовать не более пяти лет, и дата ее первого ввода в эксплуатацию должна быть записана внутри шляпы. Некоторые средства индивидуальной защиты необходимо заменить после происшествия или в случае загрязнения, чтобы гарантировать, что защита пользователя не будет нарушена.

Хотя СИЗ защищают работников в случае аварии, они не предотвращают саму аварию. Установив правила техники безопасности и

обучив рабочих правильному использованию СИЗ, ваше предприятие будет в большей безопасности, а любые несчастные случаи с меньшей вероятностью закончатся травмами.

В таблице 4 представлена регламентированная процедура хранения, ухода, проведения ремонта и замены средств индивидуальной защиты на предприятии.

Таблица 4 – Процедура хранения средств индивидуальной защиты а также ухода за ними

Действие (процесс)	Ответственный за процесс	Исполнитель процесса	Документы на входе	Документы на выходе
Создание Проект приказа о назначении ответственных лиц за хранение СИЗ, а также уход за ними	Генеральный директор	Начальник ОТ и ТБ	Приказ Минздравсоцразвития № 290н	Проект приказа о назначении ответственных лиц за хранение СИЗ, а также уход за ними
Согласование Проекта приказа о назначении ответственных лиц за хранение СИЗ, а также уход за ними	Генеральный директор	Начальник ОТ и ТБ	Проект приказа о назначении ответственных лиц за хранение СИЗ, а также уход за ними	Согласованный приказ о назначении ответственных лиц за хранение СИЗ, а также уход за ними
Утверждение и выдача приказа в структурное подразделение	Генеральный директор	Начальник ОТ и ТБ	Согласованный приказ о назначении ответственных лиц за хранение СИЗ, а также уход за ними	Утвержденный приказ о назначении ответственных лиц за хранение СИЗ, а также уход за ними

Таким образом, в данном разделе был рассмотрен порядок обращения с СИЗ на АО «Сызранский НПЗ». Работодатель ответственный за надлежащее хранение СИЗ, а также уход за ними.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Рассмотрим охрану окружающей среды и экологическую безопасность на предприятии АО «Сызранский НПЗ».

«Экологические проблемы, связанные с переработкой нефти, включают следующее:

- выбросы в атмосферу;
- обработка и удаление технологических сточных вод (хранение, транспортировка и очистка);
- обращение с опасными материалами и отходами; а также
- шум от работающего оборудования» [29].

«Выбросы в атмосферу с дымовыми газами диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ), оксидов серы, ( $\text{SO}_x$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ) и твердые частицы ( $\text{PM}$ ) в секторе нефтепереработки являются результатом сжигание газа и масла в газовых турбинах, котлах, двигателях и технологических нагревателях для получения энергии, пара и тепла. Дымовой газ также может выделяться из котлов-утилизаторов, связанных с некоторыми технологическими установками во время непрерывной регенерации катализатора (CCR) или сжигания жидкого нефтяного кокса. Например, дымовой газ выбрасывается из дымовой трубы в атмосферу в установке продувки битума (BBU) из регенератора катализатора, как в установке каталитического крекинга в псевдоожиженном слое (FCCU), так и в установке каталитического крекинга остатков (RCCU), а также в установке регенерации серы (SRU), возможно, также содержащая небольшие количества  $\text{SO}_x$  и сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ )» [30].

Неорганизованные выбросы на нефтеперерабатывающих предприятиях могут происходить из-за негерметичных труб, клапанов, соединений и т.д., фланцы, прокладки, конденсатоотводчики, набивка, открытые трубопроводы, резервуары с плавающей крышей и уплотнения насосов, газ системы транспортировки, уплотнения компрессоров, предохранительные клапаны,

дыхательные клапаны, резервуары или открытые ямы и защитные оболочки, водомасляные сепараторы, а также при хранении, погрузке и разгрузке углеводородов.

«В зависимости от технологической схемы НПЗ летучие выбросы могут включать:

- водород;
- метан;
- летучие органические соединения (ЛОС) (например, этан, этилен, пропан, пропилен, бутаны,
- бутилены, пентаны, пентены, С<sub>6</sub>-С<sub>9</sub> алкилаты, бензол, толуол, ксилолы, фенол и С<sub>9</sub> ароматика);
- полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и другие полу-летучие органические соединения;
- неорганические газы, включая аммиак (NH<sub>3</sub>), СО, СО<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> и триоксид серы (SO<sub>3</sub>) из серных
- регенерация кислоты в процессе сернокислотного алкилирования, NO<sub>x</sub>, метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ),
- этил-трет-бутиловый эфир (ЭТБЭ), трет-амилметиловый эфир (ТАМЭ), метанол и этанол; а также
- если происходит, фтористоводородная кислота (HF) от алкилирования фтористого водорода и H<sub>2</sub>S» [32].

«Выбросы твердых частиц от установок нефтепереработки связаны с дымовыми газами из печей и котлов; мелочь катализатора, выбрасываемая из установок регенерации каталитического крекинга в псевдооживленном слое, и другие химические вещества на основе катализаторов процессы; обработка нефтяного кокса; мелкие частицы и зола, образующиеся при сжигании осадка; и коксоудаление и продувка сажи из печей и факелов. Твердые частицы могут содержать металлы (например, ванадий, никель)» [32].

Конденсируемые PM<sub>2,5</sub> (например, нитраты, сульфаты) представляют собой еще один тип выбросов твердых частиц. Меры по контролю твердых

частиц также могут способствовать снижению выбросов металлов при переработке нефти.

Значительные объемы сточных вод при нефтепереработке включают «кислые» технологические сточные воды и некондиционные сточные воды. нефтесодержащие и некислые технологические сточные воды.

«Кислые сточные воды образуются при обессоливании, доливке, вакуумировании, дистилляция, предварительная обработка, гидрообессеривание легких и средних дистиллятов, гидрокрекинг, каталитический крекинг, коксование, висбрекинг и термический крекинг. Кислые сточные воды могут быть загрязнены углеводородами,  $H_2S$ ,  $NH_3$ , сероорганические соединения (меркаптаны  $RSH$ ), органические кислоты и фенол. Технологические сточные воды, которые с высоким содержанием  $H_2S$  или  $NH_3$  обрабатывается в блоке отпарки кислой воды (SWSU) для удаления этих и других» [28].

«В настоящее время одной из самых острых экологических проблем остается загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами, многие из которых являются высокотоксичными и создают угрозу здоровью людей и биологическому разнообразию, приводя к следующим негативным экологическим последствиям: нарушение экологического равновесия в почвенном биоценозе с изменением морфологических, физико-химических и химических характеристик почвенных горизонтов; снижение способности почв к самоочищению и самовосстановлению; деградация растительного покрова и депрессия функциональной активности флоры и фауны; изменение структуры почвы, уменьшение ее аэрируемости и дренажа; выведение почв из сельскохозяйственного оборота вследствие снижения их продуктивности и пр.» [16].

«Потенциальными источниками загрязнения окружающей среды нефтесодержащими отходами являются нефтепромыслы, нефте- и нефтепродуктопроводы, нефтеперерабатывающие предприятия, нефтехранилища, резервуарные парки, транспорт и др. При добыче,

транспортировании, хранении и переработке нефти и нефтепродуктов, а также при проведении работ по ликвидации аварийных разливов нефти происходит образование и накопление нефтешламов в нефтешламонакопителях, амбарах, емкостях, а также других нефтесодержащих отходов» [16].

План мероприятий по восстановлению загрязненных земельных ресурсов представлен на рисунке 6.

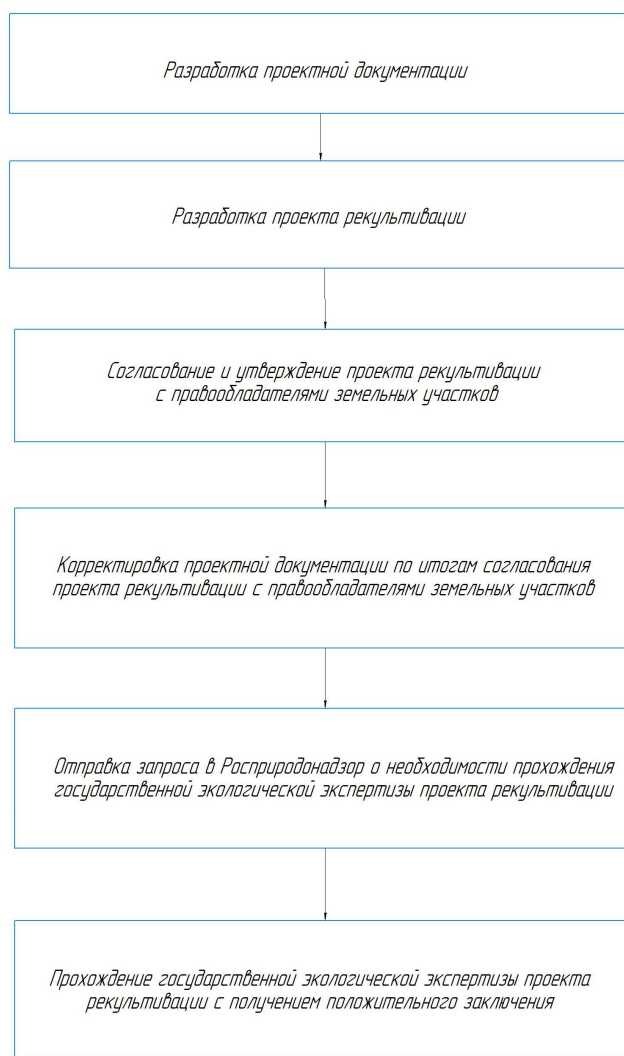


Рисунок 6 - План мероприятий по восстановлению загрязненных земельных ресурсов

Таким образом, в данном разделе рассмотрено антропогенное влияние АО «Сызранского НПЗ» на окружающую среду и рассмотрен план мероприятий по восстановлению загрязненных земельных ресурсов

## **6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

В аварийном оборудовании модернизировано множество передовых технологий, но очень важно эффективное использование, опыт работы с этим оборудованием во время аварийной ситуации. В России сообщается о многих пожарах на нефтеперерабатывающих заводах, но все еще не рекомендуется использовать передовые усовершенствованные технологии, такие как водяной насос с большим потоком и мониторы со средствами пожаротушения для возгорания всего надводного резервуара. Многие нефтеперерабатывающие заводы имеют больше запасов нефтепродуктов, но меры защиты и смягчения последствий отсутствуют из-за отсутствия ситуационной осведомленности.

«В результате мгновенного (1...3 минуты) перехода в атмосферу части вещества из емкости при ее разрушении образуется первичное облако. Вторичное облако АХОВ — в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности. Чрезвычайные ситуации с химической обстановкой такого типа возникают при аварийных выбросах или проливах используемых в производстве, хранящихся или транспортируемых сжиженных аммиака и хлора» [19].

«В результате химической аварии с выбросом АХОВ происходит химическое заражение — распространение опасных химических веществ в окружающей природной среде в концентрациях или количествах, создающих угрозу для людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени» [19].

«Возможный выход облака зараженного воздуха за пределы территории химически опасного объекта обуславливает химическую опасность административно-территориальной единицы, где такой объект расположен. В результате аварии на ХОО возникает зона химического заражения» [19].



На рисунке 7 представлена блок-схема «Повышение уровня защищенности критически важных и потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях».

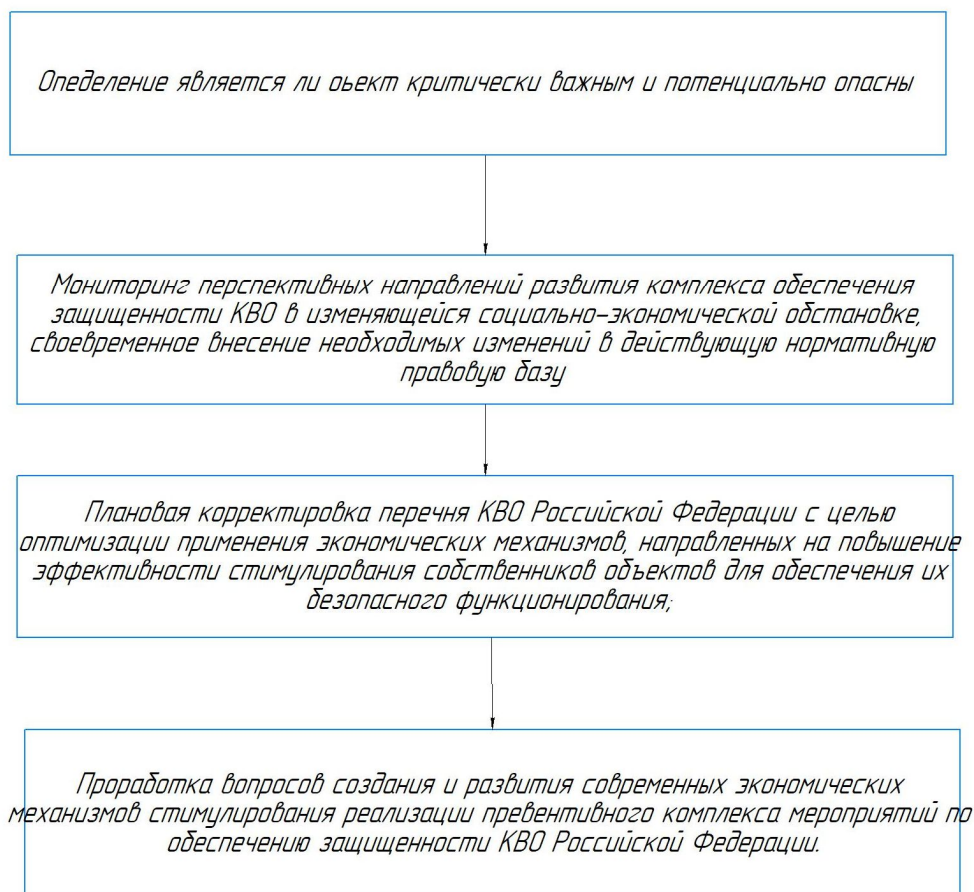


Рисунок 7 - Блок-схема «Повышение уровня защищенности критически важных и потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях»

Таким образом, в данном разделе мы рассмотрели аварийные и чрезвычайные ситуации на АО «Сызранский НПЗ» и разработали блок-схему «Повышение уровня защищенности критически важных и потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях».

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Мероприятия по обеспечению техносферной безопасности на АО «Сызранский НПЗ» включает

- проведение внепланового, планового, целевого, инструктажей для оператора установки каталитического крекинга;
- оснащение оператора установки каталитического крекинга современными средствами индивидуальной защиты;
- модернизация средств коллективной защиты АО «Сызранский НПЗ».

Данные для расчетов скидок для страхования персонала АО «Сызранский НПЗ» представлены в таблице 8.

Таблица 5 – Данные для расчетов скидок для страхования персонала АО «Сызранский НПЗ»

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2018	2019	2020
«Среднесписочная численность работающих» [27]	N	чел	111	129	132
«Количество страховых случаев за год» [27]	K	шт.	6	2	1
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [27]	S	шт.	6	2	1
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [27]	T	дн	63	25	15
«Сумма обеспечения по страхованию» [27]	O	руб	9000000	9500000	10500000
«Фонд заработной платы за год» [27]	ФЗП	руб	14000000	16000000	18000000

Продолжение таблицы 5

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2018	2019	20120
«Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест по условиям труда» [27]	q11	шт	111	129	132
«Число рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда» [27]	q12	шт.	110	128	131
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [27]	q13	шт.	21	19	19
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [27]	q21	чел	110	128	131
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [27]	q22	чел	111	129	132

«Показатель  $a_{стр}$  – отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [27].

«Показатель  $a_{стр}$  рассчитывается по следующей формуле» [27]:

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

где «O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [27];

«V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [27]:

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

«Где  $t_{\text{стр}}$  –страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [27].

$$V = \sum 4800000 \times 0,012 = 57600 \text{ руб}$$
$$a_{\text{стр}} = \frac{57600}{29000000} = 0,019$$

«Показатель  $b_{\text{стр}}$  – количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [27].

«Показатель  $b_{\text{стр}}$  рассчитывается по следующей формуле» [27]:

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

«где  $K$  – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [27];

« $N$  – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [27];

$$b_{\text{стр}} = \frac{9 \times 1000}{124} = 72,58$$

«Показатель  $c_{\text{стр}}$  – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом» [27].

«Показатель  $c_{\text{стр}}$  рассчитывается по следующей формуле» [27]:

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

где «Т – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [27];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [27].

$$c_{стр} = \frac{103}{9} = 11,44$$

Рассчитаем коэффициенты условий работы в АО «Сызранский НПЗ» и проведения медицинских осмотров среди персонала предприятия:

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя q1» [27].

«Коэффициент q1 рассчитывается по следующей формуле» [27]:

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

где «q11 – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке» [27];

«q12 – общее количество рабочих мест» [27];

«q13 – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [27];

$$q1 = \frac{132-19}{131} = 0,86$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя  $q_2$ » [27].

«Коэффициент  $q_2$  рассчитывается по следующей формуле» [27]:

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

«где  $q_{21}$  – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [27];

« $q_{22}$  – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [27].

$$q_2 = \frac{131}{132} = 0,99$$

Рассчитаем скидку для АО «Сызранский НПЗ» на страхование персонала:

$$C(\%) = 1 - \left\{ \frac{\left( \frac{a_{cmp} + b_{cmp} + c_{cmp}}{a_{вэд} + b_{вэд} + c_{вэд}} \right)}{3} \right\} \times q_1 \times q_2 \times 100 , \quad (7)$$

$$\begin{aligned} C(\%) &= \{(0,019/0,14 + 72,58/103 + 11,44/87,34)/3\} \times 0,86 \times 0,99 \times 100 \\ &= 6,21 \end{aligned}$$

«Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки» [27]:

$$\begin{aligned} t_{cmp}^{2020} &= t^{2019} - t^{2019} \times C \\ t_{cmp}^{2020} &= 1,2 - 1,2 \times 0,062 = 1,13 \end{aligned} \quad (8)$$

«Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [27]:

$$V_{2020} = \Phi ЗП^{2019} \times t_{cmp}^{2019} \quad (9)$$

$$V_{2020} = 16000000 \times 0,0113 = 180800 \text{ руб.},$$

«Определяем размер экономии (роста) страховых взносов в следующем году» [27]:

$$\mathcal{E} = V^{2020} - V^{2019} \quad (10)$$

$$\mathcal{E} = 180800 - 57600 = 395200 \text{ руб.},$$

«Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности» [27].

Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда представлены в таблице 9.

Таблица 6 – Данные для расчета социально-экономической эффективности мероприятий по обеспечению безопасности труда

Наименование показателя	усл.обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
«численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [27]	Ч <sub>і</sub>	чел.	9	1
«годовая среднесписочная численность работников» [27]	ССЧ	чел.	124	124
«Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [27]	Ч <sub>нс</sub>	чел.	3	1
«Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [27]	Д <sub>нс</sub>	дн	34	10
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [27]	Фплан	дни	248	248
«Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [27]	Ч <sub>нс</sub>	чел.	9	1
«Ставка рабочего» [27]	Т <sub>чс</sub>	руб/час	350	350

Продолжение таблицы 6

Наименование показателя	усл.обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
«Коэффициент доплат» [27]	$k_{допл.}$	%	8	4
«Продолжительность рабочей смены» [27]	T	час	8	8
«Количество рабочих смен» [27]	S	шт	1	1
«страховой тариф по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [27]	tстрах	%	1,2	1,13

«Уменьшение численности занятых ( $\Delta Ч$ ), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [27]:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \times 100\% \quad (11)$$

«где  $Ч_1, Ч_2$  – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после внедрения мероприятий, чел» [27];

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел» [27].

$$\Delta Ч = \frac{72,6 - 8,06}{124} \times 100\% = 52,48$$

«Коэффициент частоты травматизма» [27]:

$$K_{ч} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ}, \quad (12)$$

«где  $Ч_{нс}$  – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [27].

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел» [27].

$$K_{чб} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ} = \frac{1000 \times 9}{124} = 72,6$$



$$K_{ч.нр} = \frac{1000 \times Ч}{ССЧ} = \frac{1000 \times 1}{124} = 8,06$$

$$\Delta K_m = 100 - \frac{K_m^n}{K_m^{\delta}} \times 100, \quad (13)$$

где  $K_T^{\delta}$ ,  $K_T^n$  – «коэффициент частоты травматизма до и после проведения мероприятий» [27];

«ССЧ – годовая среднесписочная численность работников, чел» [27].

$$\Delta K_m = 100 - \frac{10}{11,33} \times 100 = 11,7$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [27]:

$$K_m = \frac{D_{нс}}{Ч_{нс}}, \quad (14)$$

«где  $Ч_{нс}$  – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [27].

« $D_{нс}$  – количество дней нетрудоспособности в связи с несчастным случаем, дн» [27].

$$K_m^{\delta} = \frac{34}{3} = 11,33 \text{ чел.},$$

$$K_m^n = \frac{10}{1} = 10 \text{ чел.}$$

«Среднедневная заработная плата» [27]:

$$ЗП_{дн} = \frac{T_{чс} \times T \times S \times (100 + k_{доп})}{100}, \quad (15)$$

где « $T_{чс}$ . – часовая тарифная ставка, руб/час» [27];

« $k_{доп}$ . – коэффициент доплат за условия труда, %» [27].

« $T$  – продолжительность рабочей смены, час» [27].

« $S$  – количество рабочих смен» [27].

$$\begin{aligned}
ЗПЛ_{днб} &= \frac{T_{чсб} \times T \times S \times (100 + k_{дон})}{100} = \\
&= \frac{350 \times 8 \times 1 \times (100 + 8)}{100} = 3024 \text{ руб.}; \\
ЗПЛ_{дни} &= \frac{T_{чсб} \times T \times S \times (100 + k_{дон})}{100} = \\
&= \frac{350 \times 8 \times 1 \times (100 + 4)}{100} = 2912 \text{ руб.}
\end{aligned}$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда» [27]:

Годовая экономия себестоимости продукции (ЭМП) за счет предупреждения производственного травматизма и сокращения в связи с ним материальных затрат в результате внедрения мероприятий по повышению безопасности труда рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned}
Эз &= \Delta Ч_1 \times ЗПЛ_{бгод} - Ч_2 \times ЗПЛ_{пгод} = 2 \times 749952 - 1 \times \\
&\quad \times 722176 = 777728 \text{ руб.}, \quad (16)
\end{aligned}$$

«где  $ЗПЛ_{дн}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб» [27].

« $\Phi_{план}$  – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн» [27].

« $ЗПЛ_{год}$  — среднегодовая заработная плата работника, руб» [27].

« $Ч_1, Ч_2$ – численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям до и после проведения мероприятий, чел» [27].

«Среднегодовая заработная плата» [27]:

$$ЗПЛ_{год}^{осн} = ЗПЛ_{дн} \times \Phi_{пл} , \quad (17)$$

«где  $ЗПЛ_{дн}$  – среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб» [27].

« $\Phi_{план}$  – плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн» [27].

$$ЗПЛ_{год б}^{осн} = ЗПЛ_{дн б} \times \Phi_{пл} = 3024 \times 248 = 749952 \text{ руб.};$$

$$ЗПЛ_{год н}^{осн} = ЗПЛ_{дн н} \times \Phi_{пл} = 2912 \times 248 = 722176 \text{ руб.}$$

«Общий годовой экономический эффект ( $\text{Эг}$ ) от мероприятий по улучшению условий труда представляет собой экономию приведенных затрат от внедрения данных мероприятий» [27]:

$$\text{Эг} = \text{Эстр} + \text{Эз} = 395200 + 777728 = 1172928 \text{ руб.} \quad (18)$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий» [27].

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту. Коэффициент экономической эффективности – это величина, обратная сроку окупаемости» [27].

$$\text{Тед} = \text{Зед} / \text{Эг} \quad (19)$$

«где  $\text{Зед}$  – единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб» [27].

$$\text{Тед} = 3000000 / 1172928 = 2,55 \text{ года}$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [27]:

$$E = 1 / \text{Тед} = 1 / 2,55 = 0,39 \text{ год}^{-1} \quad (20)$$

«Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда» [27]:

$$\Delta\Phi = \Phi^{np} - \Phi^{\delta} \quad (21)$$

где  $\Phi^{\delta}$  и  $\Phi^{np}$  – «фактический фонд рабочего времени 1 основного рабочего до и после проведения мероприятия, дни» [27].

$$\Delta\Phi = 1722,9 - 1466,8 = 256,1$$

«Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего» [27]:

$$\Phi = \Phi_{\text{план}} - P_{\text{рв}}, \quad (22)$$

где  $\Phi_{\text{план}}$  – «плановый фонд рабочего времени 1 основного рабочего, дн» [27];

$P_{\text{рв}}$  – «потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год до и после проведения мероприятия, дни» [27].

$$\Phi_{\delta} = \Phi_{\text{план}} - P_{\text{рв}\delta} = 1979 - 512,2 = 1466,8 \text{ ч};$$

$$\Phi_n = \Phi_{\text{план}} - P_{\text{рв}n} = 1979 - 1722,9 = 256,1 \text{ ч}.$$

«Потери рабочего времени» [27]:

$$P_{\text{рв}} = \Phi_{\text{план}} \times k_{\text{прв}}, \quad (23)$$

«где  $k_{\text{прв}}$  – коэффициент потерь рабочего времени» [27].

$$P_{\text{рв}\delta} = \Phi_{\text{план}} \times k_{\text{прв}\delta} = 1979 \times 0,26 = 512,2 \text{ ч};$$

$$P_{\text{рв}n} = \Phi_{\text{план}} \times k_{\text{прв}n} = 1979 \times 0,13 = 256,1 \text{ ч}.$$

В разделе проводилось сравнение количественных характеристик двух вариантов – до внедрения предложенных мероприятий по улучшению условий труда и после их внедрения соответственно.

В качестве мероприятий было предложено:

- проведение внепланового, планового, целевого, инструктажей для оператора установки каталитического крекинга;
- оснащение оператора установки каталитического крекинга современными средствами индивидуальной защиты;
- модернизация средств коллективной защиты АО «Сызранский НПЗ».

Таким образом, общий коэффициент потерь рабочего времени при базовом (без улучшений) варианте на АО «Сызранский НПЗ» составит 512 часа, а при проектном варианте (с мероприятиями по улучшению условий труда) коэффициент потерь рабочего времени составит 256 часов.

## Заключение

Тема работы - «Безопасность технологического процесса каталитического крекинга первого блока в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод».

В первом разделе «Характеристика технологического процесса каталитического крекинга» изучалась характеристика технологического процесса каталитического крекинга указан фактический адрес местонахождения организации, основные виды деятельности организации, описать применяемые технические средства, материалы, операции технологического процесса.

Во втором разделе «Анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»» проводился анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод», идентифицированы опасные и вредные производственные факторы, проанализировать средства защиты работников, применяемые мероприятия по улучшению условий труда, уровень производственного травматизма, безопасность используемых технических объектов.

В третьем разделе «Анализ безопасности проведения работ в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод»» проводилась разработка технических решений повышения безопасности технологического процесса каталитического крекинга, проанализирован современный уровень технических решений для выбранного объекта исследований, предложено техническое решение, повышающее безопасность технологического процесса каталитического крекинга первого блока в АО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод», а именно система вентиляции промышленного предприятия патент РФ № 2479795, авторы Белова Татьяна Ивановна и др. [14].

В четвертом разделе «Охрана труда» исследовалась процедура обеспечения хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за

ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена средств индивидуальной защиты.

В разделе пять «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проводилась идентификация экологических аспектов организации и выявление антропогенного воздействия на окружающую среду (атмосферу, гидросферу, литосферу).

В разделе так же проводилась разработка мероприятий по восстановлению загрязненных земельных ресурсов.

В разделе шесть «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» проводился анализ возможных техногенных аварий и приведена блок схема повышение уровня защищенности критически важных и потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях.

В разделе семь «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» проводилась оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Список используемых источников

1. Ахметов А.С., Ишмияров М.Х., Кауфман А.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых // Учебное пособие. СПб.: Недра, 2009.
2. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа // Уфа.: Гилем, 2002.
3. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда.: учебное пособие/ Е.В. Глебова. М: Высш. Шк., 2007. 382 с: ил.
4. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа, Ч.1. - М.: Химия, 1972г. - 352 с.
5. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Под общ. ред. Н. К. Дёмика. М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2007. с.
6. Методические указания о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на химико-технологических объектах. РД 09-536-03. М.: НТЦ, 2003. 67 с.
7. Основы проектирования химических производств: учебник / С. И. Дворецкий, Д. С. Дворецкий, Г. С. Кормильцин, А. А. Пахомов. Москва: Издательский дом «Спектр», 2014. 356 с. 400 экз. ISBN 978-5-4442-0069-8.
8. Охрана труда: Учебник для вузов/ Под ред. Б.А. Князевского. 3-е изд., перераб. и доп. М: Энергоатомиздат, 1983. 336с., ил.
9. Об утверждении Типовых отраслевых норм бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты. [Электронный ресурс] : Постановление Минтруда РФ от 26.12.1997 № 67 (ред. от 16.03.2010) URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_66300/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66300/) (дата обращения: 23.09.2021).



10. Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах». [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 декабря 2012 года № 781 URL: <http://docs.cntd.ru/document/902389563> (дата обращения: 23.09.2021).
11. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов». [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 года № 242 «URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 23.09.2021).
12. О заводе АО «Сызранский НПЗ» [Электронный ресурс] : © РОСНЕФТЬ, 2021 <https://snpz.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Pererabotka/snpz/> (дата обращения: 23.09.2021).
13. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ « URL: <http://base.garant.ru/10107960/> (дата обращения: 23.09.2021).
14. Пат. РФ № 2479795 система вентиляции промышленного предприятия МПК F24F7/06 Авторы: Белова Татьяна Ивановна (RU), Безик Валерий Александрович (RU), Маркарянц Лариса Михайловна (RU), Агашков Евгений Михайлович (RU), Кравченко Денис Андреевич (RU), Изотов Максим Сергеевич (RU). Заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс" (ФГОУ ВПО "Госуниверситет - УНПК") (RU). Заявка № 2011122304/12. Заявл.: 01.06.2011, опубл. : 10.12.2012, Бюл. № 34.

15. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015 Введ. 2017-03-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 23.09.2021).
16. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.280-2014 Введ. 2015-12-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200116594> (дата обращения: 23.09.2021).
17. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обувь специальная кожаная для защиты от общих производственных загрязнений. Общие технические условия. [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 12.4.187-97 Введ. 1998-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200026043> (дата обращения: 23.09.2021).
18. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытаний. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.252-2013 Введ. 2014-03-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104762> (дата обращения: 23.09.2021).
19. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.041-2001 Введ. 2003-01-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200025982> (дата обращения: 23.09.2021).
20. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования.

- [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.253-2013 (EN 166:2002) Введ. 2014-06-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108359> (дата обращения: 23.09.2021).
21. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования (с Изменением № 1). [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.230-2007 Введ. 2009-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200052851> (дата обращения: 23.09.2021).
22. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Руководство по применению ГОСТ 12.0.230-2007. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.230.1-2015 Введ. 2017-03-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136073> (дата обращения: 23.09.2021).
23. Скобо А.И., Трегубова И.А., Молоканов Ю.К.: Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, Изд-во Химия, 1982 584 с.
24. Смородова О. В., Сергеева К. В. Факторы рабочей среды предприятий нефтегазовой отрасли // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн./УГНТУ. 2017. №2. С.130-143. URL: <http://ogbus.ru/article/view/factory-rabochej-sredy-predpriyatij-neftegazovoj-otraslithe-working-environment-factors-of-oil-and-gas-industry> (дата обращения 23.09.2021).
25. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный Закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 23.09.2021).
26. Фомочкин, А.В. Производственная безопасность : учебное пособие / А.В. Фомочкин. М: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина , 2004. 448 с.

27. Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы)/ Фрезе Т.Ю. Тольятти: ТГУ, 2019. 60 с.
28. Abad, A., Adánez, J., García-Labiano, F., Luis, F., Gayán, P., and Celaya, J. (2007). Mapping of the range of operational conditions for Cu-, Fe-, and Ni-based oxygen carriers in chemical-looping combustion. *Chem. Eng. Sci.* 62, 533–549.
29. Chiu, P. C., and Ku, Y. (2012). Chemical looping process-a novel technology for inherent CO<sub>2</sub> capture. *Aerosol. Air Qual. Res.* 12, 1421–1432. doi: 10.4209/aaqr.2012.08.0215
30. Dr Peter Shearn Workforce Participation in Occupational Health & Safety Management at FMC Technologies Ltd, Dunfermline HSL /2005/52 / Dr Peter Shearn [Электронный ресурс.] URL: <http://www.hse.gov.uk> (дата обращения: 23.09.2021).
31. Safety pamphlets, ed. of Great Britain Home office. -L. : 2021. 29 с.
32. Computer simulator for student training to effective exploitation the catalytic cracking unit / G. Y. Nazarova, G. R. Burumbaeva, T. A. Shafran, A. Y. Svarovskii // *Pet. Coal.* 2016. Vol.58, №1. 76-82.