

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

(наименование кафедры)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Безопасность технологических процессов нейтрализации сероводорода и меркаптанов в разнообразных углеводородных средах при производственном процессе получения водорода в АО «Сызранский НПЗ»

Студент	<u>А.К. Титов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>В.А. Филимонов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>И.Ю. Амирджанова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Т.Ю. Фрезе</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина

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

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа на тему: «Безопасность технологических процессов нейтрализации сероводорода и меркаптанов в разнообразных углеводородных средах при производственном процессе получения водорода в АО «Сызранский НПЗ».

Возрастание объемов добычи и переработки сернистых нефтей и газоконденсатов во всем мире, их большое разнообразие как по составу сероорганических соединений, так и по углеводородному составу, а также современные жесткие требования к безопасной транспортировке и хранению нефтяного сырья и к экологическим характеристикам нефтепродуктов заставляют разрабатывать и внедрять новые, современные технологии, направленные на снижение содержания токсичных и коррозионно-активных сернистых соединений нефти – сероводорода и меркаптанов.

Цель работы – разработка применения процесса нейтрализации сероводорода и меркаптанов в разнообразных углеводородных средах для целей уменьшения коррозии оборудования и трубопроводов, повышения безопасности работ и экологической безопасности при очистке нефтепродуктов в АО «СНПЗ».

Объектом исследования является установка получения водорода с блоком КЦА цеха №15. Предметом исследования – процесс обеспечения производственной безопасности на установке.

Пояснительная записка данной работы состоит из восьми разделов.

Выпускная квалификационная работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию на проектирование, состоит из 65 листов расчетно-пояснительной записки, 10 листов графической части.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Характеристика производственного объекта.....	8
1.1 Расположение.....	8
1.2 Производимые виды услуг.....	8
1.3 Технологическое оборудование.....	8
1.4 Виды выполняемых работ.....	8
2 Технологический раздел.....	9
2.1 План расположения основного технологического оборудования.....	9
2.2 Описание технологического процесса.....	11
2.3 Анализ производственной безопасности на участке.....	14
2.4 Анализ средств защиты работающих.....	16
2.5 Анализ травматизма на производственном объекте.....	16
3. Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов.....	18
3.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов на объекте.....	18
3.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов.....	19
4 Научно–исследовательский раздел.....	21
4.1 Выбор объекта исследования, обоснование.....	21
4.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности.....	21
4.3 Предлагаемое техническое изменение.....	25
4.4 Выбор технического решения.....	26
5 Охрана труда.....	28
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	30
6.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду	30

6.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.....	31
6.3 Разработка документированной процедуры.....	37
7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	38
7.1 Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на данном объекте.	38
7.2 Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах.....	38
7.3 Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов.....	39
7.4 Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС.....	41
7.5 Технология ведения поисково–спасательных и аварийно–спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации....	42
7.6 Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной, или чрезвычайной ситуации.....	45
8. Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	48
8.1 Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.....	48
8.2 Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.....	49
8.3 Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности.....	53
8.4 Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда.....	54
8.5 Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации.....	56

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Мировые объемы добычи и переработки сернистой нефти и газоконденсата имеют тенденцию к возрастанию. Сернистая нефть характеризуется большим разнообразием как углеводородному составу, так и по наличию сероорганических соединений, а современные жесткие требования к хранению и безопасной транспортировке нефти требуют разработки новых технологий, которые позволяют снизить содержание токсичных соединений. Одним из таких перспективных направлений, набирающем все большую актуальность являются процессы нейтрализации сероводорода и меркаптанов в разнообразных углеводородных средах.

Цель работы – разработка применения процесса нейтрализации сероводорода и меркаптанов в разнообразных углеводородных средах для целей уменьшения коррозии оборудования и трубопроводов, повышения безопасности работ и экологической безопасности при очистке нефтепродуктов в АО «СНПЗ».

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- охарактеризовать АО «СНПЗ» как опасный производственный объект, то где он находится территориально, производимые им виды услуг;
- изучить расстановку технологического оборудования на объекте, рассмотреть технологические схемы обслуживания предприятия, оценить статистику получения травм в АО «СНПЗ»
- проанализировать существующие принципы, методы и средства обеспечения безопасности в АО «СНПЗ» и предложить изменение;
- проанализировать существующие способы охраны труда и окружающей среды;
- рассмотреть способы реагирования на чрезвычайную или аварийную ситуацию, при ее случае в АО «СНПЗ»;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной

безопасности.

Объектом исследования является установка получения водорода с блоком КЦА цеха №15. Предметом исследования – процесс обеспечения производственной безопасности на установке.

Пояснительная записка данной работы состоит из восьми разделов.

Выпускная квалификационная работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию на проектирование, состоит из 66 листов расчетно-пояснительной записки, 10 листов графической части.

1 Характеристика производственного объекта

1.1 Расположение

Установка получения водорода находится на производственной территории АО «Сызранский НПЗ» по адресу: 446009, Самарская обл., г. Сызрань, ул. Астраханская, д. 1.

1.2 Производимые виды услуг

На рассматриваемом технологическом объекте при технологическом процессе установки производится водород. «Производство водорода, которое начинается с подготовки сырья, которое включает его обессеривание, далее в результате парового риформинга, конверсии получают технологический газ, который впоследствии охлаждают» [25].

1.3 Технологическое оборудование, режим работы

Технологическое оборудование, находящееся на установке получения водорода – печь риформинга, паровой барабан, система холодных выходных коллекторов, конвекционная зона, охладитель технологического газа, система очистки синтез-газа.

1.4 Виды выполняемых работ

Обеспечение водородом нужд установки изомеризации. Краткая схема видов выполняемых работ на установке получения водорода в АО «Сызранский НПЗ» представлена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Краткая схема видов выполняемых работ на установке получения водорода в АО «Сызранский НПЗ»

2 Технологический раздел

2.1 План расположения основного технологического оборудования

Расположение технологического оборудования отображено на рисунке 2.1.

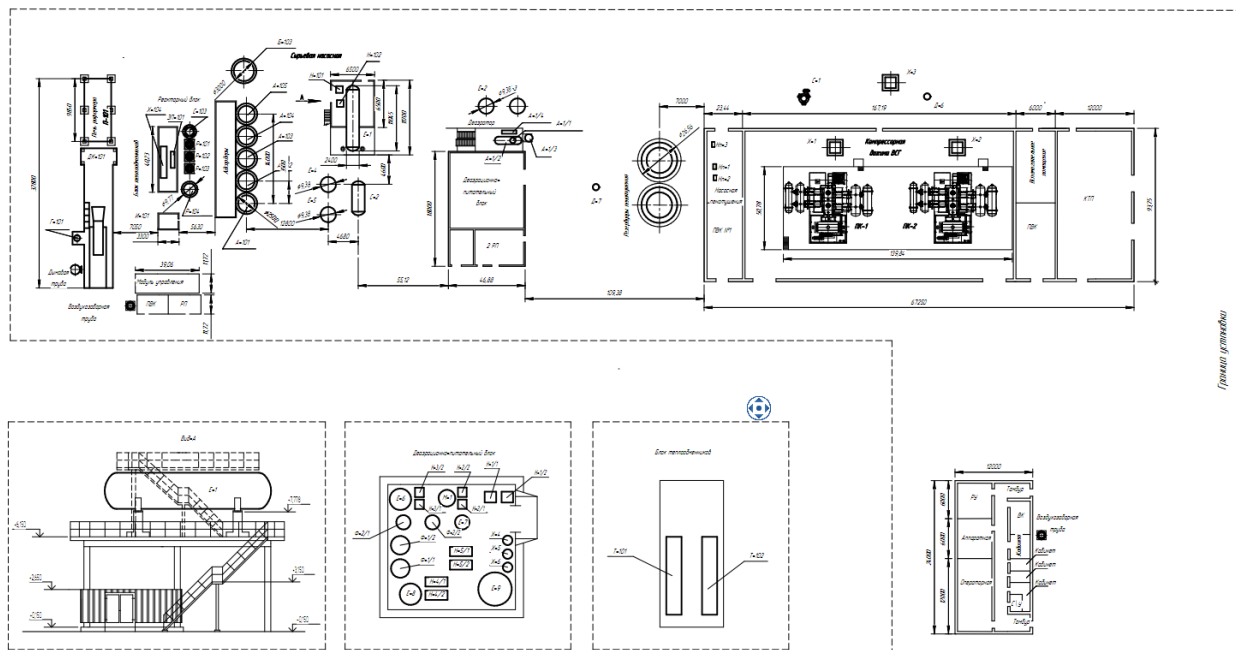


Рисунок 2.1 – План расположения технологического оборудования

На установке находится технологическое оборудование для приема, хранения сырья, установка с оборудованием, необходимым для производственного процесса получения водорода, компрессорная станция.

Характеристика технологического оборудования установки получения водорода АО «Сызранский НПЗ» представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика технологического оборудования установки получения водорода АО «Сызранский НПЗ»

Наименование	Внешний вид	Краткая характеристика
<p>Печь риформинга</p>		<ul style="list-style-type: none"> – «равномерный профиль температуры по всей длине труб; – равномерная температура стенок труб; – самое низкое количество горелок по сравнению с другими предлагаемыми печами; – материал труб – микросплав высокого давления» [21].
<p>Система холодных выходных коллекторов</p>		<ul style="list-style-type: none"> – «уникальная запатентованная конструкция; – многолетний опыт безупречной и высоконадежной работы; – нет необходимости в выходных пигтейлах; – разделение высоких перепадов давления от высоких температур; – все критические сварные швы выполняются на заводе–изготовителе и подвергаются полному контролю; – на стройплощадке осуществляется только сварка углеродистой стали; – долгий срок работы» [21].
<p>Конвекционная зона</p>		<ul style="list-style-type: none"> – «обеспечение оптимизированного доступа; – модульная и предварительно собранная конструкция; – минимальные строительные–монтажные издержки» [21].
<p>Охладитель технологического газа</p>		<ul style="list-style-type: none"> – «для управления температурой оснащен внутренней регулирующей заслонкой с паровым охлаждением; – для ограничения теплового потока имеет входные металлические или керамические втулки; – входная и, если необходимо, выходная камера, имеет двухслойную огнеупорную футеровку теплостойким кирпичом на горячей поверхности» [21].

Данная совокупность технологического оборудования не содержит никаких элементов, требующих регулярной замены или проверки материала как, например, горячие пигтейли или горячие коллекторы.

Следующие хорошо зарекомендовавшие себя конструктивные черты базируются на многолетнем опыте и сокращают до минимума необходимый объем работ по техобслуживанию:

- «небольшое количество горелок по сравнению с печами, оснащенными боковыми горелками;
- коробчатая конструкция с плоскими стенками, что уменьшает число критических точек огнеупорной футеровки;
- независимо от мощности исполнена как одна коробчатая печь;
- реакционные трубы и система входных подвесок не требуют технического ухода;
- пигтейли входного коллектора пара, рассчитанные на обеспечение полной гибкости;
- система холодных выходных коллекторов без пигтейлей» [21].

2.2 Описание технологического процесса

Краткая технологическая схема процесса установки получения водорода в АО «Сызранский НПЗ» представлена на рисунке 2.2.

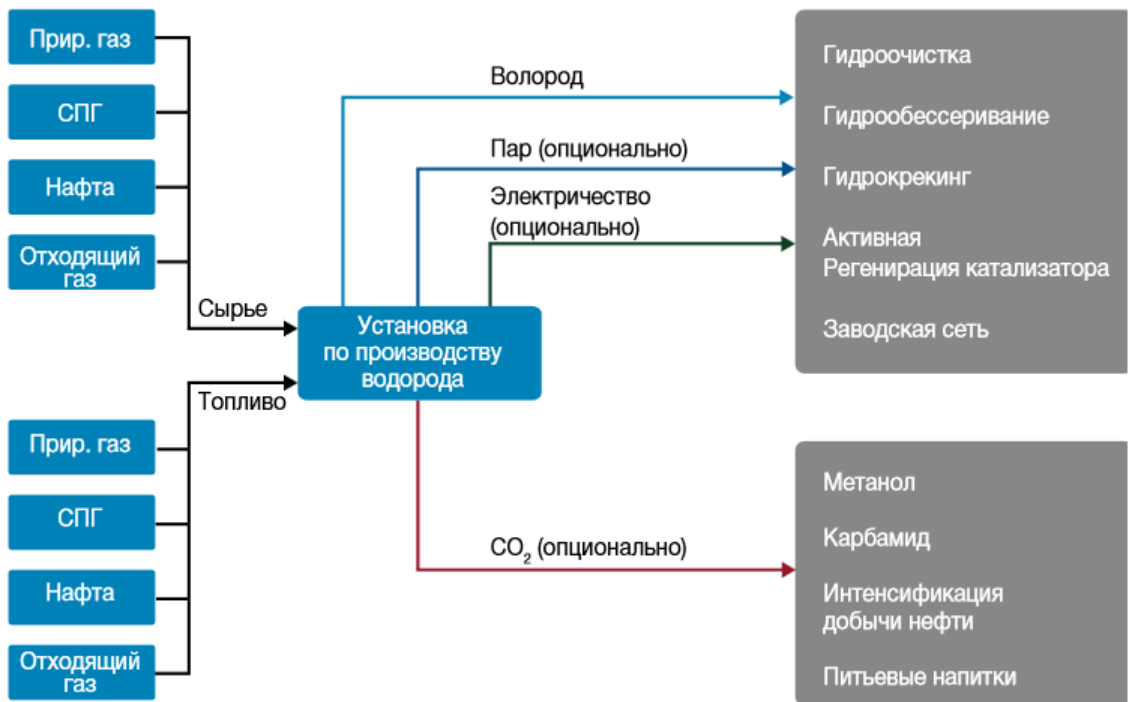


Рисунок 2.2 – Блок–схема установки получения водорода

Более полно технологический процесс отражен на рисунке 2.3.

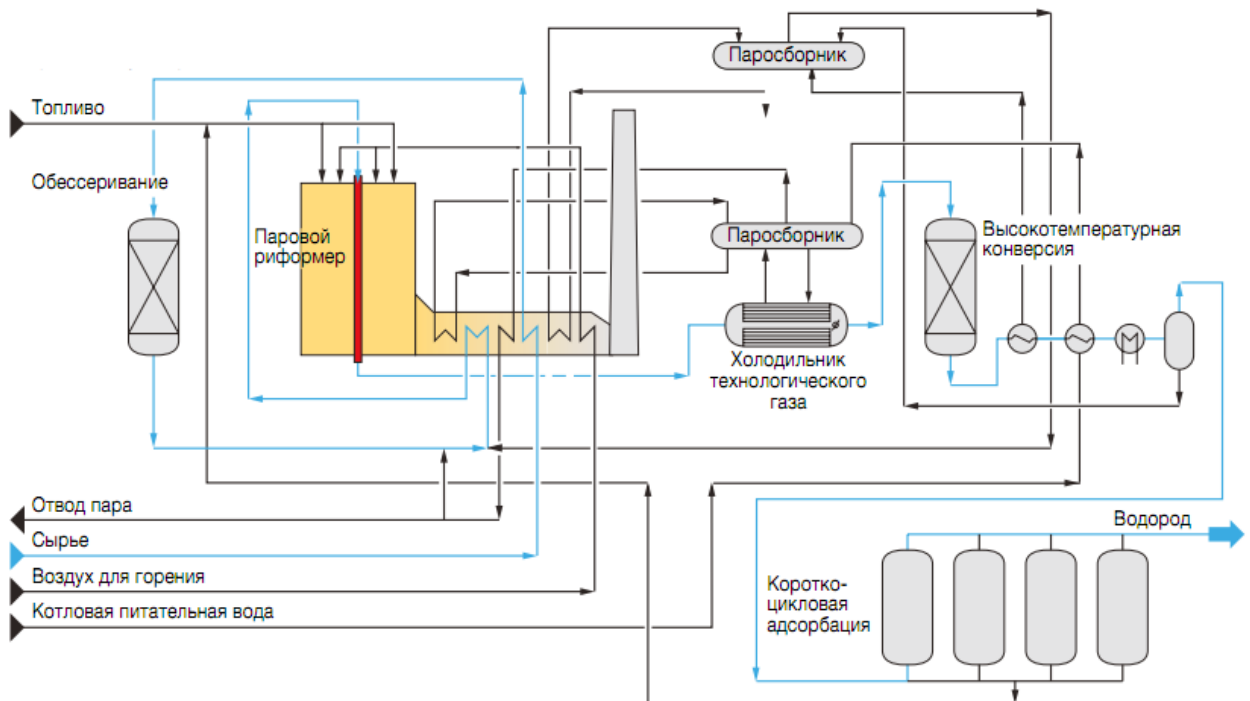


Рисунок 2.3 – Технологический процесс получения водорода

На первом этапе – подготовке сырья происходит сжатие сырья или испарение нефти, СУГ. Далее происходит обессеривание сырьевого газа. При

предварительном риформинге углеводороды частично конвертируются в адиабатическом реакторе перед печью парового риформинга. За счет включения предварительного риформинга, достигается следующее:

- «более низкие суммарные расходные нормы сырья;
- возможность переключения на другие виды сырья (с природного газа на нефту/СУГ);
- сокращение расхода топлива;
- возможность более высокой температуры на входе печи риформинга» [21].

«В ходе парового риформинга углеводороды реагируют с паром при образовании смеси водорода и окисей углерода. Из парового риформинга реформированный газ поступает в коллектор с огнеупорной футеровкой и через магистральный коллектор в охладитель технологического газа» [21].

Из радиантной зоны риформинга дымовые газы по туннелям дымового газа, расположенным в нижней части печи между рядами реакционных труб, поступают в конвекционную зону риформинга при температуре примерно 1000–1050 °С. «Тепло, содержащееся в дымовом газе, используется для испарения технологического конденсата, перегрева пара, подогрева воздуха сгорания и смесей сырье/пар. Дымовые газы выводятся из системы с помощью вентилятора дымового газа. При этом температура выбирается так, чтобы предотвращать конденсацию дымового газа и дальнейшего возникновения коррозии в дымоходе или в последующем оборудовании» [21].

«Необходимо охлаждать технологический газ перед тем, как поступает в высокотемпературную конверсию СО (ВТК СО). Охладитель технологического газа представляет собой горизонтальный жаротрубный паровой котел. Он рассчитан на естественную циркуляцию и присоединен к паровому барабану стояками и спускными трубами» [21].

«Высокая надежность и чрезвычайно длительный срок службы охладителя технологического газа являются результатом интенсивной научно-исследовательской работы, соблюдения строгих требований по

проектированию критических деталей (таких как входные втулки и система байпасов), подбора правильного материала и термического расчета, произведенного нашими специалистами. Его основные конструктивные черты – следующие:

- гибкие трубные решетки;
- трубы приварены к трубной решетке с полным проплавлением;
- безопасная естественная циркуляция воды» [21].

На следующем этапе происходит конверсия СО, переходя в процесс рекуперации тепла и переработки конденсата. Часть пара, выработанного в охладителе технологического газа и дымоходе, используется как технологический пар, а избыток выводится из установки.

Завершающим этапом осуществляется очистка синтез-газа.

2.3 Анализ производственной безопасности на участке

В таблице 2.2 представлена идентификация опасных и вредных производственных факторов при хранении нефтепродуктов на установке получения водорода.

Таблица 2.2 – Анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов

Хранение нефтепродуктов			
Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор
Проведение технологических переключений	Запорная арматура	Запорная арматура	<p>«Физический: движущиеся части насоса, повышенный уровень шума на рабочем месте, вибрации, высокое напряжение электрической цепи, повышенный уровень инфракрасной радиации, движущиеся части вентиляторов, повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, вибрации. Химический: длительное токсическое воздействие на организм углеводородных газов, отравление углеводородными газами. Психофизиологические: статические и динамические перегрузки, нервно-психические перегрузки» [8].</p>
Работы по обслуживанию и ремонту действующих электроустановок с напряжением 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока, а также монтажные, наладочные работы, испытания и измерения в этих электроустановках	Электроустановки	Электроустановки	
Работы, непосредственно связанные с применением легковоспламеняющихся и взрывчатых материалов, работы во взрыво- и пожароопасных производствах при проведении ремонтных работ оборудования	Запорная арматура, насосы	ЛВЖ, металл	
Работа по считыванию, вводу информации ПЭВМ	АРМ оператора	ПЭВМ	
Работы проведению технического обслуживания резервуаров	Насос магистральный	Насос магистральный	
Работы по проведению технического обслуживания запорной арматуры	Запорная арматура	Запорная арматура	

2.4 Анализ средств защиты работающих

Средства индивидуальной защиты работающих на установке получения водорода АО «Сызранский НПЗ» представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Средства индивидуальной защиты

Наименование профессии	Наименование нормативного документа	Средства индивидуальной защиты, выдаваемые работнику	Оценка выполнения требований к средствам защиты
Оператор установки	Приложение к Приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 09.12.2009г № 970н)	Костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с маслостойкой пропиткой	Выполняется
		Футболка	
		Головной убор	
		Ботинки кожаные с жестким подноском	
		Перчатки с полимерным покрытием	
		Каска защитная	
		Подшлемник под каску	
		Противогаз или маска, или полумаска со сменными фильтрами	
Очки защитные			

2.5 Анализ травматизма на производственном объекте

Статистика травматизма по отрасли приведена на рисунке 2.4.

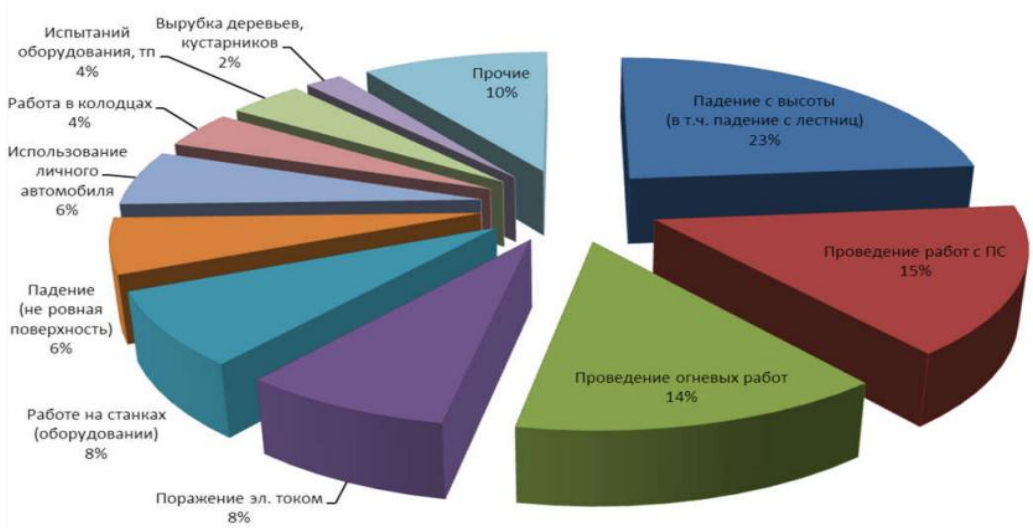


Рисунок 2.4 – Статистика травматизма по отрасли

Несчастных случаев на установке получения водорода АО «Сызранский НПЗ» не зафиксировано.

3 Мероприятия по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов

3.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов на установке получения водорода с блоком КЦА цеха №15

Анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов при хранении нефтепродуктов в АО «СНПЗ» представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Анализ производственной безопасности на участке путем идентификации опасных и вредных производственных факторов

Хранение нефтепродуктов			
Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование опасного и вредного производственного фактора и наименование группы, к которой относится фактор
Проведение технологических переключений	Запорная арматура	Запорная арматура	«Физический: движущиеся части насоса, повышенный уровень шума на рабочем месте, вибрации, высокое напряжение электрической цепи, повышенный уровень инфракрасной радиации, движущиеся части вентиляторов, повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, вибрации. Химический: длительное токсическое воздействие на организм углеводородных газов, отравление углеводородными газами. Психофизиологические: статические и динамические перегрузки, нервно-психические перегрузки» [8].
Работы по обслуживанию и ремонту действующих электроустановок с напряжением 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока, а также монтажные, наладочные работы, испытания и измерения в этих электроустановках	Электроустановки	Электроустановки	
Работы, непосредственно связанные с применением легковоспламеняющихся и взрывчатых материалов, работы во взрыво- и пожароопасных производствах при проведении ремонтных работ оборудования	Запорная арматура, насосы	ЛВЖ, металл	
Работа по считыванию, вводу информации ПЭВМ	АРМ оператора	ПЭВМ	

3.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов, обеспечения безопасных условий труда

Мероприятия по снижению воздействия факторов и обеспечению безопасных условий труда представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Мероприятия по улучшению и условий труда

Хранение нефтепродукта			
Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Мероприятия по снижению воздействия фактора и улучшению условий труда
1	2	3	4
Проведение технологических переключений	Запорная арматура	Запорная арматура	Модернизация оборудования (его реконструкция, замена), а также технологических процессов на рабочих местах с целью снижения до допустимых уровней содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, механических колебаний (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук) и излучений (ионизирующего, электромагнитного, лазерного, ультрафиолетового).
Проведение технологических переключений	Запорная арматура	Запорная арматура	Механизация и автоматизация технологических операций (процессов), связанных с транспортировкой нефтепродуктов.
Работы по обслуживанию и ремонту действующих электроустановок с напряжением 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока, а также монтажные, наладочные работы,	Электроустановки	Электроустановки	Внедрение и (или) модернизация технических устройств, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током. Устройство новых и реконструкция имеющихся отопительных и вентиляционных систем в производственных и бытовых помещениях, тепловых и воздушных завес, аспирационных и пылегазоулавливающих установок, установок кондиционирования воздуха с целью обеспечения нормального теплового режима и микроклимата, чистоты воздушной среды в рабочей и обслуживаемых зонах помещений.

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
испытания и измерения в этих электроустановках			
Работы, непосредственно связанные с применением легковоспламеняющихся и взрывчатых материалов, работы во взрыво- и пожароопасных производствах при проведении ремонтных работ оборудования	Запорная арматура, насосы	ЛВЖ, металл	Механизация и автоматизация технологических операций (процессов), связанных с транспортировкой нефтепродуктов.
Работа по считыванию, вводу информации ПЭВМ	АРМ оператора	ПЭВМ	Реализация мероприятий по улучшению условий труда, в том числе разработанных по результатам проведения специальной оценки условий труда, и оценки уровней профессиональных рисков.

4 Научно–исследовательский раздел

4.1 Выбор объекта исследования, обоснование

Сероводород и меркаптаны являются коррозионными соединениями, естественно присутствующими в ископаемом углеводородном сырье, либо появляющимися в нефтепродуктах в результате переработки серосодержащего сырья на нефтеперерабатывающих заводах. «Эти соединения обладают острым неприятным запахом и являются чрезвычайно токсичными уже при очень малых концентрациях. Поэтому при дальнейшем использовании, переработке, транспортировке и хранении углеводородного сырья и продукции требуется существенное снижение или полное удаление этих соединений» [21].

Таким образом в качестве объекта исследования выбран способ очистки углеводородного сырья и продуктов от сероводорода либо от меркаптанов.

4.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения безопасности

Одним из самых широко используемых способов в окислительной демеркаптанизации – применение катализаторов. Однако использование кислорода воздуха в указанных окислительных процессах приводит к потерям легких углеводородов, удаляемых из сырья вместе с отработанным воздухом. «Использование воздуха приводит к проблемам образования взрывоопасных смесей кислорода и паров углеводородов. Наличие соединений металлов переменной валентности приводит к нежелательным загрязнениям сточных вод, содержащих отработанные щелочные растворы, поэтому является желательным замена металлов содержащих катализаторов на катализаторы, состоящие из органических веществ. Используемые в промышленности экстракционные водно–щелочные способы с каталитической регенерацией щелочи кислородом воздуха (процессы типа Merox, Mericat, ДМД и ДМС) имеют общий недостаток, связанный с образованием трудно–разделяемых водонефтяных эмульсий, а также трудности по утилизации стоков» [27].

«Известны и широко распространены в промышленном применении в средах без доступа воздуха способы очистки от сероводорода и меркаптанов нейтрализаторами на основе формальдегида или его производных со спиртами и/или мочевиной, аммиаком или органическими аминами. Общим недостатком таких методов являются экологические и санитарные проблемы, связанные с использованием высокотоксичного формальдегида, идентифицированного как канцерогенное вещество, и образование дурнопахнущих продуктов реакций тиоловой природы (полутиомеркапталы и тиомеркапталы, производные метилендитиола). Другим существенным недостатком таких способов является накопление продуктов реакций сероводорода с формальдегидом – трудноудаляемых отложений в трубах и резервуарах, а также недостаточная эффективность очистки от меркаптанов» [20].

В последнее время получили широкое распространение способы очистки реагентами на основе продуктов поликонденсации альдегидов и аминов – триазинов. Недостатком данных методов являются относительно высокая стоимость реагентов – в их производстве используется канцерогенный формальдегид, избыток которого необходимо удалять во избежание повышения опасности конечного продукта. «Другим существенным недостатком вышеуказанных реагентов является наличие плохо растворимых продуктов реакции (дитиазины, тритиан, политиометилены), образующих трудноудаляемые отложения в трубопроводах и резервуарах хранения, а также недостаточная эффективность по отношению к меркаптанам» [21].

Известны методы с использованием других, помимо формальдегида, альдегидов – акролеина и глиоксаля. Акролеин дороже формальдегида и чрезвычайно токсичен. Применение глиоксаля вызывает проблемы с коррозией. Кроме того, такие реагенты эффективны по отношению к сероводороду, но неэффективны по отношению к меркаптанам.

«Окисление с использованием водных растворов перекиси водорода имеет существенные недостатки, связанные с опасностью разложения перекиси водорода в присутствии азотсодержащих оснований, происходящее с

выделением кислорода в углеводородной среде, а также технологические неудобства хранения и использования концентрированной перекиси водорода» [29].

Известны также и другие способы очистки: на основе малеимидов, азодикарбосилатов, гидрохинонов, четвертичных аммониевых солей, аминоэфиров. Однако такие реагенты достаточно дороги в производстве, и не нашли широкого применения в промышленности.

«Известен способ очистки углеводородов при отсутствии доступа воздуха составом, содержащим алкоксид или гидроксид четвертичного аммония в присутствии металла в высокой степени окисления, в качестве которого используется кобальт, железо, хром и/или никель. Металл в высокой степени окисления используется в качестве катализатора в присутствии этоксида или гидроксида четвертичного аммония» [29].

«Несмотря на относительное улучшение показателей по глубине очистки от меркаптанов за счет проведения очистки в присутствии металла в высокой степени окисления по сравнению с известными способами очистки с использованием лишь гидроксидов четвертичного аммония данный способ все же не избавляет от главных недостатков, которые присущи при использовании четвертичных аммониевых оснований – высокими удельными затратами на дорогостоящий реагент и недостаточной скоростью нейтрализации меркаптанов. Этоксиды и гидроксиды четвертичных аммониевых солей достаточно дороги и не производятся отечественной промышленностью. Расход таких поглотителей в пересчете на вес даже в случае стехиометрии реакции на практике означает 10 ppm поглотителя и выше на 1 ppm меркаптановой серы, что делает этот способ очистки слишком дорогим» [31].

Известен способ окисления сероводорода и меркаптанов в присутствии фталоцианина металла переменной в щелочном растворе с использованием морфолина в качестве каталитической добавки. Этому способу присущи все вышеописанные недостатки методов обработки с использованием кислорода в качестве окислителя.

Известен процесс очистки продукции скважин от серосодержащих загрязнений, в частности, сероводорода путем добавления водного раствора N-метилморфолина N-оксида в качестве мягкого окислителя в присутствии оксидов железа (III) в качестве катализатора. «Недостатком данного процесса является высокий расход дорогостоящего реагента (стехиометрия реакции N-метилморфолина N-оксида – 1 моль, и в практическом применении до 3 молей на 1 моль сероводорода) и образование элементарной серы, которая является коррозионной и может образовывать засоры. Известен также процесс очистки продукции скважин от сероводорода добавлением нитрита натрия. Процесс проводят при pH от 7.0 до 9.0 и при температурах от 40° до 70°С. Нитрита натрия берут в соотношении к сероводороду в диапазоне (моль) от 0.676:1 до 5.0:1» [29]. «Недостатками такого процесса являются образование продуктов реакции – аммиака и необходимость его удаление путем дополнительного барботирования, а также образования элементарной серы, которая образует отложения и приводит к коррозии. Другими недостатками является контроль pH воды путем добавления буферных растворов лимонной или фосфорной кислот и поддержание температуры в диапазоне от 40° до 70°С, что технологически неудобно и не всегда возможно» [29].

«Известен процесс удаления сероводорода в продукции скважин с помощью растворов N-метилморфолина N-оксида в присутствии соединений железа, в частности, ржавчины, присутствующей в скважине и затрубном пространстве. Недостатком данного процесса является высокий расход дорогостоящего реагента – до 5 молей N-метилморфолина N-оксида на 1 моль сероводорода. Другим недостатком процесса является необходимость проведения реакций в диапазоне температур 40°–75°С. Такие температуры характерны при обработке сырья в скважине на глубине. Однако, при проведении очистки в резервуарах хранения при более низких температурах – ниже +10°С процесс очистки практически не идет. Кроме того, наличие нерастворимых соединений железа в качестве катализатора не всегда удобно в виду засорения труб и емкостей. Недостатком процесса является слишком

длительное время контакта – до 48 часов, что часто неприемлемо, а также образование элементарной серы, что приводит к отложениям, засорам и дополнительной коррозии» [31].

Таким образом, задача разработки экономически приемлемых и в тоже время эффективных процессов очистки по–прежнему является актуальной.

4.3 Предлагаемое техническое изменение

На основании изученных публикаций можно предложить в качестве решения применение патента RU 2641910. Автор: Исиченко И.В.

Его работу относят к изобретениям, предлагающим пути по уменьшению коррозионных факторов для оборудования или для трубопроводов при протекании процессов нейтрализации сероводорода и меркаптанов в различных углеводородных средах. Также «данное изобретение повышает степень безопасных условий работ, повышает экологическую безопасность при проведении процессов очистки углеводородного сырья на нефтеперерабатывающих заводах» [26].

В данном изобретении предлагается способ очистки углеводородного сырья и продуктов от сероводорода либо от меркаптанов. Очистка ведется соединением, в составе которого водный раствор нитритов щелочных металлов и органическое основание. Также в очистке используется: N–метилморфолина N–оксида, нитриты натрия либо (и) калия – как нитриты щелочных металлов, водорастворимый алифатический амин и/или полиамин – как органическое основание. Очистка протекает без наличия кислорода.

В качестве технического результата получаем более интенсивный процесс нейтрализации сероводорода и меркаптанов в средах без наличия кислорода и имеющегося временного ограничения на процесс очистки.

«Дополнительным техническим результатом является также проведения процесса, свободного от образования нежелательных продуктов реакций, связанных с использованием широко распространенных в промышленности поглотителей на основе формальдегида и его производных – триазинов,

которые образуют трудноудаляемые отложения в технологических емкостях и трубах, а также являются причиной дополнительного загрязнения сырья токсичными и дурнопахнущими веществами» [26].

4.4 Выбор технического решения

Метод, предложенный в настоящем исследовании, основывается на введении в эти вещества некоего соединения, выполняющего роль очистителя с N–метилморфолином N–оксидом, с водным или водно–щелочным раствором нитрита щелочного металла и с органическим основанием.

«Применение алифатического амина или алифатического полиамина, или смеси названных аминов берут как органическую основу. В качестве окислителя идет нитрит щелочного металла, в качестве катализатора – N–метилморфолин N–оксид, в качестве органического основания используют сокатализатор» [26]. Другие процессы, предложенные данным изобретением, способствуют ускорению очистительного процесса, в котором применяются вышеназванные составы с наличием каталитических количеств переходного металла в высокой степени окисления из серии: кобальт, медь, железо и марганец или их смеси. Рассматриваемое открытие находит решение проблемы очищения углеводородного вещества в таких случаях, если производство диктует провести очистку достаточно быстро и процесс очищения протекает без внесения добавочного кислорода, который реакции окисления сероводорода и меркаптанов убыстряет.

«Подобные случаи имеют место при добыче нефти – сложный процесс, требующий проводить очищение сырья прямо в стволах и устьях нефтяных скважин либо пока сырье перемещается на установку, обеспечивающую дегазацию и обессоливание, а это небольшой по протяженности отрезок. К таким же случаям можно отнести и нефтепереработку: проводя очистку легких фракций с применением воздуха имеется вероятность выноса их в атмосферу, что создает экологическую проблему (сжигание отработанных воздушных масс), а также очищая остаточные топлива с привлечением добавочного объема

воздуха появляются проблемы лишнего и ненужного окисления, при котором образуются агломераты, снижающие качественные показатели топлива, т.е. ухудшение товарной продукции» [26].

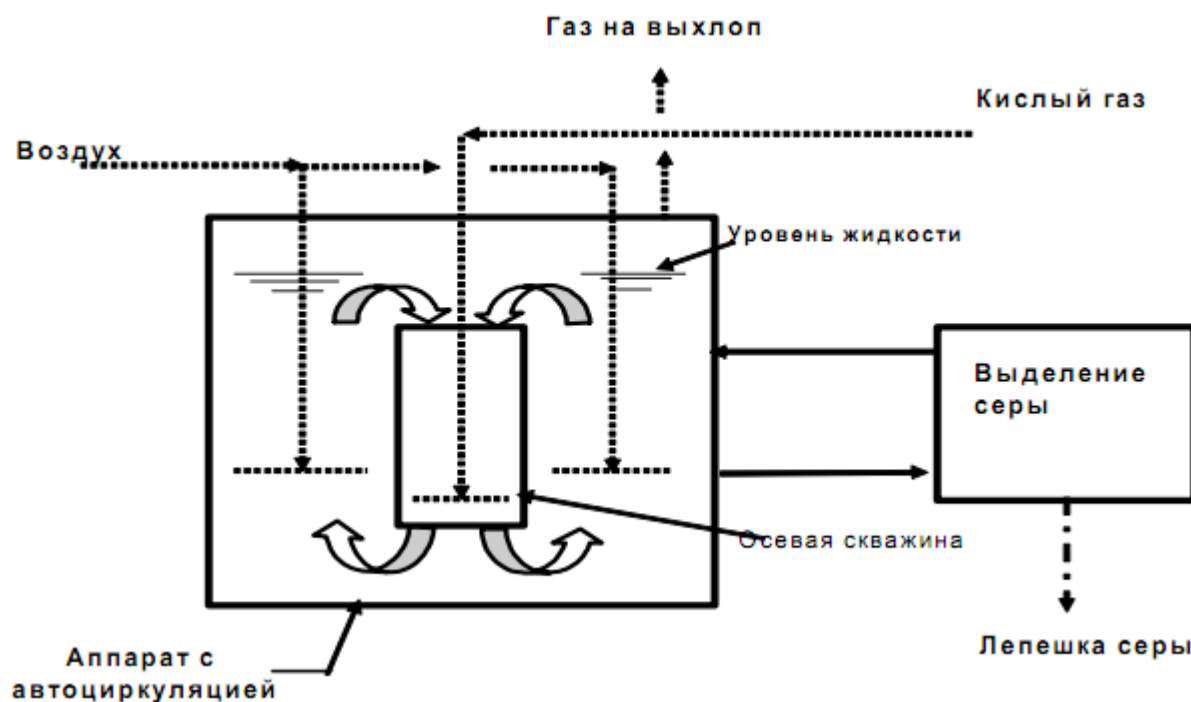


Рисунок 4.1 – Предлагаемый способ очистки

Предложенный способ снимает проблему по выбору способов очистки, поскольку дает «высокую эффективность в работе, исключает наличие загрязняющих факторов (трудноудаляемые вещества, получаемые в ходе реакций) для оборудования на трубопроводах, на резервуарах хранения, на колоннах перегонки нефти» [26].

5 Охрана труда

Статья 212 ТК РФ регламентирует обязанность предприятия обеспечить безопасные условия труда для всех сотрудников. Перечень задач, которые необходимо реализовать для этого АО «Сызранский НПЗ» представлен на рисунке 5.1.

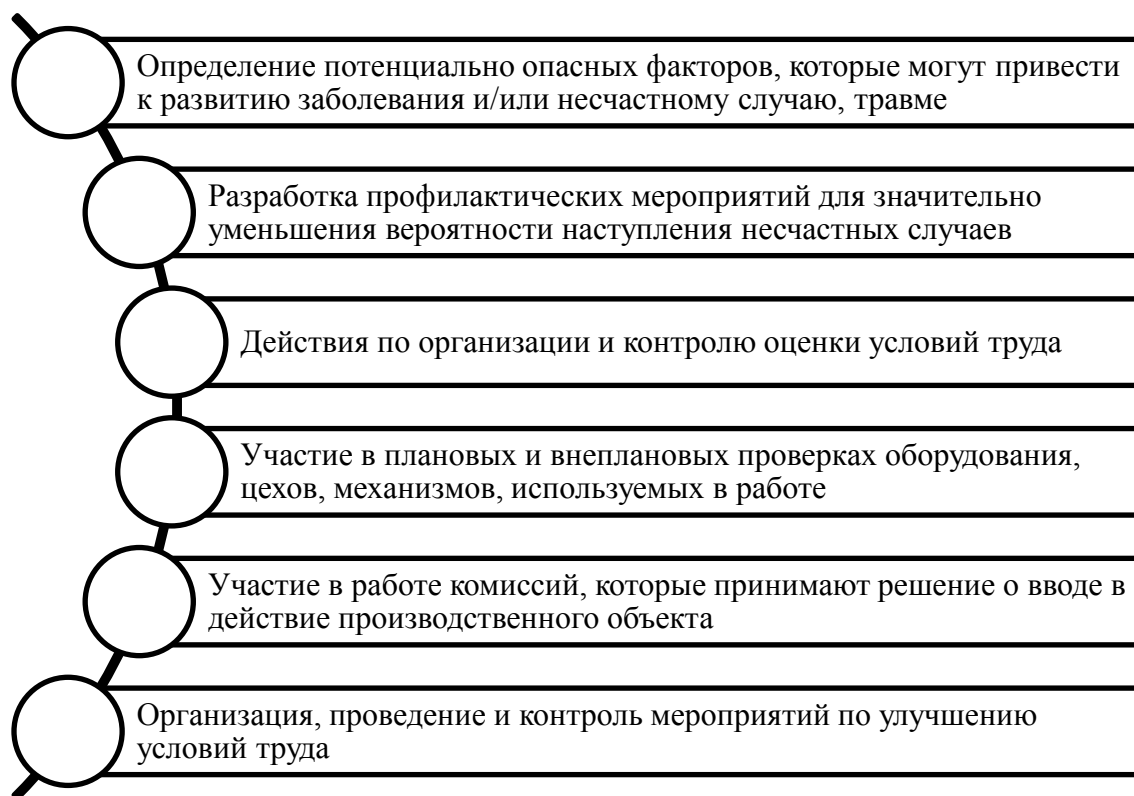


Рисунок 5.1 - Перечень задач, реализуемый АО «Сызранский НПЗ» для обеспечения безопасных условий труда для всех сотрудников

Для АО «Сызранский НПЗ» составим документированную процедуру выдачи спецодежды и защитных средств (приложение А). Процедура и порядок выдачи спецодежды и защитных средств регламентированы кадровым документом – Приказом Минздравсоцразвития РФ №290н от 01.06.2009 года [6]. Определить круг лиц и область применения поможет закон №426–ФЗ от 28.12 2013 года «О специальной оценке условий труда» (СОУТ) [4]. После того, как специалистом по охране труда на предприятии будет определён перечень профессий, которые подлежат обеспечению СИЗ, нужно обратиться к типовым нормам, содержащим список средств и срок, на которые они выдаются.

На основании протокола по СОУТ и нормативов АО «Сызранский НПЗ» определяет права работников список потребности в спецодежде. На каждого работника, включенного в такой список, заводится личная карточка. «СИЗ выдаются с учётом пола, роста, размеров работника. Выдают предметы защиты, одежду и обувь под роспись. По окончании срока использования делают отметку о списании. Если карточка ведётся в электронном виде, то всё равно в ней должна быть ссылка на регистр или документ, в котором работник расписался за полученную спецодежду лично» [13].

В случае, если срок носки не истёк, а работник увольняется, возможен возврат на склад с отметкой «Жилет сигнальный, бывший в употреблении 1 месяц» или возмещение работником остаточной стоимости, определённой по сроку носки предмета. Срок использования исчисляются со дня передачи работнику. АО «Сызранский НПЗ» за свой счёт обязано осуществлять уход за СИЗ (стирку, чистку, сушку, ремонт, дегазацию, дезинфекцию). Данная норма содержится в статье 221 ТК РФ [1]. Для обеспечения своевременного ухода за СИЗ допустимо выдавать два комплекта, увеличив срок их службы до совокупного. При приёме на работу сотрудник должен быть ознакомлен с составом и сроками замены СИЗ по его профессии и режиму работы.

По Правилам, изложенным в Приказе № 290н от 01.06.2009, применяются СИЗ, прошедшие процедуру обязательной сертификации. «Для лиц, посещающих участки с вредными (опасными) условиями труда, работодатель предоставляет дежурные СИЗ (например, при посещении производственных цехов делегациями или руководством выдаются «дежурные» халаты и каски). Для работников, выполняющих работы по смежным профессиям на условиях совместительства, СИЗ выдаётся по каждой из профессий (например, слесарь, устроенный по совместительству сварщиком, получит два комплекта СИЗ)» [6].

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

6.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Сернистый водород – одно из простых и широко распространенных соединений, которое в небольших количествах встречается повсеместно. «Велика роль эндогенного сероводорода в живых организмах, где он выполняет множество важных нейробиологических функций. Используется он и в лечебных ваннах, в микроскопических объемах благотворно влияя на организм человека. Впрочем, когда речь идет о такой технологической процедуре как мокрая или сухая очистка воздуха от сероводорода, ясно – что высокая концентрация данного соединения несет лишь сугубо негативные последствия для здоровья, жизни и экологии планеты» [24].

В значительных объемах чистый сероводород и его производные образуются на гидрометаллургических фабриках, предприятиях органического синтеза, аграрных и химических заводах – при производстве серной кислоты, серы, селитры, серосодержащих удобрений.

В составе дымовых газов H_2S – постоянный спутник всех без исключения выбросов от сгорания органического сырья – наряду с оксидами серы, окислами азота, соляной кислотой, фенолами, монооксидом углерода.

«Очистка биогаза от сероводорода и углекислого газа – одна из насущных проблем, стоящих перед операторами промышленных биометановых электростанций» [24].

В опасной концентрации запах газообразного дигидросульфида – тошнотворный «аромат» гниющего мяса или стухших яиц – практически мгновенно перестает ощущаться. Это таит огромную опасность, поскольку H_2S быстро парализует обонятельные нервы, и человек продолжает вдыхать из воздуха вредное соединение, уже не ощущая его запаха.

«Установки очистки газа от сероводорода востребованы также и в силу его разрушительного воздействия на технические коммуникации.

Индивидуально или в составе дымов, сульфид водорода и другие сернистые соединения вызывают сильнейшую коррозию трубопроводов, резервуаров, фитингов, компрессоров и любого другого оборудования, не обладающего специальной антикоррозийной защитой» [24].

Двойной удар вызывает сероводород, присутствующий в отходящих дымовых газах. С одной стороны, на пути следования по тракту он негативно воздействует на коммуникационные, технические и выхлопные системы предприятий, с другой – выбрасывается в атмосферу, после чего может трансформироваться (через окисление) в серную кислоту и выпадать в виде кислотных дождей, опасность которых для экологии сложно преувеличить.

6.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду

На сегодняшний день методов очистки газов от сероводорода открыто (и отлажено) более двух десятков. И если одни узконаправленно разработаны под конкретные лабораторные задачи, то другие нашли широкое применение в комбинированном очищении воздушных сред от кислых соединений.

Сухая адсорбция. «Один из первых – но распространённых и по сей день – сухих адсорбционных способов предполагает использование т.н. болотной руды, (лимонит, бурый железняк или гидрат окиси железа) – 85–90% Fe_2O_3 и 10–15% воды. Очистная каталитическая установка представляет собой несколько чугунных или стальных ящиков, соединенных газоходами параллельно–последовательным образом. На решетках каждого ящика, в 3–4 яруса, уложен адсорбент – измельченный бурый железняк (болотный лимонит), перемежающийся с деревянной щепкой. Для достижения приемлемого КПД сероводород должен находиться в контакте с лимонитом не менее 5 минут» [32]. Среди плюсов – простота и дешевизна адсорбента, высокая степень улавливания.

«Несмотря на хорошую степень захвата, такие установки обладают множеством недостатков, среди которых селективность газоочистки,

громоздкость, необходимость частой регенерации (или перезарядки) адсорбента, избыточное пневматическое сопротивление, низкая скорость нейтрализации, ограничение по температуре очищаемого потока в + 30 °С» [32].

Адсорбционные башни и блоки. Преемник предыдущей технологии – башенный способ, в котором адсорбционные ящики заменены одинарной колонной, что хоть и дает некоторую экономию места, но не лишает конструкцию остальных недостатков.

«Хорошо показывает себя в каталитическом способе и активированный уголь, позволяющий в присутствии кислорода экстрагировать из сероводорода элементарную серу почти абсолютной чистоты (до 99%), но он – так же, как и лимонит – требует постоянной регенерации или перезагрузки (после ≈ 100 циклов регенерации) и проявляет свойства высокой сорбционной избирательности. Неприменим для обеззараживания комплексных дымовых выбросов, образующихся в результате сгорания газобензиновых углеводородов» [32]. Пример реализации сухого адсорбционного фильтровочного комплекса представлен на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Сухой адсорбционный фильтровочный комплекс

Практически вышедшим из употребления подходом является сухая нейтрализация сульфида водорода гашеной известью и оксидом железа.

Рассматривая сухой катализ в применении к нейтрализации дымовых

потоков, адсорбционный метод утилизации сероводородных включений, в силу селективности и неспособности к обработке сильнозагрязненных сред, обладает низкой эффективностью и чрезмерной ресурсозатратностью.

Сиборд–процесс. «Сиборд–процесс, как метод, определил главный базис мокрой реагентной нейтрализации, который сразу после этого начал свое стремительное развитие. Общая концепция оборудования оставалась неизменной, но исследователи начали многочисленные эксперименты с химическими агентами, (поскольку с водой в обычных условиях сероводород реагирует слабо, образуя т.н. слабокислую сероводородную воду)» [32]. Пример реализации газоочистного комплекса, использующий сиборд–процесс в Канаде, представлен на рисунке 6.2.



Рисунок 6.2 – Канадский газоочистной комплекс, использующий сиборд–процесс

Впрочем, даже слабые кислые свойства дигидросульфида позволяют рассматривать щелочные растворы в качестве реакционного материала. Эта особенность может использоваться не только при проектировании систем, но и позже – на этапе нейтрализации кислых промышленных стоков после оборудования, занятого в улавливании дигидросульфида.

Феноксид (фенолят) натрия. В 30–ых годах прошлого века, в рамках той же компании «Koppers Company», был проработан метод, эффективность которого несколько превосходила аналогичную у сиборд–процесса. В качестве жидкого абсорбента в фильтрационной установке использовался каустик – феноксид натрия C_6H_5ONa . Технология позволяла подходить к улавливанию сероводорода более гибко и менее селективно.

«В зависимости от количественной доли H_2S (и других кислых компонентов), содержащихся в коксовом, природном или попутном нефтяном газе, можно было регулировать концентрацию оксидефенолята натрия, тем самым добиваясь лучших результатов газоочистки. Вдобавок, обратимость реакции позволяла на дальнейших этапах извлекать из отработанных шламов сульфид водорода и направлять его на другие нужды» [32].

Аминовая очистка газа от сероводорода. «В нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслях для задержания и/или утилизации H_2S , (обычно в тандеме с CO_2), в качестве жидкого хемосорбента часто используются амины. Представляющие собой сильные основания, амины являются производными аммиака и наследуют многие из его свойств, в том числе, – образование донорно–акцепторных связей (молекула азота может заменяться на водород без образования промежуточных связей)» [32].

В зависимости от индивидуального характера легкого углеводородного сырья, (а также синтез–газа, меркаптановых соединений), может использоваться моноэтаноламин (МЭА), метилдиэтаноламин (МДЭА), диэтаноламин (ДЭА), дикликолямин (ДГА) и другие амины.

Пример комплекса, использующего аминную пурификацию представлен на рисунке 6.3.



Рисунок 6.3 – Газоперерабатывающий комплекс «Лукойл»,
использующий аминную пурификацию

В целом, процесс де– и реактивации дигидросульфида с помощью аминного способа предполагает использование масштабной, сложной, многоступенчатой технологической платформы с высоким уровнем

компьютеризации и синхронизации всех подсистем, что целесообразно только при тщательном экономическом просчете всех аспектов газоочистных мероприятий.

Мокрые насадочные скрубберы. «Наиболее перспективным методом очистки запыленных и задымленных газоздушных сред от кислых компонентов сегодня является использование мокрых насадочных скрубберов / абсорберов. Задержание нежелательных примесей в данном типе оборудования происходит в межфазном кипящем псевдооживленном слое, образующемся на поверхности насадочных тел. Причем, даже использования в качестве орошающего реагента обычной технической воды, как правило, достаточно для фиксации таких показателей КПД комплексной дымоочистки, которые недостижимы для других типов аппаратов схожего назначения» [32].

Среди ключевых особенностей агрегатов: эффективность обезвреживания выбросов до 99–100%, экономическая доступность, компактность, надежность, безотказность, пневмогидродинамическая стабильность, возможность обработки высокотемпературных сред, а также параллельная работа устройств в качестве пылеулавливающих агрегатов с захватом пылей дисперсностью от 0,5 μm .

«Термическая диссоциация и другие способы. Известно, что сернистый водород при нагреве до около 400 градусов диссоциирует (разлагается) на элементарный водород и серу. Из-за высокой взрывоопасности H_2S эта методика используется очень ограниченно и лишь с небольшими объемами очищаемых сред» [32].

Помимо вышеописанных, можно встретить упоминание и других методик нейтрализации H_2S : феррокс–процессы (с использованием железа), гидродинамический захват Куэтта–Тейлора, калиево–фосфатные (растворы «Alkacid» от немецкой компании «BASF»), никелевый и другие способы, многие из которых сегодня представляют лишь исторический интерес.

Таким образом, представим краткий рейтинг технологий в рамках применимости к очистке отходящих дымовых газов в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Краткий рейтинг технологий в рамках применимости к очистке отходящих дымовых газов

Технология	Особенности и комментарии
Мокрые скрубберы / насадочные абсорберы	КПД до 100%, легкость в обслуживании, низкие эксплуатационные траты, полная автоматизация, компактность, экономическая доступность, неограниченный спектр применения установок, параллельная работа в качестве уловителя сажи, копоти, пыли, охлаждение входящего потока
Сухая каталитическая адсорбция	Необходимость регенерации адсорбента, неспособность обрабатывать сильно загрязненные, горячие потоки, высокая селективность процессов деактивации примесей при достаточном выборочном КПД устройств
Аминовая пурификация	Чрезвычайная сложность, высокая стоимость, узкая направленность (промышленная нефтегазопереработка), масштабность, необходимость в широкой номенклатуре вспомогательных систем

Итак, установка получения водорода АО «Сызранский НПЗ» направлена на обеспечение минимальных выбросов в атмосферу. Примером этому могут служить горелки, используемые в печах риформинга. На предприятии используются только потолочные горелки с принудительной тягой проверенной конструкции, поставляемые лидирующими заводами–изготовителями мира. «Они обеспечивают весьма стабильное и полное сгорание и надлежащее смешение воздуха и топлива даже при повышенном избытке воздуха и отличаются характерным профилем пламени по широкому спектру топлив. Надлежащее смешение воздуха и топлива, рециркуляция дымового газа и воздуха, а также постепенная подача топлива обеспечивают низкие уровни выбросов NOx. Полная утилизация технологического конденсата на установке дополнительно минимизирует выбросы в атмосферу, а незагрязненный пар ВД может быть использован в других цехах» [32]. Поэтому без деаэратора и отпарной колонны технологического конденсата растворенные газы не выбрасываются в атмосферу.

6.3 Разработка документированной процедуры

Для АО «Сызранский НПЗ» составим документированную процедуру использования воды (приложение Б).

7 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

7.1 Анализ возможных аварийных ситуаций или отказов на данном объекте

Основными возможными аварийными ситуациями в АО «Сызранский НПЗ», определяющими необходимость проведения газоспасательных работ, являются:

- «выбросы токсичных, химически и взрывопожароопасных газов;
- проливы (разливы) токсичных, химически и взрывопожароопасных жидкостей;
- выбросы паров и газов, снижающих содержание кислорода в атмосфере ниже 18 % объемных;
- выбросы пылей, окислителей и иных веществ, создающих условия для образования взрывоопасных смесей;
- условия, при которых неизвестно вещество, выделившееся в атмосферу или состав атмосферы» [16].

7.2 Разработка планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах

План ликвидации аварий (ПЛА) – документ, устанавливающий основные требования по организации локализации и ликвидации аварий. Разрабатывается на объектах, возможные аварии на которых могут причинить вред здоровью и жизни людей, нанести ущерб производственному оборудованию и помещению, а также привести к экологическим катастрофам.

ПЛА разрабатывается на основании Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах (утв. Приказом Ростехнадзора №781 от 26.12.2012г.) [7].

ПЛА разрабатывается с целью:

- «планирования действий персонала ОПО и специализированных служб на различных уровнях развития ситуаций;
- определения готовности организации к локализации и ликвидации аварий на ОПО;
- выявления достаточности принятых мер по предупреждению аварий на объекте;
- разработки мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО» [23].

7.3 Планирование действий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также мероприятий гражданской обороны для территорий и объектов

План мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций – документ, в котором приведен перечень действий персонала для предотвращения аварий на опасных производственных объектах, а также в случае такого возникновения инцидента.

«В ПДПЛ намечены действия по предотвращению аварий и инцидентов, с указанием их объема, срока, последовательности. Аварии и подобные инциденты происходят не только из-за неисправностей оборудования или ошибок персонала, но и вследствие разного рода природных явлений, например, вызванных природными пожарами» [13].

В плане просчитываются риски возникновения таких событий и меры по снижению их разрушительного действия. Эти меры включают в себя создание материально-технических запасов и формирование трудовых ресурсов для восстановления работы объектов.

«Для снижения негативных последствий аварий на ОПО создаются нештатные аварийно-спасательные формирования, либо заключаются договора с профессиональными спасателями. Такие подразделения должны быть полностью оснащены для отражения угрозы чрезвычайных ситуаций. Для того чтобы находиться в постоянной готовности, нужно проходить тренировки и учения. В результате аварии на ОПО могут пострадать не только работники

данного предприятия, но и жители окружающих населенных пунктов, их дома и земельные участки. Поэтому еще до того, как такая аварийная ситуация станет реальной, руководство предприятий, генерирующих источники повышенной опасности, должны сделать все возможное для минимизации рисков» [19].

Структура плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС ПДПЛ включает в себя общую часть, основную текстовую, карту и приложения. Общая часть содержит ссылки на нормативные акты, цели и определения. «В основной текстовой части приводят характеристику ОПО и расчет риска ЧС. Оценка возможного материального и экологического ущерба должна показать, как ЧС повлияет не только на безопасную эксплуатацию ОПО, но и на окружающие населенные пункты. Для того чтобы минимизировать ущерб, определяется порядок действий при угрозе или при наступлении ЧС, характерных для конкретного опасного производственного объекта» [14].

Самая важная часть плана – порядок реагирования по видам каждого из возможных чрезвычайных событий. «В этом разделе приводят описание мероприятий по включению в работу средств оповещения, эвакуации сотрудников на ОПО, ТМЦ и населения через эвакуопункты, выполнению восстановительных работ силами НАСФ. Обязательно имеется схема центра управления чрезвычайной ситуацией и перечень задач, которые решаются для устранения аварии и ее последствий» [23].

Действия по ликвидации ЧС включают в себя не только восстановление объектов и жилищ, но и техническую разведку, применение средств химической и радиационной защиты, оснащение НАСФ материально-техническими ресурсами, охрану общественного порядка от возможного мародерства. «Графическая и расчетная части предназначены для визуального представления средств и путей эвакуации в случае ЧС. Кроме этого, в плане указаны места дислокации НАСФ. Из этого следует, что план составляет коммерческую тайну, поэтому он защищен от изучения посторонними лицами режимом конфиденциальности» [19].

7.4 Рассредоточение и эвакуация из зон ЧС

Рассредоточение и эвакуация населения — один из способов защиты населения от оружия массового поражения, а также в чрезвычайных ситуациях мирного времени.

«Рассредоточение и эвакуация широко применялись при ведении войн в прошлом, в частности во вторую мировую войну, в том числе и в Великую Отечественную войну. Однако эвакуационные мероприятия, осуществлявшиеся в прошлом, принципиально отличаются от эвакуационных мероприятий в современных условиях. Во время Великой Отечественной Войны, например, население эвакуировалось в отдаленные районы в противоположном направлении от противника, современная эвакуация предусматривает вывод и вывоз населения в безопасные зоны во всех направлениях от городов» [14].

Суть эвакуационных мероприятий заключается в массовом переселении людей из населенных пунктов и районов возможного воздействия вероятного противника в загородную зону, где вероятность поражения значительно снижается.

В условиях неполной обеспеченности защитными сооружениями рабочих, служащих и остального населения городов, отнесенных к группам по гражданской обороне, и других населенных пунктов, являющихся вероятными объектами поражения потенциального противника, проведение эвакуационных мероприятий является основным (необходимым) способом его защиты от современных средств поражения.

«Эвакуация населения — комплекс мероприятий по организованному вывозу или выводу с территории городов и иных населенных пунктов, отнесенных к группам по гражданской обороне, гражданского персонала организаций, переносящих свою деятельность в загородную зону или прекращающих ее в военное время, нетрудоспособного и незанятого в производстве населения, а также населения, проживающего в зонах возможного катастрофического затопления» [19].

«Загородная зона – территория в пределах административных границ субъекта РФ, расположенная вне зон возможных разрушений, возможного опасного химического заражения, возможного катастрофического затопления, а также вне зон возможного радиоактивного заражения (загрязнения), вне приграничных районов, заблаговременно подготовленная для обеспечения жизнедеятельности местного и эвакуированного населения» [19].

7.5 Технология ведения поисково–спасательных и аварийно–спасательных работ в соответствии с размером и характером деятельности организации

К газоспасательным работам относятся аварийно-спасательные работы в непригодной для дыхания атмосфере, при проведении которых необходимо применение изолирующих средств защиты органов дыхания и, при необходимости, изолирующих защитных костюмов.

К основным газоспасательным работам относятся:

- «поиск и спасение людей, оказание им помощи в непригодной для дыхания атмосфере;
- выполнение мероприятий по переводу оборудования в безопасный режим работы, остановка производственного процесса на опасном производственном объекте в условиях загазованной среды или концентрации кислорода менее 18 % объемных с применением ИСИЗ;
- выполнение работ по локализации и ликвидации последствий аварии и чрезвычайных ситуаций, связанных с разгерметизацией систем, оборудования, выбросами в окружающую среду химически опасных и взрывопожароопасных веществ;
- локализация и ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов;
- ведение химической разведки обстановки в зоне аварии;
- проведение дегазации зоны химического заражения» [19].

Коды обозначений газоспасательных работ.

- «газоспасательные работы в условиях выбросов паров, газов, пылей, жидкостей, образующих пары, снижающие концентрацию кислорода ниже 18 % объемных и (или) проникающих в организм человека только ингаляционным путем (требующие применения только изолирующих средств защиты органов дыхания);

- газоспасательные работы в условиях выбросов паров, газов, пылей, жидкостей, образующих пары, проникающие в организм человека ингаляционным путем, а также воздействующие на кожные покровы (требующие применения изолирующих средств защиты органов дыхания в сочетании с изолирующими защитными костюмами открытого типа);

- газоспасательные работы в условиях проливов агрессивных жидкостей, воздействующих на кожные покровы и материалы, из которых изготовлены средства индивидуальной защиты органов дыхания (требующие применения изолирующих средств защиты органов дыхания в сочетании с изолирующими защитными костюмами закрытого типа);

- локализация и ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов на суше;

- локализация и ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов на внутренних водах;

- локализация и ликвидация аварий на сетях газоснабжения (газопотребления);

- газоспасательные работы на высоте» [19].

Проведение аварийно-спасательных работ требует четких приказов начальства и слаженности работы коллектива. Важно соблюдать максимально сжатые временные сроки, которые позволят спасти максимальное число пострадавших и своевременно оказать первую мед. помощь. Необходимо проводить работы максимально быстро еще и из-за вероятности увеличения очага, подверженного негативным факторам чрезвычайного происшествия.

Организация аварийно-спасательных работ состоит из нескольких основных пунктов:

1. «Оценка сложившейся ситуации;

2. Решение о начале проведения спасательной операции;
3. Формулировка задач и составление плана действий;
4. Последующая организация эффективного рабочего взаимодействия с другими работающими на месте происшествия группами» [23].

Профессиональная организация проведения аварийно-спасательных работ позволит свести к минимуму ущерб от возникновения чрезвычайной ситуации и избежать жертв.

К основным видам обеспечения аварийно-спасательных работ относится разведка, транспортное, дорожное, инженерное, гидрометеорологическое, материальное, техническое и медицинское обеспечение. В действующем законодательстве предусмотрены следующие виды АСДНР:

- «поисково-спасательные;
- газоспасательные;
- горноспасательные;
- противofонтанные работы (проводятся на буровых и нефтяных скважинах);
- работы по тушению пожаров;
- ликвидация медико-санитарных последствий ЧС» [16].

Аварийно-спасательные работы проводятся аварийно-спасательными службами и формированиями с целью предотвращения ЧС, чтобы ничто не угрожало жизни и здоровью людей. Первоочередные спасательные действия во время аварий, пожаров, взрывов, пожаров, землетрясений и других ЧС – поиск и спасение пострадавших, которые остались в поврежденных или разрушенных зданиях, людей, которых отрезал огонь (дым, стены и т.п.) или они оказались заблокированными в помещении.

Организация и подготовка к проведению аварийно-спасательных и других работ выполняется в несколько этапов. Последовательность проведения мероприятий изменяется в зависимости от создавшейся ЧС, но в любом случае

требуется грамотная аварийно-спасательная подготовка. Зачастую используется универсальная схема подготовки, организации и проведения АСР:

«Первый этап: защита и спасение населения, подготовка сил и средств АСС или АСФ к проведению полномасштабных работ.

Второй этап: непосредственное проведение аварийно-спасательных работ в зоне возникновения ЧС.

Третий этап: ликвидации последствий чрезвычайной ситуации» [14].

Аварийно-спасательные работы в первую очередь проводятся с целью спасения человеческой жизни, культурных и материальных ценностей, устранения любых чрезвычайных ситуаций, в результате которых может пострадать природная среда. АС работы включают в себя не только спасение людей, но и оказание им первой медицинской помощи, а также эвакуацию пострадавших в медицинские учреждения.

7.6 Использование средств индивидуальной защиты в случае угрозы или возникновения аварийной, или чрезвычайной ситуации

Табель оснащения аварийными средствами защиты в АО «Сызранский НПЗ» представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Табель оснащения аварийными средствами защиты на установке получения водорода АО «Сызранский НПЗ» [30]

Вид АСР на которое аттестуется АСС, АСФ	Тип объекта, обслуживаемого АСС, АСФ	Время прибытия АСС, АСФ на аварию	Основной характер воздействия опасных веществ на человека при аварии	Основные средства защиты спасателя	Возможность АСС, АСФ выполнения АСР на объектах другого типа
1	2	3	4	5	6
Газоспасательные работы	А. Объекты газораспределения и газопотребления (газовые сети жилого сектора)	До 60 мин	Ингаляционный	Шланговый противогаз	Нет
Газоспасательные работы	Б. Объекты хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов	До 6 часов при ЛАРН на суше	Ингаляционный	Автономный изолирующий дыхательный аппарат на сжатом воздухе	Объекты типа А
Газоспасательные работы	В. Объекты с наличием опасных химических веществ в газообразной форме	5 мин	Ингаляционный резорбтивный	Автономный изолирующий дыхательный аппарат на сжатом воздухе Защитный изолирующий костюм открытого типа	Объекты типа А и Б
Газоспасательные работы	Г. Объекты с наличием опасных химических веществ в жидкой форме	5 мин	Ингаляционный резорбтивный	Автономный изолирующий дыхательный аппарат на сжатом воздухе Защитный изолирующий костюм капсульного (закрытого) типа	Объекты всех типов

Таким образом, АСС, АСФ, аттестованные, на газоспасательные работы

на одном объекте, могут не обладать достаточными средствами защиты, структурой, численностью, оснащенностью, квалификацией спасателей для работы в условиях другого объекта, не обеспечивать установленное время прибытия на аварию. При этом никакой разницы между такими АСС, АСФ в свидетельстве об аттестации и аттестационном реестре нет.

«Такой упрощенный подход к определению и указанию вида аварийно-спасательных работ может привести, в числе прочего, к тяжелым последствиям (травмированию и гибели спасателей) в случае привлечения АСС, АСФ к ликвидации аварий в условиях, отличных от заявленных при аттестации. При этом, имея аттестацию на общий для всех типов объектов вид аварийно-спасательных работ, АСС, АСФ могут предлагать услуги по обслуживанию опасных производственных объектов, эффективную защиту которых данное спасательное формирование на деле обеспечить не может» [16].

Для решения данной проблемы целым рядом аттестационных комиссий сохранена и вполне обоснована существовавшая ранее практика уточнения вида аварийно-спасательных работ путем расшифровки того, в какой части эти работы могут выполняться. Тем самым, аттестационная комиссия документально ограничивает сферу деятельности АСС, АСФ только теми аварийно-спасательными работами, которые с учетом имеющихся возможностей и специфики спасатели могут реально выполнить.

Еще одним вариантом выхода из сложившейся ситуации могли бы стать разработка и утверждение межведомственной аттестационной комиссией нормативного документа, устанавливающего содержание видов аварийно-спасательных работ и отражение кодов этих работ в свидетельстве об аттестации.

8. Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

8.1 Разработка плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности

«После проведения всех мероприятий по оценке состояния условий труда, составим план по их улучшению» [22] (таблица 8.1).

Таблица 8.1 - План мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения
Установка получения водорода	Применение способа очистки углеводородного сырья и продуктов от сероводорода, либо от меркаптанов	Уменьшение коррозионных факторов для оборудования или для трубопроводов при протекании процессов нейтрализации сероводорода и меркаптанов в различных углеводородных средах. Повышение степени безопасных условий работ, повышение экологической безопасности при проведении процессов очистки углеводородного сырья	15.01.2019-01.05.2019	Установка получения водорода Отдел главного технолога Отдел метрологии Отдел охраны труда

8.2 Расчет размера скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Рассмотрим исходные данные для расчета (таблица 8.2).

Таблица 8.2 - Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	Данные по годам		
			2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6
«Среднесписочная численность работающих» [22].	N	чел	3564	3580	3590
«Количество страховых случаев за год» [22].	K	шт.	13	14	12
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [22].	S	шт.	12	14	12
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [22].	T	дни	120	135	128
«Сумма обеспечения по страхованию» [22].	O	млн. руб.	2,9	2,2	2,15
«Фонд заработной платы за год» [22].	ФЗП	млн. руб.	106,9	107,4	107,7
«Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест» [22].	q11	шт.	3521	3541	3560
«Число рабочих мест, подлежащих аттестации» [22].	q12	шт.	43	39	30
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда» [22].	q13	шт.	3501	3514	3528
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [22].	q21	шт.	3550	3575	3579
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [22].	q22	шт.	14	5	11

«Показатель $a_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле» [22]:

$$a_{стр} = \frac{O}{V} \quad (8.1)$$

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

V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [22].

$$a_{cmp_{2016}} = \frac{2,9}{138,9} = 0,02$$

$$a_{cmp_{2017}} = \frac{2,2}{139,6} = 0,02$$

$$a_{cmp_{2018}} = \frac{2,15}{140} = 0,02$$

$$V = \sum \PhiЗП \cdot t_{cmp} \quad (8.2)$$

где « $t_{стр}$ – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [22].

$$V_{2016} = 106,9 \cdot 1,3 = 138,9$$

$$V_{2017} = 107,4 \cdot 1,3 = 139,6$$

$$V_{2018} = 107,7 \cdot 1,3 = 140$$

«Количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [22]:

$$b_{cmp} = \frac{K \cdot 1000}{N} \quad (8.3)$$

где « K – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему;

N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [22].

$$b_{cmp_{2016}} = \frac{13 \cdot 1000}{3564} = 3,7$$

$$b_{cmp_{2017}} = \frac{14 \cdot 1000}{3580} = 3,9$$

$$b_{cmp_{2018}} = \frac{12 \cdot 1000}{3590} = 3,3$$

«Количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай» [22]:

$$c = \frac{T}{S} \quad (8.4)$$

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

S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [22].

$$c_{2016} = \frac{120}{12} = 10$$

$$c_{2017} = \frac{135}{14} = 9,6$$

$$c_{2018} = \frac{128}{12} = 10,7$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда» [22]:

$$q_1 = \frac{q_{11} - q_{13}}{q_{12}} \quad (8.5)$$

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;

q12 – общее количество рабочих мест;

q13 – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [22].

$$q_{1_{2016}} = \frac{3521 - 3501}{43} = 0,47$$

$$q_{1_{2017}} = \frac{3541 - 3514}{39} = 0,69$$

$$q_{1_{2018}} = \frac{3560 - 3528}{30} = 1,1$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров» [22]:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}} \quad (8.6)$$

«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;

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

$$q_{2_{2016}} = \frac{3550}{14} = 253,6$$

$$q_{2_{2017}} = \frac{3575}{5} = 715$$

$$q_{2_{2018}} = \frac{3579}{11} = 325,4$$

«Рассчитываем размер надбавки по формуле» [22]:

$$P = \left\{ \frac{\frac{a_{cmp}}{a_{взд}} + \frac{b_{cmp}}{b_{взд}} + \frac{c_{cmp}}{c_{взд}}}{3} - 1 \right\} \cdot 1 - q_1 \cdot 1 - q_2 \cdot 100 \quad (8.7)$$

$$P_{2016} = \left\{ \frac{\frac{0,02}{0,05} + \frac{3,7}{1,56} + \frac{10}{97,74}}{3} - 1 \right\} \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 100 = 0,05$$

$$P_{2017} = \left\{ \frac{\frac{0,02}{0,05} + \frac{3,9}{1,56} + \frac{9,6}{97,74}}{3} - 1 \right\} \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 100 = 0,001$$

$$P_{2018} = \left\{ \frac{\frac{0,02}{0,05} + \frac{3,3}{1,56} + \frac{10,7}{97,74}}{3} - 1 \right\} \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 100 = 0,003$$

«Размер страхового тарифа на следующий год» [22]:

$$t_{cmp}^{2019} = t_{cmp}^{2018} + t_{cmp}^{2018} \cdot P \quad (8.8)$$

$$t_{cmp}^{2019} = t_{cmp}^{2018} - t_{cmp}^{2018} \cdot P = 1,3 + 1,3 \cdot 0,003 = 1,31$$

«Размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [22]:

$$V^{2019} = \PhiЗП^{2018} \cdot t_{стр}^{2019} \quad (8.9)$$

$$V^{2019} = 107,7 \cdot 1,31 = 141,1$$

«Размер роста страховых взносов» [22]:

$$\mathcal{E} = V^{2019} - V^{2018} \quad (8.10)$$

$$\mathcal{E} = 141,1 - 140 = 1,1$$

8.3 Оценка снижения уровня травматизма, профессиональной заболеваемости по результатам выполнения плана мероприятий по улучшению условий, охраны труда и промышленной безопасности

Применение процесса нейтрализации сероводорода и меркаптанов в вещества, содержащих углеводороды позволяет составить следующую смету затрат (таблица 8.3).

Таблица 8.3 – Смета затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.
Разработка, согласование и утверждение проектной документации	11000
Строительно-монтажные работы	12170
Стоимость оборудования	260000
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	11130
Итого:	294300

«Определить изменение численности работников, условия труда которых на рабочих местах не соответствуют нормативным требованиям» [22] ($\Delta Ч_i$):

$$\Delta Ч_i = Ч_i^{\phi} - Ч_i^n, \quad (8.6)$$

$$\Delta Ч_i = Ч_i^{\phi} - Ч_i^n = 15 - 9 = 6 \text{ чел.}$$

«Поскольку существует такой фактор, как временная нетрудоспособность, то рассмотрим сколько из-за этого теряется рабочего времени» [22]:

$$BUT = \frac{100 \times D_{nc}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 14}{17} = 93,3 \text{ дн.} \quad (8.7)$$

где D_{nc} – число нетрудоспособных дней из-за несчастного случая, дни.

«Внедрение планируемого технического решения увеличит трудоспособность персонала» [22]:

$$\mathcal{E}_\phi = \frac{BUT^{\bar{\phi}} - BUT^{np}}{\Phi_{\text{факт}}^{\bar{\phi}}} \times \mathcal{C}_{\bar{\phi}} = \frac{93,3 - 20}{1640} \cdot 17 = 0,76 \quad (8.8)$$

где $BUT^{\bar{\phi}}$, BUT^{np} – «потеря рабочего времени из-за с временной нетрудоспособности в расчете на 100 рабочих к году до и после внедрения мероприятия, дни» [22].

8.4 Оценка снижения размера выплаты льгот, компенсаций работникам организации за вредные и опасные условия труда

Изучим уровень годовой экономии на себестоимость продукции в случае применения внедряемого технического решения:

$$\mathcal{E}_c = Mz^{\bar{\phi}} - Mz^n = 136894,08 - 66597,12 = 70296,96 \text{ руб.}, \quad (8.9)$$

«где $Mz^{\bar{\phi}}$ - затраты на материалы до внедрения справочной системы оценки и управления профессиональными рисками;

Mz^n - затраты после внедрения справочной системы оценки и управления профессиональными рисками» [22].

Затраты на материалы:

$$Mz = BUT \cdot ЗПЛ_{\text{дн}} \cdot \mu,$$

$$Mz = 82 \cdot 1112,96 \cdot 1,5 = 136894,08 \text{ руб.}, \quad (8.10)$$

$$Mz = 41 \cdot 1082,88 \cdot 1,5 = 66597,12 \text{ руб.},$$

«где BUT - потери рабочего времени, дни;

$ЗПЛ$ - среднедневная заработная плата» [22].

«Среднедневная заработная плата» [22]:

$$ЗПЛ_{\text{дн}} = T_{uc} \times T \times S \times (100\% + k_{\text{дон}}),$$

$$ЗПЛ_{\text{дн}}^{\bar{\phi}} = 94 \times 8 \times 1 \times (100\% + 48\%) = 1112,96 \text{ руб.}, \quad (8.11)$$

$$ЗПЛ_{\text{дн}}^n = 94 \times 8 \times 1 \times (100\% + 44\%) = 1082,88 \text{ руб.},$$

«где $T_{чс}$ - количество смен;

T - количество часов в смене» [22].

«Годовая экономия фонда заработной платы» [22]:

$$\mathcal{E}_T = \PhiЗП_{год}^6 - \PhiЗП_{год}^n \cdot (1 + k_{д} / 100\%) = \quad (8.12)$$

$$= 4156905,6 - 1617822,72 \cdot 1 + 10\% / 100\% = 2539082,88 \cdot 1,001 = 2541622 \text{ руб.},$$

$$\PhiЗП_{год} = ЗПЛ_{год} \times Ч_i,$$

$$\PhiЗП_{год}^6 = 277127,04 \times 12 = 4156905 \text{ руб.}, \quad (8.13)$$

$$\PhiЗП_{год}^n = 269637,12 \times 5 = 1617822,72 \text{ руб.},$$

«где $\PhiЗП_{год}^6$ - фонд заработной платы до внедрения справочной системы оценки и управления профессиональными рисками;

$\PhiЗП_{год}^n$ - фонд заработной платы после внедрения справочной системы оценки и управления профессиональными рисками» [22].

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_z = \mathcal{E}_z + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{осн} = \quad (8.14)$$

$$= 876320,64 + 70296,96 + 2541622 + 670988 = 4159227,6 \text{ руб.},$$

«Срок окупаемости единовременных затрат» [22] ($T_{ед}$):

$$T_{ед} = Z_{ед} / \mathcal{E}_z = 5000000 / 4159227,6 = 1,2 \text{ г}, \quad (8.15)$$

«где $Z_{ед}$ - единовременные затраты на внедрение справочной системы оценки и управления профессиональными рисками;

\mathcal{E}_z - годовой эффект от внедрения справочной системы оценки и управления профессиональными рисками» [22].

«Коэффициент экономической эффективности единовременных затрат» [22] ($E_{ед}$):

$$E_{ед} = 1 / T_{ед} = 1 / 1,2 = 0,83, \quad (8.16)$$

«где $T_{ед}$ - срок окупаемости единовременных затрат от внедрения справочной системы оценки и управления профессиональными рисками» [22].

8.5 Оценка производительности труда в связи с улучшением условий и охраны труда в организации

«Увеличение производительности труда» [22]:

$$P_{mp} = \frac{\mathcal{E}_q \times 100}{ССЧ^{\delta} - \mathcal{E}_q} = \frac{0,96 \cdot 100}{35 - 0,96} = 2,8, \quad (8.17)$$

«где \mathcal{E}_q - эффективность, зависящая от численности;

ССЧ - среднесписочная численность, чел» [22].

«Годовые амортизационные отчисления» [22]:

$$A_{год} = \frac{C_{об} \cdot H_a}{100} = \frac{30500 \times 15\%}{100} = 4575 \text{ руб.}, \quad (8.18)$$

«где H_a - норма амортизации.

Сумма в год на ремонт» [22]:

$$P_{m.p.} = \frac{C_{об} \times H_{mp}}{100} = \frac{30500 \times 35\%}{100} = 10675 \text{ руб.}, \quad (8.19)$$

«где $C_{об}$ - себестоимость работ;

H_{mp} - норма отчислений» [22].

Итого: $4575 + 10675 = 15250$ руб.

«Экономическая эффективность затрат от внедрения мероприятий» [22]:

$$\mathcal{E}_{p/p} = \frac{\mathcal{E}_z}{C} = \frac{2141224,6}{2100000} = 1,02, \quad (8.20)$$

«где \mathcal{E}_z - годовой эффект;

C - сумма затрат» [22].

«Экономическая эффективность капитальных вложений на внедрение мероприятия» [22]:

$$\mathcal{E}_k = \frac{(\mathcal{E}_z - C)}{K_{общ}} = \frac{(2141224,6 - 2100000)}{70540} = 0,58, \quad (8.21)$$

«где \mathcal{E}_z - годовой эффект;

C - сумма затрат» [22].

«Данный показатель больше нормативного - вложения на внедрение мероприятия эффективны.

Срок окупаемости средств» [22] ($N_{ок}$):

$$N_{ок} = \frac{T}{\frac{\mathcal{E}_c}{C}} = \frac{12}{2141224,6 / 2100000} = 11,8 \text{ мес.}, \quad (8.22)$$

«где T - число месяцев за рассматриваемый период внедрения мероприятий, мес.

Срок окупаемости капитальных вложений» [22]:

$$T_{ок} = \frac{1}{\mathcal{E}_k} = \frac{1}{0,74} = 1,35, \quad (8.23)$$

где \mathcal{E}_2 - годовой эффект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объектом исследования в бакалаврской работе выступает технологический процесс на установке получения водорода с блоком КЦА цеха №15. Сырье поступающую на переработку для данной установки характеризуется наличием сероводорода и меркаптанов, которые являются коррозионными соединениями. Их содержание в сырье объясняется либо их естественным происхождением в ископаемом углеводородном сырье, либо появлением в нефтепродуктах в результате переработки серосодержащего сырья. Рассматриваемые соединения являются чрезвычайно токсичными уже при очень малых концентрациях. Поэтому необходимы технические решения, способствующие их существенному снижению или полному удалению.

Таким образом, объектом внедрения технического решения в бакалаврской работе выбран способ очистки углеводородного сырья и продуктов от сероводорода либо от меркаптанов.

После проведения анализа существующих разработок в этой области было предложено в качестве решения применение патента RU 2641910. Автор: Исиченко И.В. Данное решение уменьшает коррозионные факторы, возникающие в оборудовании или трубопроводах. Помимо этого, предлагаемое техническое решение дает возможность повысить безопасность условий работ, снижает антропогенное воздействие на окружающую в технологическом процессе установки получения водорода в АО «Сызранский НПЗ».

В качестве дополнительного преимущества предлагаемого способа очистки от сероводорода и меркаптанов можно выделить также и отсутствие нежелательных продуктов реакций, связанных с использованием широко распространенных в промышленности поглотителей на основе формальдегида и его производных – триазинов, которые образуют трудноудаляемые отложения в технологических емкостях и трубах, а также являются причиной дополнительного загрязнения сырья токсичными и дурнопахнущими веществами.

Таким образом, задачи поставленные в начале работы достигнуты, а цель выполнена за счет применения эффективного процесса очистки нефтепродуктов от сероводорода и меркаптанов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ (ред. от 03.07.2016) ФЗ №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ред. от 03.07.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 05.04.2019).

2. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116–ФЗ (ред. от 07.03.2017 N 31–ФЗ) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 15.04.2019).

3. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7–ФЗ (ред. от 03.07.2016 N 358–ФЗ) «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 15.03.2019).

4. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 N 426–ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 03.03.2019).

5. Приказ Минприроды России от 07.08.2018 г. № 352 «Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=309693&rnd=D2CF1866DA348E8FC01482A93E62FA67#02544304690531951> (дата обращения: 14.05.2019).

6. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 N 290н «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной

одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» (ред. от 12.01.2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91478/ (дата обращения: 19.04.2019).

7. Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012 N 781 «Об утверждении рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147686/ (дата обращения: 16.05.2019).

8. ГОСТ 12.0.003–2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 19.05.2019).

9. ГОСТ 12.4.011–89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 20.04.2019).

10. ГОСТ Р 22.3.03–94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-22-3-03-94> (дата обращения: 01.06.2019).

11. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно–планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 21.05.2019).

12. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456044318> (дата обращения: 26.04.2019).

13. Андруш, В.Г. Охрана труда : учебное пособие / В.Г. Андруш. – Минск : Республиканский институт профессионального образования, 2017. –

333 с.

14. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Н.К. Демик. – М. : Директ–Медиа, 2016. – 296 с.

15. Бюллетень производственного травматизма в РФ в 2018 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/working_conditions/ (дата обращения: 02.06.2019).

16. Вишняков, Я.Д. Безопасность жизнедеятельности : учебник / Я.Д. Вишняков. – Люберцы : Юрайт, 2015. – 543 с.

17. Журнал регистрации несчастных случаев на производстве / АО «Сызранский НПЗ». – 2018. – 45 с.

18. Журнал учета проведения тренировок по эвакуации / АО «Сызранский НПЗ». – 2018. – 37 с.

19. Занько, Н.Г. Безопасность жизнедеятельности / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян и др. – СПб. : Лань, 2016. – 696 с.

20. Копылов, А.Ю. Технология подготовки и переработки сернистого углеводородного сырья на основе экстракционных процессов, Автореферат доктора технических наук / А.Ю. Копылов // Казань. – 2010. № 12. – С. 12–13.

21. Мазгаров, А.М. Технологии очистки попутного нефтяного газа от сероводорода : учебно–методическое пособие / А.М. Мазгаров, О.М. Корнетова. – М.: Казань, 2015.

22. Методические указания по выполнению раздела 8. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.rosdistant.ru/mod/resource/view.php?id=47106> (дата обращения: 15.05.2019).

23. Никифоров, Л.Л. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Л.Л. Никифоров, В.В. Персиянов. – М. : Издательско–торговая корпорация «Дашков и К», 2017. – 412 с.

24. Орехова, А.И. Экологические проблемы нефтеперерабатывающего

производства / А.И. Орехова // «Экология производства». – № 1. – 2015. – С.23–26.

25. Официальный сайт АО «Сызранский НПЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://snpz.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Pererabotka/snpz/> (дата обращения: 26.04.2019).

26. Пат. № 2641910 Российская Федерация. Процесс очистки углеводородных сред от H₂S и/или меркаптанов / И.В. Исиченко : заявитель и патентообладатель И.В. Исиченко. - № 2017102696 ; заявл.27.01.2017 ; опубл. 23.01.2018. Бюлл.№3. – 24 с. : ил.

27. Повышение эффективности десорбционной очистки нефти от сероводорода / Н.Г. Ибрагимов, Р.З. Сахабутдинов, А.Н. Шаталов, А.А. Ануфриев, Р.М. Гарифуллин // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть / ПАО «Татнефть». – М. : Нефтяное хозяйство, 2016. – Вып. 84. – С. 166–173.

28. Росляков, А.Д. Анализ технологий очистки углеводородного сырья от сернистых соединений / А.Д. Росляков, В.В. Бурлий // Экология и промышленность России. –2010. – № 2. – С.42–45.

29. Сероочистка нефтепродуктов и обезвреживание стоков на полимерном катализаторе КСМ / Р.М. Ахмадуллин, А.Г. Ахмадуллина, С.И. Агаджанян, А.Р. Зарипова // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2012. – № 6. – С. 10–16.

30. Табель оснащения аварийными средствами защиты в АО «Сызранский НПЗ» / АО «Сызранский НПЗ». – 2018. – 29 с.

31. Шаймарданов, В.Х. Разработка высокоэффективной технологии очистки нефти от газа. / В. Х. Шаймарданов, Е. П. Масленников, У. Е. Усанов // Роснефть. – 2012. – № 4. – С. 59–61.

32. Экология нефтеперерабатывающего производства / Под ред. А.Н. Болдина, С.С.Жуковского, А.Н. Поддубного, А.И. Яковлева, В.Л. Крохотина. – Брянск, БГТУ. – 2017. – 72 с.

33. CSB Releases New Computer Animation of 2010 Deepwater Horizon

Blowout [Electronic resource], 2014. – URL: <https://www.csb.gov/csb-releases-new-computer-animation-of-2010-deepwater-horizon-blowout/> (date of circulation: on 26.05.2019).

34. Flesher, J. Michigan, Enbridge Make Deal on Pipeline Safety [Electronic resource] / J. Flesher, IEN, 2015. – URL: <https://www.ien.com/safety/news/20984051/michigan-enbridge-make-deal-on-pipeline-safety> (date of circulation: on 26.04.2019).

35. Friis, C. Industrial safety: saving lives, health and the environment / C. Friis, Industrial Safety in Industry, 2017 [Electronic resource]. – URL: <https://www.safety.ru/zarubejny-opit/promyshlennaya-bezopasnost-spasenie-zhizney-zdorovya-i-okruzhayushchey-sredy> (date of circulation: on 27.05.2018).

36. Khadzhiev, S.N. Trends in the synthesis of metal oxide nanoparticles through reverse microemulsions in hydrocarbon media / S.N. Khadzhiev, Advances in Colloid and Interface Science, 2013. – P. 132–145.

37. Shakhtakhtinskii, T.N. New heterogeneous catalysts for demercaptanization of petroleum and petroleum products / T.N. Shakhtakhtinskii, T.T. Yarmamedov, A.D. Efendi, M.R. Manafov, I.G. Melikova, Z.A. Zaitseva // Institute of Chemical Problems of the National Academy of Sciences of Azerbaidzhan, Baku. - №3, pp. 22 – 26, May – June, 2017.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

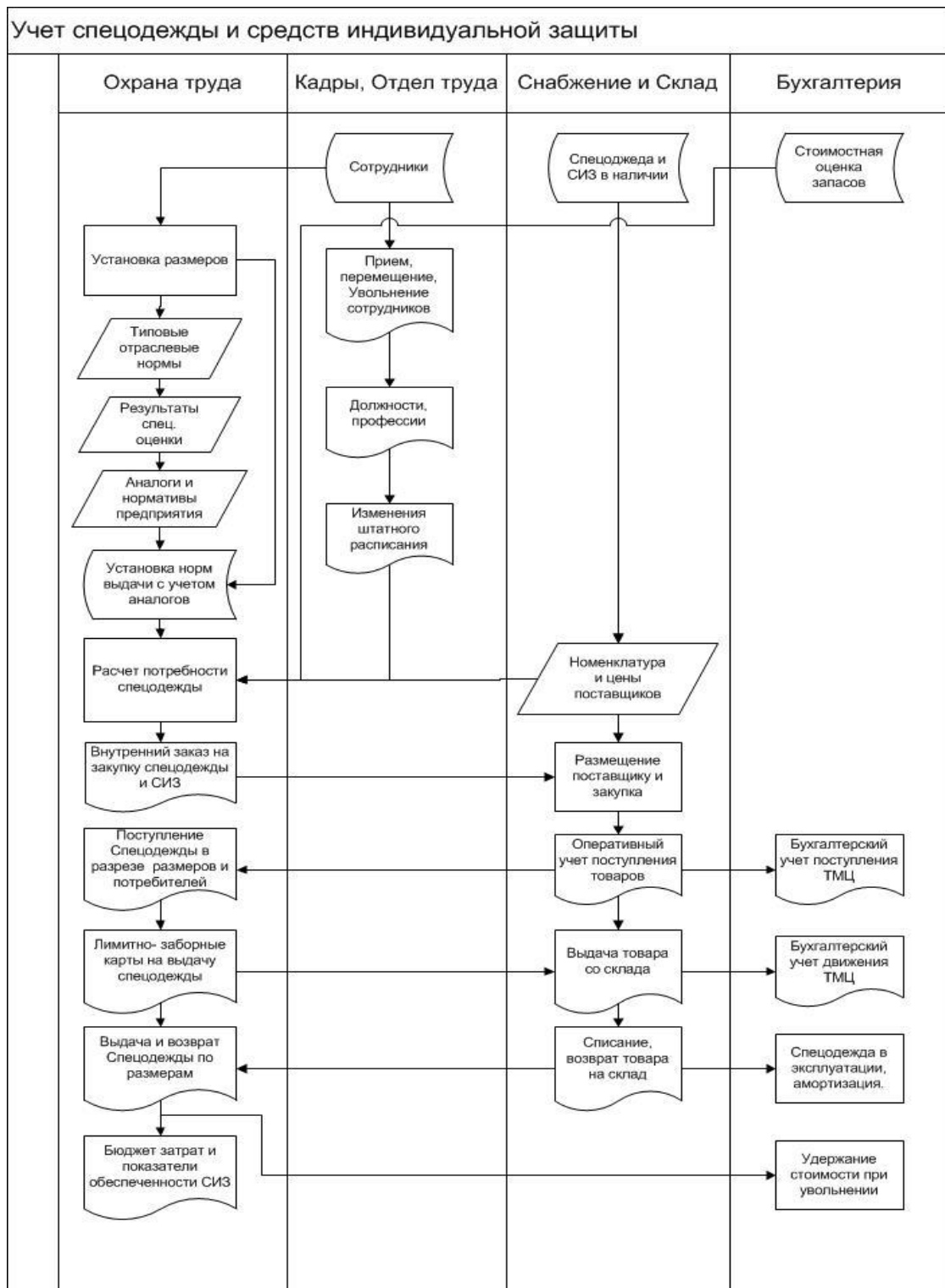


Рисунок А.1 - Документированная процедура выдачи спецодежды и защитных средств в АО «Сызранский НПЗ»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

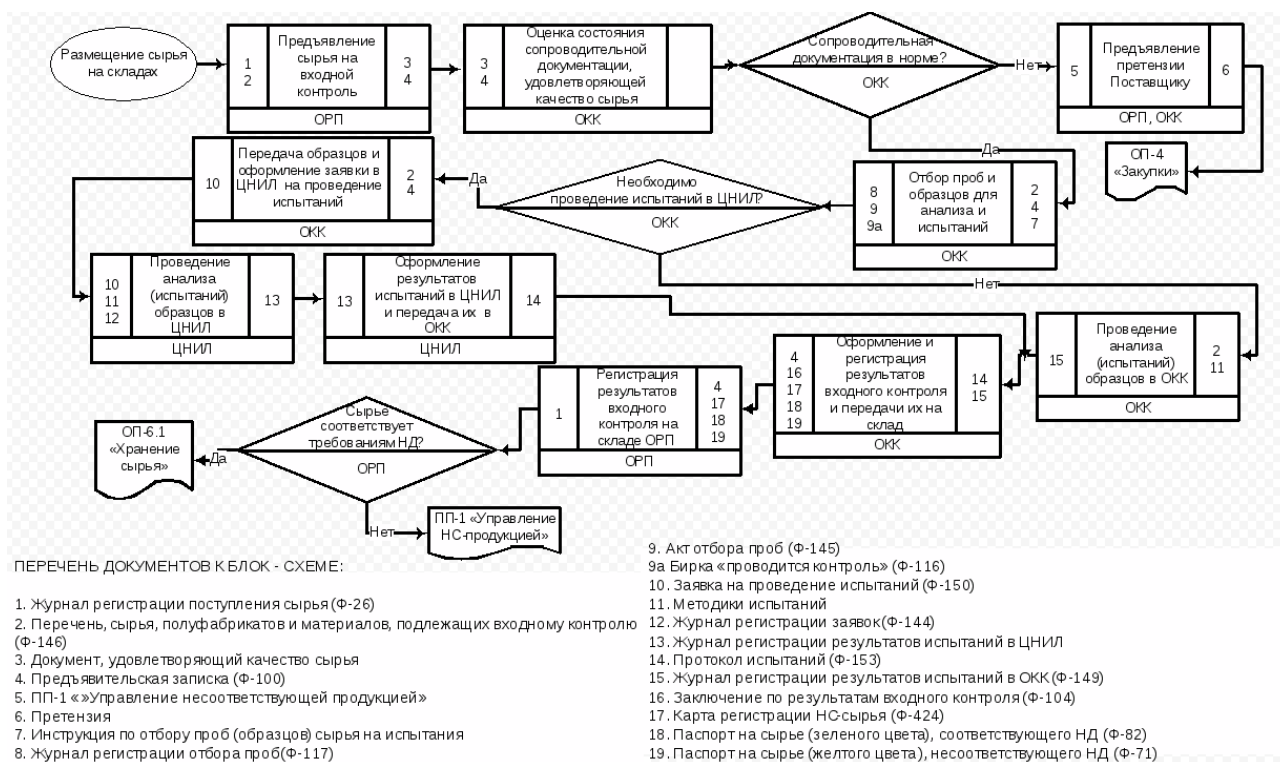


Рисунок Б.1 - Документированная процедура использования воды на производстве АО «Сызранский НПЗ»