

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность  
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Обеспечение безопасности работ при зачистке от остатков нефтепродуктов и перевозке технологических резервуаров нефтебазы №1 Кош-Агачского района Республики Алтай</b>

УДК 614.8:621.642

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г20	Чындакаев Суунер Дмитриевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. БЖДЭиФВ	Родионов П.В.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной  
программе направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность  
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой  
 БЖДЭиФВ  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
17Г20	Чындакаеву Суунеру Дмитриевичу

Тема работы:

Обеспечение безопасности работ при зачистке от остатков нефтепродуктов и перевозке технологических резервуаров нефтебазы №1 Кош-Агачевского района Республики Алтай	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 28/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	10.06.2016 г.
---	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования – безопасность работ по зачистке от нефтепродуктов и перевозке технологических резервуаров нефтебазы № 1 Кош-Агачевского района республики Алтай.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1 Аналитический обзор по литературным источникам актуальности мероприятий по организации работ при очистке резервуаров от отложений нефтепродуктов. 2 Изучение требований нормативно-правовых актов по организации пожарной безопасности

	<p>технологических процессов по очистке резервуаров от нефтепродуктов.</p> <p>3 Исследование состояния пожарной безопасности технологических процессов нефтебазы № 1 Кош-Агачевского района Республики Алтай.</p> <p>4 Разработка рекомендаций по организации безопасности работ при зачистке от остатков нефтепродуктов и перевозке технологических резервуаров.</p> <p>5 Расчет экономического обоснования проводимых мероприятий по противопожарной защите.</p>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Филонов Александр Владимирович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель каф. БЖДЭиФВ	Родионов П.В.			10.02.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г20	Чындакаев Суунер Дмитриевич		10.02.2016

2016 г

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт	<u>Юргинский Технологический институт</u>
Направление подготовки (специальность)	<u>280700 Техносферная безопасность</u>
Уровень образования	<u>Бакалавриат</u>
Кафедра	<u>БЖДЭ и ФВ</u>
Период выполнения	<u>весенний семестр 2015/2016 учебного года</u>

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: <b>Чындакаев С.Д.</b>	10.06.2016 г.
---	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
04.05.2016	<i>Введение. Обзор литературы.</i>	5
11.05.2015	<i>Расчеты и аналитика.</i>	5
18.05.2015	<i>Результаты проведенного исследования. Заключение.</i>	10
24.05.2016	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».</i>	5
30.05.2016	<i>Раздел «Социальная ответственность».</i>	5
01.06.2016	<i>Предварительная защита ВКР.</i>	10
08.06.2016	<i>Нормоконтроль.</i>	-

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Родионов Павел Вадимович			

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭ и ФВ	Солодский Сергей Анатольевич	к.т.н., доцент		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему «Обеспечение безопасности работ при зачистке от остатков нефтепродуктов и перевозке технологических резервуаров нефтебазы №1 Кош-Агачевского района Республики Алтай» состоит из текстового документа, выполненного на 83 страницах. Текстовый документ содержит 3 рисунка, одну диаграмму, 3 таблицы, список использованной литературы из 50 наименований.

Ключевые слова: авария, меры пожарной безопасности, нефтепродукты, предотвращение чрезвычайных ситуаций, предупреждение чрезвычайных ситуаций, резервуарный парк, чрезвычайная ситуация.

Объект исследования: пожарная безопасность при проведении работ по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов нефтебазы № 1 Кош-Агачевского района Республики Алтай».

В результате проведенного анализа причин аварий и происшествий при проведении работ по очистке резервуаров от нефтепродуктов возникла необходимость в разработке рекомендаций и организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов.

Выпускная квалификационная работа оформлена в текстовом редакторе MicrosoftWord 7.0 и представлена в распечатанном виде формата А4.

Область применения: пожарная безопасность.

Экономическая эффективность/значимость работы высокая.

Степень внедрения: начальная.

## The abstract

Final qualifying work on the theme "Ensuring the safety of work during cleaning of oil residues and transportation technology reservoir tank farm №1 Kosh-Agachevskogo district of the Altai Republic" consists of a text document, executed on 83pages. Text document contains graphics 3, diagram 1, 3tables, a list of references from 50 names.

**Klyuchevye Words:** accident, fire safety measures, petroleum products, emergency prevention, prevention of emergency situations, tank farm, an emergency.

**The object of study:** Fire safety at work in cleaning process vessels from the remnants of oil tank farm number 1 Kosh-Agachevskogo district of the Altai Republic. "

As a result of the analysis of the causes of accidents and incidents at work cleaning the tanks of petroleum products there is a need for guidelines and organizational and technical measures to ensure the safety of work during cleaning process tanks from oil residues.

Final qualifying work is framed in a text editor MicrosoftWord 7.0 and presented in printed form A4.

**Degree of implementation:** initial.

**Scope:** fire safety.

**Cost-effectiveness / value of the work is high.**

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

*Авария* – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ [1].

*Источник чрезвычайной ситуации* – опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация [2].

*Локализация разлива* – действия, обеспечивающие предотвращение дальнейшего растекания нефти по земле и/или водной поверхности. Мероприятия по локализации считаются завершёнными после прекращения сброса нефти [3].

*Меры пожарной безопасности* – действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности [4].

*Нефть* – означает в любом виде, в том числе сырую нефть, топливную нефть, нефтяной отстой, нефтяные отходы и очищенные нефтепродукты [5].

*Обеспечение пожарной безопасности* – принятие и соблюдение нормативных правовых актов, правил и требований пожарной безопасности, а также проведение противопожарных мероприятий [6].

*Опасный производственный объект (ОПО)* – предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, на которых: получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества

(воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды) [1].

*Организация* – организация, имеющая опасные производственные объекты, осуществляющая разведку месторождений, добычу нефти, а также переработку, транспортировку и хранение нефти и нефтепродуктов [1].

*Пожар* – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [6].

*Предотвращение чрезвычайных ситуаций* – комплекс правовых, организационных, экономических, инженерно-технических, экологозащитных, санитарно-гигиенических, санитарно-эпидемиологических и специальных мероприятий, направленных на организацию наблюдения и контроля за состоянием окружающей природной среды и потенциально опасных объектов, прогнозирования и профилактики возникновения источников чрезвычайной ситуации, а также на подготовку к чрезвычайным ситуациям [2].

*Предупреждение чрезвычайных ситуаций* – комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения [7].

*Прогнозирование чрезвычайных ситуаций* – опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа возможных причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем. Может носить долгосрочный, краткосрочный или оперативный характер [8].

*Резервуарный парк (РП)* – группа (группы) резервуаров, предназначенных для приема, хранения и выдачи нефтепродуктов и размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или

ограждающей стенкой при наземных резервуарах, противопожарными проездами – при подземных резервуарах и резервуарах, установленных в котлованах и выемках [9].

*Риск возникновения чрезвычайной ситуации* – вероятность или частота возникновения источника чрезвычайной ситуации, определяемая соответствующими показателями риска [10].

– пожарная безопасность объекта защиты: состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

– пожарный риск: мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей [4].

– предел огнестойкости конструкции (заполнения проемов противопожарных преград): промежуток времени от начала огневого воздействия в условиях стандартных испытаний до наступления одного из нормированных для данной конструкции (заполнения проемов противопожарных преград) предельных состояний [4].

– система пожарной сигнализации: совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста [4].

– система предотвращения пожара: комплекс организационных мероприятий и технических средств, исключающих возможность возникновения пожара на объекте защиты [4].

– степень огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков: классификационная характеристика зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков, определяемая пределами огнестойкости конструкций, применяемых для строительства указанных зданий, сооружений, строений и отсеков.

– технические средства оповещения и управления эвакуацией: совокупность технических средств (приборов управления оповещателями,

пожарных оповещателей), предназначенных для оповещения людей о пожаре.

– устойчивость объекта защиты при пожаре: свойство объекта защиты сохранять конструктивную целостность и (или) функциональное назначение при воздействии опасных факторов пожара и вторичных проявлений опасных факторов пожара [4].

Обозначения и сокращения

**АЗС**-автозаправочная станция;

**ТЭС**- тепловая электростанция;

**ГСМ**-горюче-смазочные материалы;

**ФЗ**- Федеральный закон;

**ГСС**-государственная система систематизации;

**НПВ**-нижний предел воспламенения;

**РВС**- резервуар вертикальный стальной;

**ЛВЖ**-легковоспламеняющиеся жидкости;

**ГЖ**-горючие жидкости;

**ППБ**- правила пожарной безопасности;

**ПСГ**-перекачивающая станция;

**ТМС**- технические моющие средства;

**ЭВЗ**-эжектор водоструйный;

**РТ**- Рукавное разветвление трехходовое;

**РС-Б**-ствол ручной доочистки.

Нормативные ссылки:

Работа разработана в соответствии с нормативными и нормативно-техническими документами:

РД 25.03.001-2002 «Системы охраны и безопасности объектов. Термины и определения»;

ГОСТ Р 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования»;

ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

ГОСТ Р 12.3.046-91 «Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования»;

ГОСТ Р 12.4.009-83 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание»;

ГОСТ Р 27331-87 «Пожарная техника. Классификация пожаров»;

НПБ 160-97 Нормы пожарной безопасности. Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Виды, размеры, общие технические требования;

СП 3.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности»;

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение  
Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.

Оглавление	
Введение	14
1 Обзор литературы	16
2. Объект и методы исследования	
2.1 Объект исследования	23
2.2 Предмет исследования	23
3. Расчет и аналитика	25
3.1 Классификация нефтебаз и пожаров на нефтебазах	26
3.2 Требования по пожарной безопасности к работам по очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов на предприятии	29
3.3 Меры безопасности при зачистке резервуаров, особенно из-под нефтепродуктов с температурой вспышки паров ниже 60 °С	30
3.4 Силы и средства по очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов	32
3.5 Средства защиты при проведении работ	33
3.6 Порядок проведения работ	34
3.7 Дегазация резервуара	34
3.8 Мойка резервуара	35
3.9 Организация подготовки резервуаров к обслуживанию	36
3.10 Сроки проведения технического обслуживания резервуаров	37
3.11 Правила охраны труда при работах при очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов	38
3.12 Результаты проведенного исследования	39
3.12.1 Анализ пожарной опасности объекта экономики	39
3.12.2 Сведения о пожаровзрывоопасности, находящихся на АЗС веществ и материалов	40
3.12.3. Пожарная опасность выхода горючей среды из оборудования при его нормальной работе	41
3.13 Построение дерева событий	46
3.13.1 Проведение исследования дерева отказов. Идентификация риска	48
3.13.2 Получение экспертных оценок иницирующих событий	51
3.13.3 Качественный и количественный анализ. Определение вероятностей событий	53
3.14. Предложения по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов	58

3.14.1 Подготовка к работам по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов	58
3.14.2 Требования безопасности во время работы по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов	59
3.14.3 Требования безопасности в аварийных ситуациях и при несчастных случаях	60
3.14.4 Требования безопасности по окончании работы	61
4. Финансовый менеджмент. Оценка финансовых затрат на транспортировку материальных средств	62
4.1 Расчет массы резервуаров	63
4.1.1 Расчет массы очищенных резервуаров	63
4.1.2 Расчет массы неочищенных резервуаров	63
4.1.2.3 Расчет массы нефтешлама в неочищенном резервуаре	63
4.2 Расчёт расхода ГСМ на перевозку крупногабаритного груза	64
4.2.1 Расчёт расхода ГСМ на перевозку очищенных резервуаров	66
4.2.1 Расчёт расхода ГСМ на перевозку неочищенных резервуаров	66
5.4 Расчёт затрат на топливо при транспортировке резервуаров	67
5.5 Расчет расходов на погрузочно-разгрузочные работы и довольствия водителей	67
5.6 Расчет затрат на денежное довольствие для работников по проведению работ по очистке резервуаров	68
5 Социальная ответственность	70

## Введение

Сырьевая база нефтяной отрасли Российской Федерации по разведанным и предварительно оцененным запасам является одной из крупнейших в мире. Для поддержания и развития отрасли в производственном отношении осуществляются такие общие задачи как поиск, разведка нефтяных месторождений, добыча нефти, ее переработка, транспортировка трубопроводным, автомобильным, железнодорожным и водным транспортом с перевалкой (погрузо-разгрузочными работами), бункеровкой (заправкой), хранением, а также реализацией нефти и нефтепродуктов.

Нефтепродукты обладают свойствами, с одной стороны, ценного и важнейшего товара, а с другой стороны, опасного для человека и окружающей природной среды вещества. В процессе освоения нефтяных месторождений оказывается активное воздействие на окружающую среду в пределах территорий самих месторождений, трасс линейных сооружений (промысловых и магистральных трубопроводов), а также в ближайших населенных пунктах (городах, поселках). При этом, в местах загрязнения, происходит долговременное разрушение растительного и почвенного покровов.

В результате несовершенства технологий, других объективных и субъективных причин на всех этапах операций с нефтью и нефтепродуктами происходят отдельные аварии. Они приводят к их разливам и загрязнению атмосферы, открытых водоемов, почвы и подземных вод, что, безусловно, изменяет состояние окружающей среды и, как следствие, снижает качество жизненного пространства населения и биоты в целом.

Основными причинами большого количества и объемов разливов нефти и нефтепродуктов в организациях, происходящих в результате аварий, можно назвать:

- изношенность основных фондов;
- неоперативное реагирование на аварии и происшествия и последующая неслаженность действий при локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов;
- несвоевременное проведение ремонтных работ оборудования и производственных сооружений;
- недостаточность, а порой и полное отсутствие сил и средств, необходимых для предупреждения разливов нефти и нефтепродуктов, своевременного реагирования на них, локализации и ликвидации последствий.

Своевременная зачистка технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов, высоковязких смолистых осадков, влаги и механических примесей обеспечивает бесперебойную работу нефтебаз, АЗС, ТЭС и хранилищ ГСМ. Контроль технического состояния и зачистка резервуаров для хранения и транспортировки нефтепродуктов является обязательным

требованием для обеспечения надежной эксплуатации в течение всего срока службы [11].

Во избежание развития чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов (далее - ЧС(Н)), возникающих при проведении работ по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов следует первоначально определить источники, природу, а также условия их инициирования, после чего разработать ряд мероприятия, направленных на их предотвращение, а при невозможности – на оптимизацию и повышение эффективности работ по локализации и ликвидации.

**Цель выпускной квалификационной работы:** разработка рекомендаций и организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

–Изучить возможные опасности, возникающие в связи с проведением работ по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов;

–Построить дерево событий для конкретного технологического объекта;

–Провести анализ пожарной опасности всех выполняемых мероприятий при проведении работ работе с технологическими резервуарами;

–Разработать предложения по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов.

## 1. Обзор литературы

По официальным статистическим данным Федеральной службы государственной статистики в настоящее время на территории России ежегодно происходит более 20 тысяч официально зарегистрированных аварий, сопровождающихся значительными разливами нефти. Объемы среднего разлива колеблются от 3 до 20 кубических метров.[12]

С каждым годом количество аварий на резервуарах возрастает в связи с тем, что большой процент резервуаров уже выработал свой проектный ресурс. Износ эксплуатируемых вертикальных стальных резервуаров (РВС) составляет 60-80 %.

Опасность возникновения аварийных ситуаций оценивается тяжестью причиняемого ущерба, который зависит от того, как проявляется авария: в виде взрывов и пожаров от разлившегося нефтепродукта, в виде хрупких разрушений или локальных отказов резервуаров. Как показывает практика, аварии на территории резервуарного парка в большинстве случаев сопровождаются значительными потерями нефтепродуктов, отравлением местности и гибелью людей. В экстремальных случаях по статистическим данным общий материальный ущерб превышает в 500 и более раз первичные затраты на сооружение резервуаров [13]. Поэтому есть основания считать, что на сегодняшний день вопрос обеспечения надежности резервуарных конструкций остается нерешенным.

Своевременная зачистка технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов, высоковязких смолистых осадков, влаги и механических примесей обеспечивает бесперебойную работу нефтебаз, АЗС, ТЭС и хранилищ ГСМ. Контроль технического состояния и зачистка резервуаров для хранения и транспортировки нефтепродуктов является обязательным требованием для обеспечения надежной эксплуатации в течение всего срока службы. Зачистка резервуаров от остатков нефтепродуктов и нефти

относится к газоопасным работам, поэтому организация, подготовка и проведение этой работы выполняется с учетом требований НТД:

- ГОСТ 12.1.004 [14], ГОСТ 12.1.044 [15];
- Правил технической эксплуатации резервуаров и инструкций по их ремонту;
- Типовой инструкции по охране работников, занятых зачисткой резервуаров от остатков нефтепродуктов [16];
- Типовой инструкции по организации безопасного проведения газоопасных работ на предприятиях нефтепродуктообеспечения, ТОИ Р-112-17-95 [17];
- ФЗ №69 «О пожарной безопасности»
- постановление Правительства РФ № 350 «О противопожарном режиме»[18].

Причины возникновения аварий условно можно объединить в три основные группы:

- Разрушение (разгерметизация) технологического оборудования и арматуры и отказы систем противоаварийной защиты объекта.
- Ошибки, запаздывание, бездействие персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала.
- Внешние воздействия природного и техногенного характера.

От 3-5% от всей добываемой нефти в конечно счете не может быть использовано для последующей переработки. При транспортировке нефти нефтеналивными судами и ее хранении в резервуарах, на дне осаждаются нефтешлам состоящий из частиц минерального (не нефтяного происхождения) и наиболее тяжелых углеводородов в основном парафинового ряда, удельный вес которых выше плотности нефти и воды.

Применение ручного метода очистки нефтяных резервуаров имеет следующие недостатки:

- Огромный риск для здоровья и безопасности людей, производящих очистку резервуаров ручными методами;

– Персонал, занимающийся очисткой резервуаров, обычно подготовлен значительно хуже персонала, занимающегося обслуживанием основного оборудования предприятий, связанных с добычей, переработкой и транспортировкой нефти. Этот фактор многократно увеличивает риск человеческих ошибок и даже преступной халатности. Не секрет что в России для выполнения подобных работ зачастую используется труд неквалифицированных низкооплачиваемых рабочих;

– При подобных методах очистки всегда происходит загрязнение окружающей среды (водного и воздушного бассейнов и почвы земли);

– Объем нефтеотходов, генерируемых при такой очистке, огромен. Это создает проблемы с их последующей транспортировкой, захоронением, повторной переработкой и/или обезвреживанием.

Две основные причины создают проблемы безопасности при очистке резервуаров. Первая заключается в том, что ручная очистка силами сервисных компаний вошла в нормальную практику повсеместно по всему миру. При этом Заказчик обычно мало уделяет внимания оценке подрядчика с точки зрения безопасности проведения работ. Второй аспект проблемы даже более важен и критичен в плане безопасности выполнения указанных работ. Очистка резервуаров в технологическом процессе нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий традиционно рассматривается как последняя по значимости для предприятия. По этой причине очистка резервуаров откладывается на как можно более поздние сроки. В конечном счете, когда с очисткой уже нельзя больше тянуть, предприятие в спешном порядке ищет подрядчика, руководствуясь при этом в своем выборе, прежде всего не на безопасном и качественном проведении работ по очистке, а на стоимости оказываемых услуг.

Утилизация отработанных масел и нефтешлама, является важным и главное неизбежным действием для защиты экологии, почв, водоемов.

Утилизация отработанных масел и нефтешламов должна происходить повсеместно. Если утилизация отработанного масла не производится то

данное отработанное масло складировается, накапливается и ждет своей участи. А участь у него такая – вылить, сжечь в котле или утилизация. Причем вероятнее первые два варианта. Утилизация отработанных масел и нефтешламов процесс технологически сложный, требует вложений в оборудование и лицензирования.[19]

Для подготовки объекта (оборудования, коммуникаций и т.п.) к газоопасным работам должен быть выполнен весь комплекс подготовительных работ, предусмотренных в наряде-допуске.

Для понижения взрывоопасности проводится предварительная дегазация резервуара путем естественной или принудительной вентиляции. Мойка внутренних поверхностей емкости осуществляется моющими машинами-гидромониторами. Для подачи и откачки моющей жидкости используют насосы. Применяют также различные специальные устройства механизированной мойки. Сточные воды помещаются в отстойники, очищаются и утилизируются.[20]

Анализ основных причин аварий, происшедших в резервуарных парках [21], позволил выделить следующие взаимосвязанные группы ЧС, вызванные:

- отказами (неполадками) оборудования (35%);
- ошибочными действиями персонала (51%);
- внешними воздействиями природного и техногенного характера (14%).

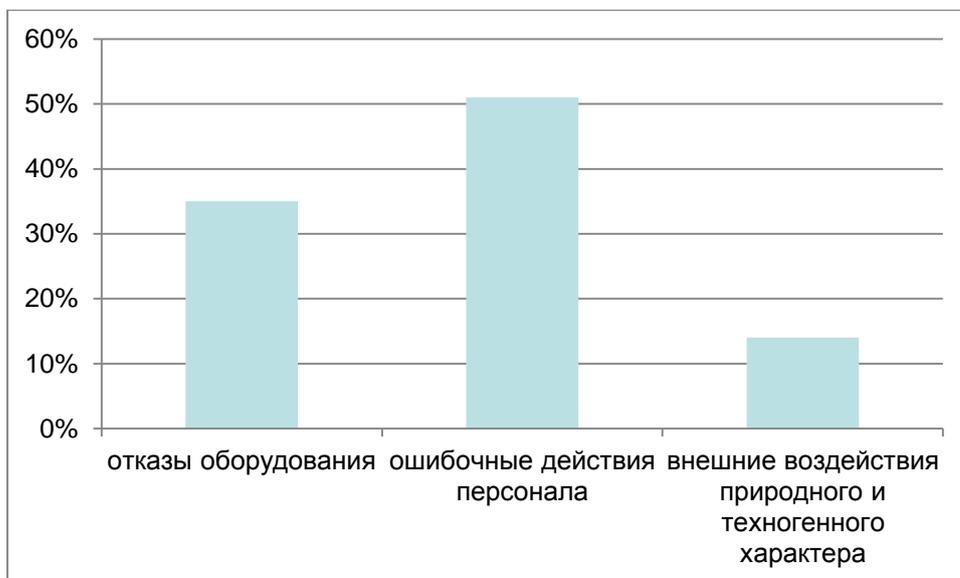


Диаграмма 1 – Характер аварий на резервуарах для нефти и нефтепродуктов.

При работах в резервуарах для защиты органов дыхания следует применять шланговые или кислородно-изолирующие противогазы в соответствии с действующими государственными стандартами. [21]

Во избежание развития чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов (далее - ЧС(Н)), возникающих при проведении работ по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов следует первоначально определить источники, природу, а также условия их инициирования, после чего разработать ряд мероприятия, направленных на их предотвращение, а при невозможности – на оптимизацию и повышение эффективности работ по локализации и ликвидации.

Руководство предприятия, исходя из существующего на нем резервуарного парка, наименований нефтепродуктов, оборудования, устройств, наличия технических моющих средств, обеспечивающих качественную и безопасную зачистку, должно доукомплектовать предприятие необходимыми средствами зачистки и составить в установленном порядке рабочие инструкции на технологические процессы зачистки резервуаров.

В рабочей инструкции должны быть конкретизированы работы по подготовке и проведению операций зачистки, назначены ответственные работники за выполнение подготовительных и зачистных работ[22].

Ответственный за проведение работ по зачистке резервуаров несет ответственность за правильность и полноту принятых мер безопасности, за достаточную квалификацию лиц, назначенных исполнителями работ, за полноту и качество их инструктажа, за техническое руководство работой и соблюдение работающими мер безопасности.[23]

Исполнители работ по зачистке резервуаров обязаны:

–пройти инструктаж по безопасному проведению работ и расписаться в наряде-допуске;

–ознакомиться с условиями, характером и объемом работ на месте их выполнения;

–выполнять только ту работу, которая указана в наряде-допуске;

–приступать к работе только по указанию ответственного за проведение этой работы;

–применять средства защиты и соблюдать меры безопасности, предусмотренные нарядом-допуском и требованиями раздела 8 настоящей инструкции;

–знать признаки отравления вредными веществами, места расположения средств телефонной связи и сигнализации, порядок эвакуации пострадавших из опасной зоны;

–уметь оказывать первую помощь пострадавшим, пользоваться средствами индивидуальной защиты, спасательным снаряжением и инструментом;

–прекращать работу при возникновении опасной ситуации, а также по требованию начальника цеха, ответственного за проведение работ, начальника смены, представителя ГСС, работников службы техники безопасности, представителей инспектирующих органов,

– после окончания работ привести в порядок место проведения работ, убрать инструменты, приспособления и т.п. [24]

Пожарная безопасность – состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров. Обеспечение пожарной безопасности осуществляется согласно ФЗ-№69 от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности» [25].

Согласно Постановлению Правительства РФ «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ» № 240 от 15.04.2002 г. необходимо при выполнении работ по очистке резервуаров от нефтепродуктов выполнять специфические требования пожарной безопасности при хранении горючих жидкостей в резервуарах. [26]

Технологический процесс предусматривает следующие операции:

- удаление технологического («мертвого») остатка нефтепродукта;
- удаление остатка нефтепродукта;
- предварительная дегазация;
- промывка внутренних поверхностей резервуара;
- дегазация;
- доводка поверхностей до требуемой чистоты. [27]

При приведении свободного пространства резервуара в безопасное состояние для проведения работ его дегазацию необходимо обеспечивать до содержания паров нефтепродуктов:

- не более 0,1 г/м<sup>3</sup> при выполнении любых видов работ, связанных с пребыванием работников в резервуаре без защитных средств;
- не более 2,0 г/м<sup>3</sup> (5 % НПВ) при выполнении любых видов работ с доступом работников в защитных средствах органов дыхания внутрь резервуара;
- не более 8,0 г/м<sup>3</sup> (20 % НПВ) - для резервуаров из-под светлых нефтепродуктов перед их осмотром, ремонтом (без применения огневых

работ), окрашиванием, градуировкой с доступом работников внутрь резервуара (в защитных средствах);

– не более 12,5 г/м<sup>3</sup> (50 % НПВ) - при выполнении указанных работ без доступа работников внутрь резервуара.[28]

Вскрытие люков-лазов первого пояса для естественной вентиляции (аэрация) допускается при концентрации паров нефтепродукта не более 2 г/м<sup>3</sup>.

Запрещается проводить вскрытие люков и дегазацию при скорости ветра менее 1 м/с.[29]

Очистка резервуаров от отложений является опасной и трудоёмкой работой, которая требует значительных материальных затрат. Даже самый прогрессивный метод зачистки - химико-механизированный не исключает ручной труд и пребывание людей в загазованной зоне внутри резервуара. В зависимости от конкретных условий (типа, вместимости резервуара, наличия в нем стационарной системы размыва донных отложений, количества и механических свойств твердых нефтеостатков) для очистки резервуара могут применяться различные способы и технологические схемы.[30]

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Объект исследования

Объектом исследования является безопасность работ по зачистке от нефтепродуктов и перевозке технологических резервуаров.

Методы исследования:

- сравнительный анализ;
- документальный анализ;
- прогнозно-ситуационные исследования на предмет возникновения чрезвычайной ситуации;
- поиск и разработка на основе имеющихся возможностей, способов и инструментов улучшения безопасности проведения мероприятий.

### 2.2 Предмет исследования

Предметом исследования является безопасность работ по зачистке от нефтепродуктов и перевозке технологических резервуаров нефтебазы №1 Кош-Агачевского района.

Нефтебаза №1 является предприятием традиционного распределительного типа, осуществляющей комплекс технологических операций, связанных с приёмом, хранением и обеспечением потребителей нефтепродуктами. Нефтебаза №1 Кош-Агачского района осуществляет хранение горюче-смазочных материалов (ГСМ) в резервуарах, поставку оптом на АЗС района и заправку автомобилей на АЗС топливом марок:

- дизельное топливо марки ДТ-Л (ДТ-З в зимнее время);
- автомобильные бензины АИ-92, АИ-95, АИ-80;
- масла и смазки.

Хранение нефтепродуктов осуществляется в 5 подземных, двустенных, стальных, горизонтальных, цилиндрических резервуаров для подземного хранения нефтепродуктов емкостью 1000 м<sup>3</sup> каждый.

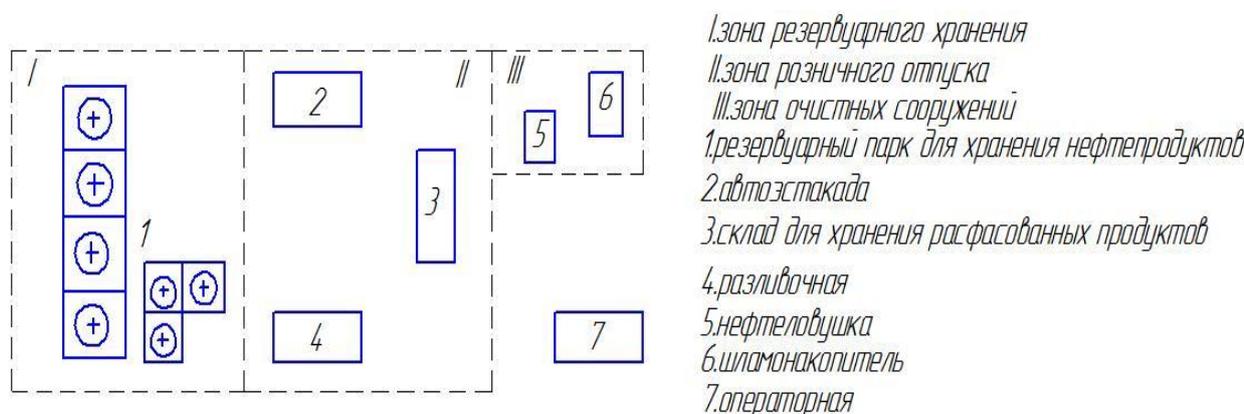


Рисунок 1. Схема размещения объектов на нефтебазе.

Суммарный максимальный объём хранения нефтепродуктов 5000 м<sup>3</sup>. Один подземный резервуар, объёмом 500 м<sup>3</sup> используется для аварийного слива топлива.

### 3 Расчеты и аналитика

Рассматриваемая в дипломной работе нефтебаза №1 Кош-Агачевского района расположена по адресу с. Кош-Агач, ул Пограничная,53, Республики Алтай..

Нефтебаза №1 является предприятием традиционного распределительного типа, осуществляющей комплекс технологических операций, связанных с приёмом, хранением и обеспечением потребителей нефтепродуктами. Нефтебаза №1 Кош-Агачевского района осуществляет хранение горюче-смазочных материалов (ГСМ) в резервуарах, поставку оптом на АЗС района и заправку автомобилей на собственной АЗС топливом марок:

- дизельное топливо марки ДТ-Л (ДТ-3 в зимнее время);
- автомобильные бензины АИ-92, АИ-95, АИ-80;
- масла и смазки.

Хранение нефтепродуктов осуществляется в 5 подземных, двустенных, стальных, горизонтальных, цилиндрических резервуаров для подземного хранения нефтепродуктов емкостью 1000 м<sup>3</sup> каждый.

Суммарный максимальный объём хранения нефтепродуктов 5000 м<sup>3</sup>. Один подземный резервуар, объёмом 500 м<sup>3</sup> используется для аварийного слива топлива.

Нефтепродукты поставляют на нефтебазу автоцистернами. Слив производится непосредственно в резервуары хранения через сливные фильтры, устанавливаемые в приёмнике из слива топлива по подземным трубопроводам самотёком. Резервуары установлены на железобетонные фундаменты.

Управление процессом заправки автомобилей осуществляется дистанционно из операторной.

На территории нефтебазы №1 размещены:

- 5 подземных резервуара ёмкостью по 1000 м<sup>3</sup>;

- 1 подземный аварийный резервуар 500 м<sup>3</sup>;
- 1 подземный резервуар для сбора ливневых стоков 500 м<sup>3</sup>;
- 1 пожарный гидрант с 2-мя противопожарными резервуарами ёмкостью по 50 м<sup>3</sup>. Доставка нефтепродуктов на нефтебазу осуществляется цистернами-бензовозами максимальный объем автоцистерны – 25 м<sup>3</sup>.

Территория нефтебазы имеет твёрдое покрытие и примыкает к федеральной трассе М-52, имеет обособленные заезд и выезд, предусмотрены полосы торможения и ускорения.

Численность работающих на нефтебазе составляет 6 человек, в том числе: начальник базы, бухгалтер, водитель, охранник, обслуживающий персонал – 2 чел. При проведении работ по очистке резервуаров от нефтепродуктов штат нефтебазы увеличивается на 2 чел. (привлекаются со стороны организации). Режим работы нефтебазы – круглосуточный.

### 3.1 Классификация нефтебаз и пожаров на нефтебазах

Нефтебазы классифицируются по:

- назначению: оперативные, хранения и гражданского запаса;
- основному виду транспорта: трубопроводные, железнодорожные, водные, глубинные;
- виду проводимых операций: перевалочные, распределительные и перевалочно-распределительные;
- объему резервуарного парка: нефтебазы первой группы подразделяются на три категории: нефтебазы с общим объемом резервуаров более 100 тыс.м<sup>3</sup> (РВС-100), общим объемом резервуаров от 20 до 100 тыс.м<sup>3</sup>(РВС-20 —РВС-100), общим объемом резервуаров до 20 тыс.м<sup>3</sup> включительно (РВС-20);
- на складах второй группы допускается хранение в наземных хранилищах 2000 м<sup>3</sup> легко воспламеняющихся продуктов и 10000 м<sup>3</sup> горючих продуктов, в подземных – 4000 м<sup>3</sup> и 20000 м<sup>3</sup> соответственно.[31]

Наиболее целесообразным представляется объединение объектов нефтебазы по их технологической или функциональной принадлежности и расположению на территории по зонам.

На нефтебазе расположены следующие зоны:

– зона резервуарного хранения. Включает резервуары, технологические трубопроводы, газосборники, газовые обвязки, насосные, операторные, и др.;

– зона розничного отпуска. Представляет собой автоэстакады, устройства для налива нефтепродуктов в автоцистерны, разливные, хранилища для нефтепродуктов в таре, цеха затаривания нефтепродуктов, цеха регенерации отработанных масел, маслоосветительные установки, насосные, оперативные площадки чистой и грязной тары, автовесы, погрузочные площадки, лаборатории и т.д.;

– зона очистных сооружений. В этой зоне проводятся работы по очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов.

Пожары на нефтебазах, как правило, носят затяжной характер и нередко сопровождаются взрывами технологического оборудования, что не только затрудняет их тушение, но приводит к значительному материальному ущербу, а иногда к гибели людей. При этом наносится серьезный ущерб окружающей среде.

Таблица 1. Причины возникновения пожаров

Причины возникновения пожаров	Доля пожаров, %
Неисправность электрооборудования, колонок и систем налива	15,29
Нарушение правил производства ремонтных работ	12,1
Курение	12,23
Неустановленные причины, связанные с проливами нефтепродуктов	27,39

Существуют следующие причины пожаров на нефтебазах:

1. Нарушение правил безопасности при очистке резервуаров перед ремонтом и обслуживанием;
2. Нарушение правил проведения огневых работ на предварительно очищенных резервуарах;
3. Нарушение правил безопасности при проведении работ по ремонту и обслуживанию резервуаров, без их предварительной очистки;
4. Нарушение правил безопасности при замере уровня проб.

Результаты обследований нефтебаз и факты пожаров свидетельствуют, что практически на каждой нефтебазе имеются нарушения требований пожарной безопасности, которые в той или иной мере могут привести к возникновению пожара. Исходя из вышеизложенного, уровень пожарной опасности, т.е. количественная оценка возможного ущерба от пожара, достаточно высок.

Практически имеются все составные части так называемого треугольника пожара: горючая среда (среда, способная самостоятельно гореть после удаления источника зажигания), источник зажигания (средство энергетического воздействия инициирующее возникновение горения) и достаточное количество окислителя, т.е. кислорода в воздухе.

Технология раздачи нефтепродуктов на нефтебазе способствует образованию паро-газовоздушных смесей при испарении ЛВЖ и ГЖ. Особенно опасны случаи разлива горючих смазочных материалов (ГСМ). Нефтепродукты на нефтебазу доставляются бензовозами, которые сами уже представляют повышенную пожарную опасность. Слив или отпуск нефтепродуктов на нефтебазе производится в подземные резервуары. Во время этих операций так же возможно испарение и разлив нефтепродуктов. В качестве источников зажигания на подобных объектах могут выступать:

- неисправность электрооборудования;
- механические неисправности механизмов, агрегатов и автомашин, приводящие к искрообразованию;
- открытый огонь (огневые работы);

– образование статического электричества в результате трения ЛВЖ и ГЖ о стенки трубопроводов и резервуаров;

– грозовые разряды;

– нарушение ППБ гражданами (как пример курение на территории нефтебазы).

Таким образом, нефтебазы ввиду их высокой пожарной опасности требуют к себе серьезного внимания на всех стадиях: проектирование, строительство, эксплуатация, обслуживание, ремонт, тушение пожаров.

### 3.2 Требования по пожарной безопасности к работам по очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов на предприятии.

Исполнители работ по зачистке резервуара несут ответственность за выполнение всех мер безопасности, предусмотренных в наряде-допуске.

Исполнители работ по зачистке резервуаров обязаны:

– пройти инструктаж по безопасному проведению работ и расписаться в наряде-допуске;

– ознакомиться с условиями, характером и объемом работ на месте их выполнения;

– выполнять только ту работу, которая указана в наряде-допуске;

– приступать к работе только по указанию ответственного за проведение этой работы;

– знать признаки отравления вредными веществами, места расположения средств телефонной связи и сигнализации, порядок эвакуации пострадавших из опасной зоны;

– уметь оказывать первую помощь пострадавшим, пользоваться средствами индивидуальной защиты, спасательным снаряжением и инструментом;

– прекращать работу при возникновении опасной ситуации, а также по требованию начальника цеха, ответственного за проведение работ,

начальника смены, представителя ГСС, работников службы техники безопасности, представителей инспектирующих органов;

–после окончания работ привести в порядок место проведения работ, убрать инструменты, приспособления и т.п.[32]

При проведении работ по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов требуется соблюдение требований безопасности, предусмотренных в Правилах зачистки резервуаров от остатков нефтепродуктов.

Обеспечение пожарной безопасности работ внутри резервуара должно обеспечиваться:

–контролем состава воздушной среды;  
–проведением дегазации или флегматизации газового пространства;  
–применением электроприводов оборудования взрывозащищенного исполнения;

–контролем электризации технологических операций и специальных защитных средств;

–применением оборудования, размещаемого в газоопасной зоне, изготовленного из цветных металлов и из материалов, не образующих искр при ударе о металлические конструкции.

3.3 Меры безопасности при зачистке резервуаров, особенно из-под нефтепродуктов с температурой вспышки паров ниже 60 °С:

–резервуар должен быть заземлен;  
–крышки люков при подогреве остатков нефтепродуктов должны быть закрыты, а при наличии отверстий, зазоров должны быть уплотнены кошмой;

–выкачка продуктов зачистки должна производиться закрытым способом с применением уплотнений (кошма, брезент) зазоров между горловиной люков и всасывающих приемников, труб, шлангов, устанавливаемых в резервуар;

–оборудование (моечные машинки, трубы, парожекторы) и приспособления, применяемые при зачистке резервуаров, должны быть

сертифицированы в установленном порядке и изготовлены из материалов, не образующих искры при ударе о стальные предметы резервуара и его оборудование;

–мочные машинки, парожетторы должны быть заземлены к корпусу резервуара;

–система пожаротушения резервуара должна быть в технически исправном состоянии;

–до достижения безопасного состояния атмосферы резервуара не допускать больших скоростей истечения пара, инертного газа (более 10 м/с) в его атмосферу, ограничивая тем самым образование статического электричества;

–процесс промывки резервуара должен проходить при постоянном содержании кислорода не более 5-6% или паров нефтепродуктов не выше 5% НКПП;

–питание для электродвигателей насосов должно подаваться по кабелю, специально прокладываемому для этих целей в соответствии с требованиями ПУЭ;

–резервуары, отстойники и другие емкости с нефтепродуктом, промывочной водой должны быть установлены на расстоянии не ближе 20 м от источников открытого огня;

–дыхательные и предохранительные клапана резервуара должны быть в технически исправном состоянии;

–все оборудование, используемое на зачистных работах, следует поддерживать в технически исправном состоянии; утечки продуктов промывки не допускаются;

–в качестве переносного источника света должны использоваться светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не более 12 вольт.[34]

3.4Силы и средства по очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов.

Выполнять работы по зачистке резервуара следует бригадой исполнителей в составе не менее двух человек (работающий и наблюдающий). Члены бригады должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной защиты, спецодеждой, спецобувью, инструментом, приспособлениями и вспомогательными материалами.

Для выполнения технологических операций по зачистке резервуаров необходимы следующее основное оборудование, системы и устройства, сертифицированные в установленном порядке:

1. Насосная установка на базе ПСГ-160 представляет собой двухступенчатый центробежный насос. Технология зачистки (очистки внутренних поверхностей) резервуаров от остатков нефтепродуктов с приводом от двигателя автомобиля. Производительность насоса 110-160 литров в минуту. Насосная установка предназначена для подачи моющего раствора ТМС на очистку резервуара и на гидроэлеватор (эжектор).

2. Гидроэлеватор Г-600А (эжектор) работает на принципе эжекции и обеспечивает откачку образующейся в процессе мойки эмульсии и механических примесей (песок, ржавчина и т.д.) из очищаемого резервуара.

Производительность гидроэлеватора Г-600А зависит от давления рабочей жидкости в напорной линии. При давлении 0,8 Па производительность составляет 600 л/мин. Для подземных резервуаров следует использовать эжектор ЭВЗ-20 ПМ.

3. Рукава с соединительными головками служат для прокладки коммуникационных линий между оборудованием (насос, моечная машинка, гидроэлеватор и т.д.), по которым циркулирует рабочая жидкость. В технологической схеме применяются бензостойкие прорезиненные рукава внутренним диаметром 51, 66, 77 мм и упрочненные проволочной спирали рукава с внутренним диаметром 75 и 125 мм.

4. Рукавное разветвление трехходовое РТ-80 предназначено для управления потоком рабочей жидкости в рукавных линиях.

5. Ствол ручной доочистки РС-Б применяется для смыва остатков шлама с днища очищенного резервуара к гидроэлеватору. Производительность ствола, зависит от давления у насадка и изменяется от 0,35 л/с при давлении 0,4 МПа (40 м вод.ст.) до 4,0 л/с при давлении 0,6 МПа (60 м вод.ст.).

6. Переходники служат для соединения рукавов разных диаметров между собой.

7. Рукавные задержки устанавливаются при прокладке рукавных линий по вертикали.

8. Устройства для механизированной мойки резервуаров пожаробезопасными ТМС - моечные машинки (гидромониторы).

9. Устройства для принудительной вентиляции резервуаров (электровентиляторы, парожеткеры).

### 3.5 Средства защиты при проведении работ

При зачистке резервуаров применяются шланговые противогазы, обеспечивающие подачу пригодного для дыхания чистого воздуха.

#### Легкий защитный костюм Л-1

Предназначен для защиты кожи, одежды и обуви при выполнении дегазационных, дезактивационных, дезинфекционных, гидротехнических работ.

Защищает от:

- Длительного воздействия токсичных веществ;
- Токсичной пыли;
- Нефти и нефтепродуктов.

#### Изолирующий пневмокостюм «МЕТАНОЛ»

Предназначен для защиты работающих на очистке цистерн и других емкостей от паров и жидкой фазы метанола и др. спиртов.

Теплоотражательный комплект ТОК - 200

Предназначен для защиты личного состава подразделений пожарной охраны

от повышенных тепловых воздействий (интенсивного теплового излучения, высоких температур окружающей среды, кратковременного контакта с открытым пламенем), а также вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ. Костюм защищает также от неблагоприятных климатических воздействий: отрицательных температур, ветра, осадков.

### 3.6 Порядок проведения работ

Процесс зачистки резервуара предусматривает следующие виды работ:

- разогрев остатка нефтепродукта в резервуаре системой подогрева;
- удаление остатка нефтепродукта;
- предварительную дегазацию в случае остатка нефтепродукта с температурой вспышки пазов ниже 60°C;
- промывку внутренних поверхностей резервуара ТМС;
- удаление продуктов зачистки;
- чистовую обработку днищевой поверхности.[35]

### 3.7 Дегазация резервуара

В практике применяются следующие методы дегазации и флегматизации свободного пространства резервуара для обеспечения взрывобезопасного состояния:

- снижение концентрации паров нефтепродукта замещением свободного пространства чистым воздухом;
- заполнение емкости водой;
- снижение содержания кислорода в атмосфере резервуара заполнением (флегматизация) инертными газами;
- продувка резервуара инертными газами;
- промывка резервуара жидкостями.

Естественная вентиляция проводится при скорости ветра не менее 1 м/с. Открываются верхние крышки люков, для интенсификации

вентиляции на люки устанавливаются дефлекторы. При этом более тяжелая (по сравнению с воздухом) смесь вытекает из резервуара в атмосферу, а более легкий и чистый атмосферный воздух входит в резервуар. Чистый атмосферный воздух входит в резервуар через люки на кровле. Естественная вентиляция более эффективна в высоких вертикальных резервуарах.

После прохождения области воспламенения (концентрация паров нефтепродукта в резервуаре ниже НКПП) открываются нижние люки-лазы и концентрация паров нефтепродукта доводится до 2 г/м<sup>3</sup>.

### 3.8 Мойка резервуара

Мойка резервуара осуществляем горячей водой, подаваемой через моечные машинки. Промывка проводится в два этапа:

- первичная промывка после подогрева и выкачки «мертвого» остатка нефтепродукта;
- чистовая промывка после удаления с днищевой поверхности остатка нефтепродукта и пропарки.

Первичная промывка проводится с 3-х уровней - на 2/3, 1/2, и 1/3 высоты резервуара. Это позволяет улучшить качество очистки поверхности резервуара, как от нефтепродукта, так и от пластовой ржавчины, образовавшейся в процессе эксплуатации.

Количество моечных машинок определяется исходя из характеристик машинок, количества и вязкости продукта.

Количество одновременно работающих моечных машинок в неконтролируемой паровоздушной среде с целью обеспечения пожаровзрывобезопасности должно быть не более 4-х.

Промывка начинается с верхнего уровня с постепенным снижением в сторону днища. Моечные машинки переставляются в смежные горловины только на нижнем уровне.

Промывка проводится горячей водой температурой 75-80°C, напор воды 10-12 кгс/см<sup>2</sup>. Продолжительность промывки на верхнем и среднем уровнях не менее 1-1,5 часов, а на нижнем уровне 3-4 часа. При промывке горячей водой предварительный разогрев донного осадка не требуется.

### 3.9 Организация подготовки резервуаров к обслуживанию

При подготовке резервуара к зачистке проводится:

1. Отключение резервуара от трубопроводов, установка необходимых заглушек на системах трубопроводов выполнение мер безопасности, предусмотренных в наряде-допуске.

2. Выкачка технологического остатка товарного нефтепродукта до минимального уровня (до «прохвата» насоса) по зачистной линии в свободный резервуар.

3. Определяется количество остатка, отбирается проба, определяется объем зачистных работ.

4. Проводится инструктаж работников по безопасным методам проведения зачистных работ, пожарной безопасности, оказанию первой помощи пострадавшему работнику, по специфическим особенностям резервуара и характерным опасностям, которые могут возникнуть при проведении работ.

5. Проверяется исправность подъездных путей, наличие средств пожаротушения, заземления резервуара.

6. Оформляется акт о готовности резервуара к проведению зачистки.

3.10 Таблица 2 Сроки проведения технического обслуживания резервуаров.

Наименование оборудования	Сроки обслуживания
Люк замерный, световой	При каждом пользовании, но не реже 1 раза в месяц (люки световые без вскрытия).
Дыхательный клапан	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя, но не реже 2 раз в месяц в теплое время года и не реже 1 раза в 10 дней при отрицательной температуре окружающего воздуха. При температуре окружающего воздуха ниже $-30^{\circ}\text{C}$ (особенно при хранении нефтепродуктов с положительными температурами) слой инея может достигать нескольких сантиметров, что может привести к заклиниванию тарелок и перекрытию сечения клапана. В таких случаях осмотр и очистку клапанов необходимо проводить через 3 - 4 дня, а иногда и чаще
Предохранительный (гидравлический) клапан	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя, но не реже 2 раз в месяц в теплое время года и не реже 1 раза в 10 дней при отрицательной температуре окружающего воздуха.
Огневой предохранитель	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя. При положительной температуре воздуха 1 раз в месяц.
Диск-отражатель	1 раз в квартал
Вентиляционный патрубок	1 раз в месяц
Пеногенераторы	1 раз в месяц
Прибор для измерения уровня	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя, но не реже 1 раза в месяц.
Приемораздаточные патрубки	Каждый раз при приеме-отпуске, но не реже 2 раз в месяц
Перепускное устройство на приемо-раздаточном патрубке	Каждый раз при приеме-отпуске, но не реже 2 раз в месяц.
Задвижка (запорная)	Каждый раз при приеме-отпуске, но не реже 2 раз в месяц.
Сифонный кран	Каждый раз при приеме-отпуске, но не реже 2 раз в месяц.
Устройства измерения массы	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя.
Местные дистанционные измерители уровня	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя.
Приборы измерения температуры	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя.
Сигнализаторы максимального уровня	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя.
Пожарные извещатели и средства включения системы пожаротушения	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя.
Дистанционный сигнализатор загазованности	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя.
Сигнализатор верхнего положения понтона	В соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

3.11 Правила охраны труда при работах при очистке резервуаров от остатков нефтепродуктов.

При эксплуатации резервуаров общие нормы и требования безопасности, связанные с обустройством территории, размещением и взаимным расположением резервуаров и запорной арматуры должны соответствовать СНиП 2.11.03-93, ПОТ Р О-112-002-98, РД 153-39.4-041-99, ПОТ Р М-021-2002.

1. Ремонтные работы в резервуарных парках проводятся под руководством ответственного лица, назначенного приказом из числа инженерно-технических работников.

2. При работах с этилированным бензином необходимо соблюдать требования «Типовой инструкции по охране труда при работе с этилированным бензином».

3. К работам по осмотру и зачистке резервуаров допускают лиц мужского пола не моложе 18 лет, допущенных медицинской комиссией, прошедших обучение и инструктаж по безопасным методам и приемам работ и оказанию первой (доврачебной) помощи при несчастных случаях.

4. Рабочие, постоянно занятые работой внутри резервуара, должны периодически, но не реже одного раза в год, проходить медицинский осмотр в соответствии с установленными правилами.

5. Переносить пробы нефтепродуктов от места отбора в лабораторию следует в специальных тканевых сумках, надеваемых через плечо, для обеспечения безопасного спуска с резервуара.

### 3.12 Результаты проведенного исследования

#### 3.12.1 Анализ пожарной опасности объекта экономики

Под пожарной безопасностью объекта понимается такое его состояние, при котором регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и распространения пожара, воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита

материальных ценностей. Для обеспечения пожарной безопасности объекта необходимо провести предварительный анализ его пожарной опасности.

Оценка пожарной опасности включает в себя:

1. Анализ пожарной опасности обращающихся веществ и материалов
2. Оценка возможности образования горючей среды внутри технологического оборудования.
3. Оценка возможности образования горючей среды при выходе веществ наружу как из нормально работающего оборудования, так и при его повреждении.
4. Оценка возможности появления внешних источников зажигания.
5. Определение возможных причин и путей распространения пожара.

3.12.2 Сведения о пожаровзрывоопасности, находящихся на АЗС веществ и материалов сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Показатели пожарной опасности видов топлива, обращающихся на нефтебазе

Наименование вещества	Общая формула	$T_{всп}, ^\circ C$	Хар-ка в-ва	Молярная масса	НКПР, % об	Теплота Сгорания $кДж \cdot кг^{-1}$
Бензин А-80	$C_{6,991}H_{13,108}$	-36	ЛВЖ	97,2	1,08	44239
Бензин АИ-92	$C_{7,024}H_{13,706}$	-36	ЛВЖ	98,2	1,06	43641
Бензин АИ-95	$C_{6,742}H_{11,898}$	-37	ЛВЖ	93,2	0,76	43520
Диз. топливо «Л»	$C_{14,511}H_{29,12}$	40	ЛВЖ	203,6	3	43419
Диз. Топливо «З»	$C_{12,343}H_{23,889}$	35	ЛВЖ	172	3	43520

3.12.2 Оценка пожаровзрывоопасности среды внутри оборудования при его нормальной работе

Внутри резервуаров для хранения нефтепродуктов при нормальных условиях для образования взрывоопасных концентраций должны выполняться два условия:

- наличие паровоздушного пространства;

– наличие жидкости при температуре, лежащей в интервале температурных пределов воспламенения:

$$t_n - 10 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_{\text{раб}} \leq t_v + 15 \text{ }^\circ\text{C} \quad (2.1)$$

где  $t_{\text{раб}}$  – рабочая температура жидкости в аппарате,  $^\circ\text{C}$ ,

$t_{\text{нпв}}$ ,  $t_{\text{впв}}$  – соответственно нижний и верхний пределы воспламенения жидкости.

Наиболее опасным нефтепродуктом на данном объекте является бензин АИ – 95, так как, температурные пределы воспламенения для бензина АИ -95 с учетом коэффициента запаса надежности составляют:  $t_n =$  минус  $46 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $t_v = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , а рабочая температура бензина АИ – 95 (она колеблется в зависимости от сезона примерно от минус  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ ), поэтому можно сделать вывод, что в паровоздушном пространстве резервуаров, практически всегда будут существовать взрывоопасные концентрации паров бензина АИ – 95. Лишь в холодное время года при температуре ниже минус  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  концентрации в паровоздушном пространстве резервуаров будут невзрывоопасными.

Вывод: при анализе пожаровзрывоопасности среды внутри аппаратов при их нормальной работе, подтверждаются условия наличия паровоздушного пространства, а также наличия жидкости при температуре, лежащей в интервале температурных пределов воспламенения. Всё это указывает на то, что в паровоздушном пространстве резервуаров, практически всегда будут существовать взрывоопасные концентрации паров бензина АИ – 95, так как его свойства свидетельствуют о том, что из рассматриваемых веществ, бензин АИ – 95 является наиболее опасным. Масштабы возможных разрушений при взрыве бензино-воздушных смесей в резервуарах зависят от многих факторов, основными из которых являются концентрация паров бензина с воздухом и объём парового пространства резервуара. Чем больше объём парового пространства, тем тяжелее последствия взрыва.

3.12.3. Пожарная опасность выхода горючей среды из оборудования при его нормальной работе.

Горючая концентрация смеси паров с воздухом над поверхностью зеркала испарения разлившихся ЛВЖ может образоваться только, когда температура этих жидкостей будет выше либо равна температуре их вспышки  $t_{ж} \geq t_{ВСП}$ .

Солнечная радиация для данной широты поступающая на горизонтальную поверхность составляет:

прямая  $670 \text{ Вт/м}^2$ ;

рассеянная  $126 \text{ Вт/м}^2$ .

При разливе на территории бензина над ее поверхностью возможно образование взрывоопасной (горючей) концентрации паров.

Температура вспышки дизельного топлива марки «Л» равна  $+65 \text{ }^\circ\text{C}$ . Рабочая температура дизельного топлива в резервуарах и трубопроводах не превышает  $+25 \text{ }^\circ\text{C}$ , то есть:

$t_{дт} = 25 \text{ }^\circ\text{C} < t_{всп} = 48 \text{ }^\circ\text{C}$  (зимнее) и  $t_{дт} = 25 \text{ }^\circ\text{C} < t_{всп} = 65 \text{ }^\circ\text{C}$  (летнее).

Следовательно, при разливе на площадке АЗС дизельного топлива, нагретого до температуры  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  над его поверхностью невозможно образование взрывоопасной (горючей) концентрации паров дизельного топлива.

При сливе бензина из АЦ в подземные резервуары взрывоопасные концентрации могут создаваться в цистерне бензовоза и на площадке слива, около дыхательных клапанов. Оценим возможность их образования, как в летнее, так и в зимнее время. В летний, наиболее жаркий период года, бензин в цистерне бензовоза во время его движения в дневное время за счет солнечной радиации может нагреться до  $30^\circ\text{C}$  и более, а сама цистерна (ее верхняя часть) до  $+35...40 \text{ }^\circ\text{C}$  и более. Концентрация паров бензина в цистерне бензовоза при его температуре будет насыщенной, так как при движении бензовоза происходит взбалтывание, перемешивание. Давление

насыщенного пара для нефтепродуктов определяем по формуле В.П. Сучкова [24].

$$P_n = \frac{\exp \left[ 1,908 + 0,0443(t_p - 0,924 \times t_{всп} + 2,055) \right]}{1047 + 7,48 \times t_{всп}}, \quad \text{кПа} \quad (2.2)$$

где  $t_{всп}$  – температура вспышки нефтепродукта (бензин АИ – 95) 0С;  
 $t_p$  – расчетная температура 0С.

$$P_n = \frac{\exp \left[ 1,908 + 0,0443(30 - 0,924 \times (-37) + 2,055) \right]}{1047 + 7,48 \times (-37)} = 21,08 \text{ кПа},$$

тогда

$$\varphi_s = \frac{21,08}{101,325} = 0,208 \text{ доли}$$

То есть, концентрация в цистерне бензовоза в дневное время в начальный момент слива из нее бензина будет в 2,5 раза выше нижнего концентрационного предела распространения пламени. При открывании крышки горловины автоцистерны некоторая часть паров бензина выйдет наружу, так как избыточное давление в свободном пространстве будет немного выше атмосферного на 30... 55 кПа. Определим количество этих паров и объем, в котором может образоваться локальная концентрация паров бензина около горловины цистерны бензовоза при открывании крышки. Количество паров бензина, выходящих наружу, определим по формуле:

$$G = V_c \times \frac{\varphi_s}{t + 273} (P_{раб} - P_{атм}) \times \frac{M}{8314,31} \quad (2.3)$$

где  $P_{раб}$  – рабочее давление в цистерне бензовоза,  $P_{раб} = 130350$  Па;

$P_{атм}$  – атмосферное давление,  $P_{атм} = 101325$  Па;

$V_c$  – свободный объем цистерны,  $V_c = 0,4$  м<sup>3</sup>;

$M$  – молекулярная масса паров бензина,  $M = 93,2$  кг/кмоль;

$t_{раб}$  – рабочая температура бензина в цистерне бензовоза,  $t_{раб} = 303$  К.

Подставляя данные, получим:

$$G = 0,4 \times \frac{0,2}{30 + 273} (130000 - 101325) \times \frac{93,2}{8314,31} = 0,08 \text{ кг/цикл}$$

Определим объем зоны взрывоопасной концентрации по формуле:

$$V_{\text{Вок}} = \frac{G}{\varphi_n^*} \times K, \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

где Кб – коэффициент запаса надежности, Кб=2;

$\varphi_n^*$  – нижний концентрационный предел распространения пламени, определенный по формуле (2.5), кг/м<sup>3</sup>.

$$\varphi_n^* = \frac{M \times \varphi_n}{V_t} \text{ кг} / \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

Молярный объем паров бензина при рабочих условиях

$$V_t = V_0 \times \frac{T_p}{T_0} \times \frac{P_0}{P_p} \quad (2.6)$$

$$V_t = 22,4 \times \frac{303}{273} \times \frac{101325}{130000} = 19,4 \text{ м}^3 / \text{ кмоль}$$

$$\varphi_n^* = \frac{93,2 \times 0,76}{19,4} = 3,7 \text{ кг} / \text{ м}^3$$

Подставив значения в формулу 2.6, получим:

$$V_{\text{Вок}} = \frac{0,08}{3,7} \times 5 = 0,11 \text{ м}^3$$

Таким образом, большой опасности не представляет, так как такое количество паров бензина быстро рассеивается в атмосфере. При сливе из бензовоза бензина, в его цистерну через открытую крышку поступает воздух, который перемешивается с парами бензина, способен образовать взрывоопасную смесь в свободном объеме цистерны. С АЗС в теплое время года бензовоз, как правило, уезжает с взрывоопасной концентрацией паров в его цистерне. Бензин, нагретый до 30°C, сливается из цистерны в подземную емкость, температура жидкости, в которой в летнее время обычно не превышает 20°C, то есть средняя температура в емкости при сливе бензина будет составлять примерно 25°C. Концентрация паров в емкости в начале

слива будет насыщенной и примерно равна 20%, что гораздо выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (7,9 % об.).

Опасная ситуация может создаваться в летнее время на площадке, около дыхательных клапанов резервуаров, в которые производится слив бензина из бензовоза при небольших скоростях ветра (0...1 м/с).

Определим количество паров бензина, вытесняемых из подземного резервуара, при сливе в него 4 м<sup>3</sup> бензина, нагретого до 30 °С, по формуле:

$$G = V_{ж} \times \frac{P_{раб}}{t_{раб} + 273} \times \varphi_s \frac{M}{8314,31} \quad (2.7)$$

где  $V_{ж}$  – объем, сливаемого бензина,  $V = 4 \text{ м}^3$ .

$$G = 4 \times \frac{130000}{30 + 273} \times 0,2 \times \frac{93,2}{8314,31} = 3,8 \text{ кг / цикл}$$

Определим объем зоны взрывоопасных концентраций по формуле (2.4). Подставив значения, получим, что объем, в котором может образоваться местная взрывоопасная концентрация паров при выбросе в атмосферу 3,8 кг паров бензина, будет составлять:

$$V_{ВЗВ} = \frac{3,8}{3,7} \times 5 = 5,1 \text{ м}^3$$

Если доставка на АЗС бензина будет осуществляться в бензовозах с объемом не 4 м<sup>3</sup>, а 18 м<sup>3</sup>, то объем взрывоопасной смеси, который может образоваться при сливе 8 м<sup>3</sup> бензина будет 23 м<sup>3</sup>. Технико-эксплуатационной документацией проекта АЗС предусматривается расположение дыхательных клапанов, через которые будет производиться выброс паров на высоте не менее 4,5 м. Этим создаются хорошие условия для рассеивания паров бензина в окружающую атмосферу.

Наиболее опасная ситуация может произойти:

- при повреждении цистерны или сливного трубопровода бензовоза и выходе бензина на территорию АЗС;
- при очистке резервуаров от отложений, профилактических и ремонтных работах;

- при ошибках операторов, которые связаны с проливами бензина;
- при отказах технологического оборудования (локальные утечки бензина через соединения, сварные швы и т.д.), которые могут приводить к утечке значительного количества бензина и образованию взрывоопасных концентраций.

Вывод: выше приведенный расчет подтверждает, что при безветренной погоде может образоваться взрывоопасная зона значительного объема около резервуара – 5...10 м<sup>3</sup>, которая при контакте с источником зажигания может привести к взрыву и развитию пожара. Кроме того, выброс паров из резервуаров при больших и малых дыханиях ухудшает экологическую обстановку в районе. В целях сокращения паров бензина АИ – 95 и снижения пожаровзрывоопасности дышащих резервуаров целесообразно осуществить следующие мероприятия:

- ликвидация или уменьшение паровоздушного пространства;
- перед заполнением резервуара жидкостью необходимо проверять исправность замерного устройства;
- в процессе эксплуатации резервуаров необходимо постоянно контролировать герметичность резервуаров, состояние сифонных кранов, прокладок фланцевых соединений, сальниковых задвижек;
- дыхательная арматура и огнепреградители, установленные на резервуарах, должны быть правильно отрегулированы и содержаться в исправном состоянии;
- запрещается закачивать в резервуар нефтепродукт с упругостью паров, большей, чем та, на которую рассчитан резервуар;
- автоцистерны, находящиеся под сливом пожароопасных жидкостей, в течение всего времени опорожнения должны быть присоединены к заземляющему устройству. Не допускается присоединение заземляющих проводников автоцистерн к окрашенным и загрязненным металлическим частям.

### 3.13 Построение дерева событий

Из-за широкого спектра симптомов и причин возникновения аварийных ситуаций в технологических резервуарах, возникает проблема рассмотрения их системно, в комплексе.

Достаточно удачным средством для нахождения компромиссов, обеспечения полного и взвешенного функционального решения данной проблемы промышленной безопасности является использование представления изведенных фактов об изучаемых объектах в виде графических логических построений.

Дерево событий – один из методов комплексного анализа устойчивости функционирования промышленной и экологической безопасности предприятий, представляющее собой дедуктивное логическое построение, которое использует концепцию одного финального события (как правило, авария или отказ блока, всей системы) с целью нахождения всех возможных путей, при реализации которых оно может произойти.

Основа метода – графическое логическое описание механизма отказов системы.

Теоретические основы метода – это предположение, что компоненты в системе либо работают успешно, либо отказывают полностью.

Алгоритм построения дерева событий представлен на рис. 2

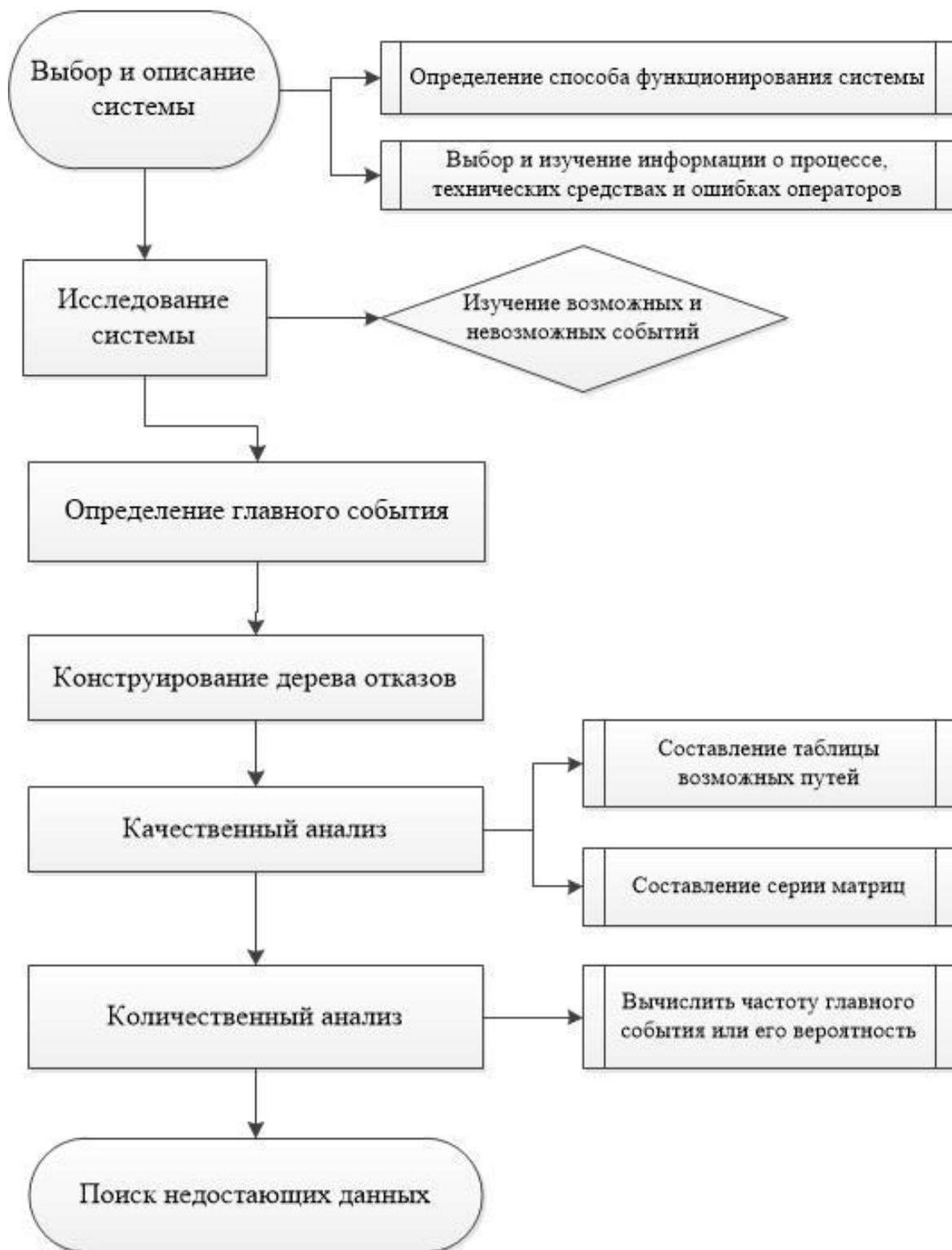


Рисунок 2 – Алгоритм построения дерева событий.

3.13.1 Проведение исследования дерева событий. Идентификация риска  
 Метод дерева событий использован для идентификации главной опасности - разрыв емкости и взрыв.

Символы Е, С, К - обозначают главные, промежуточные и базовые/неразвитые события соответственно.

Главное событие (разрыв емкости и взрыв) может индуцироваться следующими:

Внутренний взрыв С1;

Пожар на соседних емкостях С2;

Катастрофический разрыв емкости С3;

Внешние причины С4;

Самовоспламенение С5;

Создание избыточного давления С6;

Повышение температуры емкости С7;

Избыточное заполнение емкости С8;

Внешний источник нагрева С9;

Повышение контрольного уровня С10;

Разряд статического потенциала С11.

Каждое из событий С1 – С11 нуждается в дальнейшем развитии. Для событий К1-К21 имеется адекватная информация, позволяющая считать их базовыми, дальнейшее развитие которых невозможно или не считается необходимым.

Вероятности (частоты) возникновения событий, влекущих в совокупности за собой разрыв емкости и взрыв представлены в табл.3. По причине отсутствия статистических данных для некоторых событий, использовался широко распространенный в научной практике метод экспертных оценок, более подробно рассмотрен в п.2.3.

Таблица 4 – Характерные инициирующие события и вероятности (частоты) их возникновения.

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события (год <sup>-1</sup> )
Е	Разрыв емкости и взрыв	$5,9 \cdot 10^{-4}$
С1	Внутренний взрыв	$3,7 \cdot 10^{-6}$
С2	Пожар на соседних емкостях	$5,2 \cdot 10^{-4}$
С3	Катастрофический разрыв емкости	$7,1 \cdot 10^{-5}$
С4	Внешние причины	$4 \cdot 10^{-8}$
С5	Самовоспламенение	$4,2 \cdot 10^{-6}$
С6	Создание избыточного давления	$7,1 \cdot 10^{-5}$
С7	Повышение температуры емкости	$4 \cdot 10^{-5}$
С8	Избыточное заполнение емкости	$3,1 \cdot 10^{-5}$
С9	Внешний источник нагрева	$9 \cdot 10^{-6}$
С10	Повышение контрольного уровня	$1,1 \cdot 10^{-5}$
С11	Разряд статического потенциала	$8,3 \cdot 10^{-6}$
К1	Наличие парогазовой фазы	$9 \cdot 10^{-1}$
К2	Образование горячей гидродинамической волны	$5,2 \cdot 10^{-4}$
К3	Горючая смесь	$8,3 \cdot 10^{-3}$
К4	Источник тепла	$3 \cdot 10^{-4}$
К5	Горючая компонента	$8 \cdot 10^{-3}$
К6	Окислитель воздуха	$7 \cdot 10^{-4}$
К8	Пирофорные отложения	$3 \cdot 10^{-1}$
К9	Перегрузка емкости	$3,1 \cdot 10^{-5}$
К10	Отказ аварийного вентиля	$1 \cdot 10^{-5}$
К11	Отказ предохранительных клапанов	$1 \cdot 10^{-5}$
К12	Проведение сварных работ	$1,8 \cdot 10^{-3}$
К13	Наличие горючей смеси	$4,6 \cdot 10^{-3}$
К14	Искра удара	$7 \cdot 10^{-7}$
К15	Отказ запорной арматуры	$2 \cdot 10^{-6}$

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события (год <sup>-1</sup> )
К16	Ошибка оператора	$7 \cdot 10^{-6}$
К17	Отказ контрольной аппаратуры	$2 \cdot 10^{-6}$
К18	Удар молнии	$1 \cdot 10^{-8}$
К19	Падение метеорита	$1 \cdot 10^{-8}$
К20	Землетрясение	$1 \cdot 10^{-8}$

Согласно описанной в пункте 3.2 методики и приведенного алгоритма (рис. 3), в ходе проведения исследований, построено дерево событий для технологических резервуаров (Представлено на рис. 3).

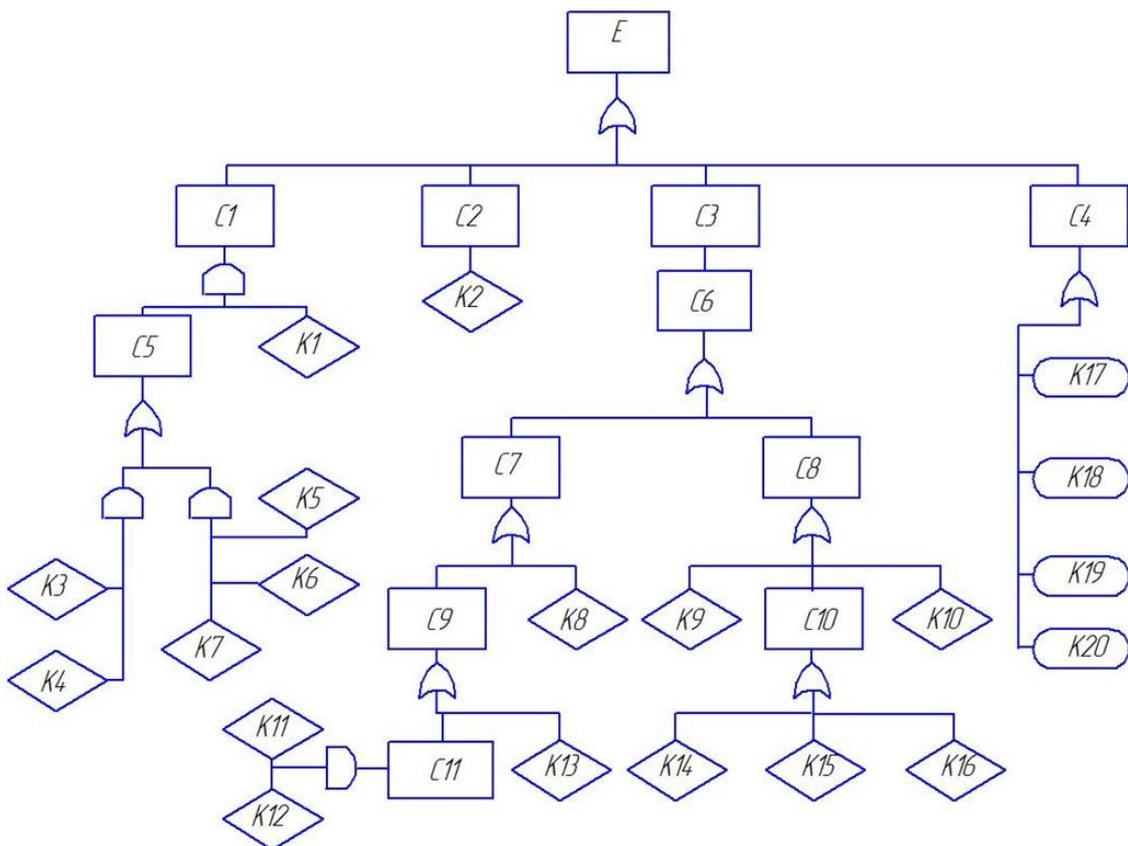


Рисунок 3– Дерево событий для технологических резервуаров

### 3.13.2 Получение экспертных оценок инициирующих событий

Для получения основополагающих, исходных данных для построения дерева отказов, ввиду недостатка статистических данных, необходимо использование метода экспертных оценок.

Методы экспертных оценок - это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов. Эти мнения обычно выражены частично в количественной, частично в качественной формах [42].

Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений лицом принимающим решение (Далее - ЛПР). Для проведения работы по методу экспертных оценок создают рабочую группу (Далее - РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных в экспертную комиссию (Далее -ЭК).

Экспертные оценки бывают индивидуальные и коллективные. Индивидуальные оценки - это оценки одного специалиста, коллективные – группы специалистов.

В работе использован коллективный метод экспертных оценок. Рассмотрим его поэтапно.

Принятие решения о необходимости проведения экспертного опроса и формулировка цели: определение количественных показателей для следующих событий:

С5 - Самовоспламенение

С11 - Разряд статического потенциала

К1 - Наличие парогазовой фазы

К3 - Горючая смесь

К4 - Источник тепла

К5 - Реагирующая система

К6 - Горючая компонента

К7 - Окислитель воздуха

К8 - Пирофорные отложения

К12 - Проведение сварных работ

К13 -Наличие горючей смеси

К14 - Искра удара

Подбор и назначение основного состава РГ (председателя и секретаря), формирование коллектива экспертов в соответствии с их компетентностью в количественном составе – 10 человек, выдача каждому эксперту задания.

Выбор председателя, как правило это высококвалифицированный эксперт и признаваемый другими экспертами формальный и неформальный руководитель экспертной комиссии, и секретаря заседания экспертов, в полномочия которого входит ведение документации экспертного опроса, решение организационных задач.

Присвоение каждому члену-эксперту РГ индивидуального номера.

Ознакомление РГ с целью проводимого исследования и разъяснение правил заполнения индивидуального опросного листа эксперта.

Сбор пол полученной экспертной информации.

Обобщение и проведение анализа полученной экспертной информации, интерпретация полученных результатов и подготовка Протокола экспертного заседания – документ, содержащий последовательную запись обсуждения вопросов и принятия решений на собраниях, совещаниях, конференциях, заседаниях коллегиальных или совещательных органов.

Протокол заседания отражает деятельность экспертной группы по совместной выработке и принятию решений .

### 3.13.3 Качественный и количественный анализ. Определение вероятностей событий.

Качественная оценка дерева отказов проводится при помощи метода минимальных сечений.

Сечение определяется как множество элементарных событий, приводящих к нежелательному исходу. Если из множества событий, принадлежащих некоторому сечению, нельзя исключить не одного и в то же время это множество событий приводит к нежелательному исходу, то в этом случае говорят о наличии минимального сечения.

Для дерева отказов в резервуарах (рис 3) качественный анализ показал, что для того, чтобы произошел разрыв емкости и взрыв (Е) необходимо, чтобы был реализован или внутренний взрыв (С1), или пожар на соседних емкостях (С2), или катастрофический разрыв емкости (С3), или имелись какие-либо внешние причины (С4), индуцирующих головное событие Е.

Внутренний взрыв (С1), в свою очередь, произойдет при наличии парогазовой фазы (К1) и явления самовоспламенения (К5), которое характеризуется наличием или системы из горючей смеси (К3) и источника тепла (К4), или системы из горючей компоненты (К6), окислителя воздуха (К7) и пиррофорных отложений (К8).

Пожар на соседних емкостях (С2) является причиной возникновения события Е при образовании горячей гидродинамической волны (К2).

Катастрофический разрыв емкости (С3) является результатом создания избыточного давления (С6), которое инициируется повышением температуры емкости (С7) или избыточным заполнением емкости (С8). Повышение же температуры емкости (С7) может возникнуть из-за воздействия внешнего источника нагрева (С9) или перегрузки емкости (К9). Избыточное заполнение емкости (К8) возможно или при отказе аварийного вентиля (К10), или при отказе предохранительных клапанов (К11), или же при повышении контрольного уровня (К10). Внешний же источник нагрева

(С9) является итогом или разряда статического потенциала (С11), образующегося при проведении сварных работ в резервуарах (К12) с наличием горючей смеси (К13), или искры удара (К14), возможно при ведении каких-либо ремонтных работ.

Превышение контрольного уровня (С10) имеет место быть или при отказе запорной арматуры (К15), или ошибки оператора (К16), или отказа контрольной аппаратуры (К17)

Внешние причины (С4) могут быть проявлением либо удара молнии (К18), либо падения метеорита (К19), либо землетрясения (К20), либо авиакатастрофы.

Таким образом, можно сделать вывод, что последовательность событий на основании условия минимального сечения будет следующая: С2->Е, С4->Е, С1->С1, С3->Т, то есть наиболее соответствовать данному условию будет разрыв емкости и взрыв при внутреннем взрыве, наименее – катастрофический разрыв емкости.

Количественный анализ дерева отказов (рис. 2.2.1) проводится аналитическим методом.

Для данного исследования используем численные значения частот для каждого базового события.

Расчет начинается с подножия дерева отказов – промежуточных событий и продолжается в направлении вершины – головного события.

Представим расчет для исследуемого случая аварий технологических резервуаров.

Расчет начинается слева направо, то есть первой исследуемой частью будет левая ветвь дерева отказов.

Событие С5 «Самовоспламенение» наступает при альтернативном наступлении или одного блока событий, или другого, но наступление этих блоков будет при одновременном наступлении нескольких базовых событий, следовательно, там где одновременная реализация перемножим

соответствующие им вероятности, а альтернативная – применим операцию сложения:

$P_{C5} = P_{K3} \times P_{K4} + P_{K6} \times P_{K7} \times P_{K8} = 8,3 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^{-4} + 8 \times 10^{-3} \times 7 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-1} = 4,2 \times 10^{-6} \text{год}^{-1}$  М1 ведет одновременное исполнение события С5 и К1, таким образом выражение будет иметь вид:

$$P_{C1} = P_{C5} \times P_{K1} = 4,2 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-1} = 3,7 \times 10^{-6} \text{год}^{-1}$$

Очевидно, что  $P(C1)$  можно записать в общем виде, подставив  $P(M5)$ :

$$\begin{aligned} P_{C1} &= P_{C5} \times P_{K1} \\ &= P_{K3} \times P_{K4} + P_{K6} \times P_{K7} \times P_{K8} \times P_{K1} \\ &= 3,7 \times 10^{-6} \text{год}^{-1} \end{aligned}$$

К С2 (следующая ветвь) ведет реализация К2, так

$$P_{C2} = P_{K2} = 5,2 \times 10^{-4} \text{год}^{-1}$$

Перейдем правее - к третьей ветви:

$$\begin{aligned} P_{C3} &= P_{C6} = P_{C7} + P_{C8} \\ &= P_{C9} + P_{K9} + P_{K10} + P_{K11} + P_{K10} \\ &= P_{C1} + P_{K14} + P_{K10} + P_{K11} + P_{K15} + P_{K16} \\ &\quad + P_{K17} \\ &= P_{K12} \times P_{K13} + P_{K14} + P_{K10} + P_{K11} + P_{K15} \\ &\quad + P_{K16} + P_{K17} = 7,1 \cdot 10^{-5} \text{год}^{-1} \end{aligned}$$

Далее, расчет вероятности для самой крайней ветви будет иметь вид:

$$P_{C4} = P_{K18} + P_{K19} + P_{K20} + P_{K21} = 4 \cdot 10^{-8} \text{год}^{-1}$$

По тем же правилам рассчитывается событие Т:

$$P_E = P_{C1} + P_{C2} + P_{C3} + P_{C4} = 5,9 \cdot 10^{-4} \text{год}^{-1}$$

Таким образом, представляется возможность численного выражения возможности возникновения какого-либо вида аварии на технологических резервуарах.

3.14. Предложения по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов.

3.14.1 Подготовка к работам по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов:

–в обязательном порядке при проведении работ по зачистке резервуаров от нефтепродуктов должно быть обеспечено удаление токсичных и газоопасных продуктов, исключение их поступления из смежных технологических систем, а также исключение возможных источников искрообразования.

Место проведения газоопасных работ должно быть обозначено (ограждено). Вывешиваются плакаты по безопасному выполнению работ ("Огнеопасно!", "Газоопасно!", "Не курить!").

Электроприводы движущихся механизмов должны быть отключены от источников питания видимым разрывом.

На пусковых и распределительных устройствах вывешиваются плакаты "Не включать – работают люди!", которые снимаются по окончании работ по указанию ответственного за проведение газоопасных работ.

В период подготовки к проведению газоопасных работ осуществляется проверка наличия и исправности средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения, инструментов, приспособлений, предназначенных для обеспечения безопасности исполнителей.

Ответственный за проведение газоопасных работ I группы перед началом работ должен проверить выполнение подготовительных работ по плану их проведения, проинструктировать всех работников о необходимых мерах безопасности, проверить их умение пользоваться средствами индивидуальной защиты, знание безопасных приемов работы и методов оказания первой помощи пострадавшим. О проведенном с ним инструктаже каждый исполнитель работ должен расписаться в наряде-допуске.

Газоопасные работы выполняются в спецодежде, соответствующей инструкциям для рабочих мест.

Ответственный за проведение подготовительных работ обязан обеспечить проведение анализа воздушной среды после выполнения подготовительных мероприятий. Результаты анализа воздушной среды оформляются справкой по установленной форме.

3.14.2 Требования безопасности во время работы по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов

– Приступать к выполнению работ разрешается только по указанию ответственного за проведение работ и в его присутствии.

– Газоопасные работы I группы проводятся в шланговых противогазах.

– Запрещается применение фильтрующих и кислородно-изолирующих противогазов.

– Воздухозаборные патрубки шланговых противогазов при работе следует располагать в зоне чистого воздуха.

– При отсутствии принудительной подачи воздуха с помощью вентилятора длина шланга не должна превышать 10 м.

– Шланг не должен иметь перегибов и защемлений.

– При проведении газоопасных работ применяют следующие средства индивидуальной защиты: перчатки, рукавицы, фартуки, дерматологические средства защиты кожи и очистительные дерматологические средства защиты.

При выполнении газоопасных работ запрещается:

– работать в обуви, подбитой гвоздями, подковками;

– работать неисправным инструментом, а также инструментом, вызывающим при ударе искрообразование;

– пользоваться противогазами несоответствующих марок и размеров;

– пользоваться неисправными или непроверенными противогазами, предохранительными поясами, веревками и лестницами.

Для безопасного проведения газоопасных работ работники обязаны:

– газоопасные работы I группы проводить только в присутствии двух наблюдающих, находящихся вне емкости, экипированных так же, как и работающий, причем один из наблюдающих должен иметь противогаз;

находиться внутри загазованного помещения или емкости в шланговом противогазе не более 15 мин, после чего должен последовать отдых не менее 15 мин.

Наблюдающий обязан:

– следить за сигналом и поведением работающего;

– следить за состоянием воздушного шланга противогаза и расположением воздухозаборного устройства;

– при необходимости вызвать к месту работ ответственного за проведение работ и представителя службы охраны труда и техники безопасности, используя доступные способы связи и сигнализации.

Во время проведения газоопасных работ должен периодически осуществляться контроль за состоянием воздушной среды на рабочем месте и в опасной зоне.

Газоопасные работы должны быть немедленно прекращены, если в процессе их выполнения обнаружено появление паров нефтепродуктов около рабочего места или при других условиях, вызывающих пожарную опасность, при этом работники должны быть выведены из опасной зоны.

3.14.3 Требования безопасности в аварийных ситуациях и при несчастных случаях.

– В случае попытки работающего в закрытой емкости (резервуары, котлы и т.п.) снять маску противогаза или при других нарушениях безопасности (неисправности шланга, остановка воздуходувки и т.п.) работу следует немедленно прекратить, а работника удалить из емкости.

– В случае отравления удалить пострадавшего из опасной зоны с использованием средств индивидуальной защиты. Освободить от стесняющей дыхание одежды, обеспечить поступление свежего воздуха, покой, тепло. Дать понюхать нашатырный спирт.

При остановке дыхания делать искусственное дыхание.

– При попадании нефтепродукта в глаза немедленно промыть их большим количеством воды.

– Вызвать неотложную помощь даже в случае хорошего самочувствия пострадавшего.

– Немедленно сообщать об утечках нефтепродуктов и выявлении загазованности непосредственному руководителю и в пожарную службу.

#### 3.14.4 Требования безопасности по окончании работы:

После окончания газоопасных работ убрать рабочие места и привести в порядок инструмент и оборудование.

Ответственный за проведение газоопасных работ I группы должен лично убедиться, что внутри резервуара или емкости не остались люди, убран инструмент, материалы, посторонние предметы, и закрыть наряд-допуск.

В первую очередь операцию очистки резервуаров от нефтепродуктов необходимо проводить для емкостей, требующих срочного обследования – находящихся в аварийном состоянии; изготовленных из сталей, подверженных быстрому разрушению в агрессивных средах; эксплуатирующихся более 20 лет, а так же при проведении плановой реконструкции объекта.

Технологический процесс зачистки резервуаров от остатков нефтепродуктов состоит из типовой схемы последовательных операций и имеет свои характерные особенности в зависимости от вида хранящегося вещества, конструкции резервуара, длительности периода эксплуатации, количества и состава отложений, а также цели проведения зачистки.

#### 4 Финансовый менеджмент. Оценка финансовых затрат на транспортировку материальных средств

В результате реорганизации нефтебазы №1 Кош-Агачевского района республики высвободился резервуарный парк в количестве 5 единиц технологических резервуаров объемом 10000 м<sup>3</sup> каждый. В связи с этим возникла необходимость по очистке резервуаров от нефтешлама и транспортировке емкостей из населенного пункта Кош-Агач в город Горно-Алтайск на расстояние 497 км. Перевозка будет осуществляться на автомобильных тягачах МАЗ-537 «Ураган».

Работы по очистке резервуаров от нефтешлама производятся в течение 25-ти суток следующим составом работников:

- 2 оператора нефтебазы;
- 2 смены (смена через каждые 15 минут) численностью 6 чел, в том числе: работник в резервуаре – 2 чел., наблюдающий – 2 чел., страхующий – 2 чел.

Габариты резервуара:

- высота – 12 м.
- диаметр – 10,43 м.
- масса днища – 3473 кг.
- масса крыши – 5014 кг.
- масса одной боковой стенки – 16514 кг.
- количество боковых стенок – 2 шт.
- масса других комплектующих – 5360 кг.
- толщина отложений нефтепродуктов – 0,002 м.
- плотность нефтешлама – 981 кг/м<sup>3</sup>

#### 4.1 Расчет массы резервуаров

##### 4.1.1 Расчет массы очищенных резервуаров

Масса очищенного резервуара ( $M_{ор}$ ):

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = M_{ор} \quad (1)$$

где  $M_{ор}$  – общая масса продуктов питания;

$V_1$  – масса крыши (кг);

$V_2$  – масса боковых стенок (кг);

$V_3$  – масса днища (кг);

$V_4$  – масса других комплектующих (кг);

$$5014 \text{ кг} + 33028 \text{ кг} + 3473 \text{ кг} + 5360 \text{ кг} = 46875 \text{ кг};$$

##### 4.1.2 Расчет массы неочищенных резервуаров:

Масса неочищенного резервуара ( $M_{нр}$ ):

$$M_{ор} + M_{нш} = M_{нр} \quad (1)$$

где  $M_{ор}$  – масса очищенного резервуара (кг);

$M_{нш}$  – масса нефтешлама в резервуаре (кг);

$$46875 \text{ кг} + 1045 \text{ кг} = 47920 \text{ кг};$$

##### 4.1.2.3 Расчет массы нефтешлама в неочищенном резервуаре:

Масса нефтешлама в резервуаре ( $M_{нш}$ ):

$$S_{нш} \times G \times V_{нш} = M_{нш} \quad (2)$$

где  $G$  – плотность нефтешлама ( $\text{кг}/\text{м}^3$ );

$V_{нш}$  – объем нефтешлама на  $1 \text{ м}^2$  резервуара (кг);

$$532,93 \text{ м}^2 \times \left(981 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 0,002 \text{ м}^3\right) = 1045 \text{ кг};$$

Расчет площади нефтешлама в резервуаре ( $S_{нш}$ ):

$$S_{д} + S_{бс} = S_{нш} \quad (3)$$

где  $S_{д}$  – площадь днища ( $\text{м}^2$ );

$S_{бс}$  – площадь боковой стенки ( $\text{м}^2$ );

$$85,57 \text{ м}^2 + 447,36 \text{ м}^2 = 532,93 \text{ м}^2;$$

Расчет площади днища резервуара ( $S_d$ ):

$$\pi \frac{D^2}{4} = S_d \quad (4)$$

где  $D$ – диаметр днища резервуара(м);

$$3,14 \times \frac{10,43^2}{4} = 85,57 \text{ м}^2;$$

Расчет боковой стенки резервуара ( $S_{bc}$ ):

$$H \times B = S_{bc} \quad (5)$$

где  $B$ – длина боковой стенки резервуара(м);

$H$ – высота боковой стенки резервуара(м);

$$12 \text{ м} \times 32,78 \text{ м} = 447,36 \text{ м}^2;$$

Расчет длины боковой стенки резервуара ( $S_{bc}$ ):

$$2\pi \frac{D}{2} = S_{bc} \quad (6)$$

где  $D$ – диаметр днища резервуара(м);

$$2 \times 3,14 \times \frac{10,43}{2} = 32,78 \text{ м};$$

#### 4.2 Расчёт расхода ГСМ на перевозку крупногабаритного груза.

Для доставки материальных средств используется МАЗ-537 «Ураган».

Распоряжением Минтранса РФ от 14.03.2008 N АМ-23-р введены в действие Методические рекомендации «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте». В соответствии с

Методическими рекомендациями нормы расхода топлив повышаются при следующих условиях. Эксплуатация автотранспорта в горной местности, включая города, поселки и пригородные зоны, при высоте над уровнем моря – от 300 до 800 м. – до 5%. При работе в чрезвычайных климатических и тяжелых дорожных условиях в стихийных бедствиях для дорог I, II и III категорий – до 35%.

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов нормативное значение расхода топлива исчисляется по более сложной формуле, которая позволяет учесть дополнительную нагрузку в виде груза. Для расчета расхода топлива по норме необходимо предварительно определить два показателя.

Во-первых, потребуется знать норму расхода топлива на пробег автомобиля в снаряженном состоянии без груза –  $H_{san}$  (л/100 км)

$$H_{san} = H_s + H_g \times G_{гр} \quad (6)$$

где  $H_s$  – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля в снаряженном состоянии, л/100 км (для одиночного автомобиля  $H_{san} = H_s$ );

Во-вторых, следует рассчитать объем выполненной автомобилем транспортной работы, которая измеряется в тонно-километрах, –  $W$  (т-км):

$$W = G_{гр} \times S_{гр} \quad (7)$$

где  $G_{гр}$  – масса груза, т;

$S_{гр}$  – пробег с грузом, км.

Формула для расчета нормативного расхода топлива для автомобильных тягачей:

$$Q_n = 0,01 \times (H_{san} \times S + H_w \times W) \times (1 + 0,01 \times D), \quad (8)$$

где  $Q_n$  – нормативный расход топлива, л;

$S$  – пробег автомобиля, км;

$H_{san}$  – норма расхода топлив на пробег автомобиля в снаряженном состоянии без груза, л/100 км;

$H_w$  – норма расхода топлив на транспортную работу, л/100 т-км;

$W$  – объем транспортной работы, т-км;

D – поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Для автомобильных тягачей, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, дополнительно к базовой норме, норма расхода топлива увеличивается (из расчета в литрах на каждую тонну груза на 100 км пробега) в зависимости от вида используемого топлива (Hw):

- бензин – до 2 л;
- дизельное топливо – до 1,3 л;

Доставка груза к месту осуществляется в течении 2 суток. Согласно путевому листу общий пробег автомобильного тягача МАЗ-537 «Ураган» за 2 суток составил 914 км, в том числе с грузом – 457 км.

#### 4.2.1 Расчёт расхода ГСМ на перевозку очищенных резервуаров.

Вес перевезенного груза равен 47 т. Условия эксплуатации требуют применения надбавок на расходы ГСМ на 40 %. Базовая норма расхода дизельного топлива – 125 л/100 км, норма расхода дизельного топлива на перевозку полезного груза (Hw) – 1,3 л/100 т-км.

Нормативный расход бензина по путевому листу на один МАЗ-537 «Ураган» определяется следующим образом:

- 1)  $W = 47 \text{ т} \cdot 457 \text{ км} = 21479 \text{ т-км}$  – объем выполненной автомобилем за день транспортной работы;
- 2)  $Q_H = 0,01 \cdot (125 \cdot 914 + 1,3 \cdot 21479) \cdot (1 + 0,01 \cdot 40) = 1990 \text{ л}$  – расход дизельного топлива по норме.

#### 4.2.1 Расчёт расхода ГСМ на перевозку неочищенных резервуаров.

Вес перевезенного груза равен 48 т. Условия эксплуатации требуют применения надбавок на расходы ГСМ на 40 %. Базовая норма расхода дизельного топлива – 125 л/100 км, норма расхода дизельного топлива на перевозку полезного груза (Hw) – 1,3 л/100 т-км.

Нормативный расход бензина по путевому листу на один МАЗ-537 «Ураган» определяется следующим образом:

1)  $W = 48 \text{ т} \cdot 457 \text{ км} = 21936 \text{ т-км}$  – объем выполненной автомобилем за день транспортной работы;

2)  $Q_H = 0,01 \cdot (125 \cdot 914 + 1,3 \cdot 21936) \cdot (1 + 0,01 \cdot 40) = 1999 \text{ л}$  – расход дизельного топлива по норме.

#### 5.4 Расчёт затрат на топливо при транспортировке резервуаров

5.4.1 Общий объем затраченного дизельного топлива на перевозку очищенных резервуаров ( $Q_{\text{ОБЩ}}$ ):

$$Q_H \times N_{\text{МАШ.}} = Q_{\text{ОБЩ}} \quad (9)$$

$$1990 \text{ л} \cdot 5 \text{ ед.} = 9950 \text{ л};$$

Стоимость заправки всех тягачей ( $C_m$ ):

$$Q_{\text{ОБЩ}} \times C_m = C_m \quad (10)$$

$C_m$  – цена за литр топлива ДТ-Л равна 35,2 руб/л.

$$9950 \text{ л} \cdot 35,2 \text{ руб/л} = 350240 \text{ руб.}$$

5.4.2 Общий объем затраченного дизельного топлива на перевозку неочищенных резервуаров ( $Q_{\text{ОБЩ}}$ ):

$$Q_H \times N_{\text{МАШ.}} = Q_{\text{ОБЩ}} \quad (9)$$

$$1999 \text{ л} \cdot 5 \text{ ед.} = 9995 \text{ л};$$

Стоимость заправки всех грузовых автомобилей ( $C_m$ ):

$$Q_{\text{ОБЩ}} \times C_m = C_m \quad (10)$$

$C_m$  – цена за литр топлива ДТ-Л равна 35,2 руб/л.

$$9995 \text{ л} \cdot 35,2 \text{ руб/л} = 351824 \text{ руб.}$$

5.5 Расчет расходов на погрузочно-разгрузочные работы и довольствия водителей

Довольствие водителей за сутки работы ( $Z_{\text{ВОД.}}$ ) составляет 2000 руб., время работы водителей  $F_{\text{СУТ}}$  2 суток. На погрузочные и разгрузочные работы одной машины расходуется по 25000 руб. ( $Z_{\text{ГР.}}$ ).

Затраты на довольствие ( $Z_{\text{ОБЩ.}}$ ) рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{ОБЩ}} = N_{\text{МАШ}}(Z_{\text{ВОД}} + Z_{\text{ГР}}) \times F_{\text{СУТ}} \quad (11)$$

$$5 \cdot 2000 \text{ руб.} + 55000 \text{ руб.} \times 2 = 570000 \text{ руб.}$$

5.5.1 Расчет всех затрат на перевозку очищенных резервуаров:

$$C_{\text{м}} + Z_{\text{ОБЩ}} = Z_{\text{общ.гр.}} \quad (12)$$

$$350240 \text{ руб.} + 570000 \text{ руб.} = 920240 \text{ руб.}$$

5.5.2. Расчет всех затрат на перевозку неочищенных резервуаров:

$$C_{\text{м}} + Z_{\text{ОБЩ}} = Z_{\text{общ.гр.}} \quad (12)$$

$$351824 \text{ руб.} + 570000 \text{ руб.} = 921824 \text{ руб.}$$

5.6 Расчет затрат на денежное довольствие для работников по проведению работ по очистке резервуаров:

Работы по очистке резервуаров от нефтешлама производятся в течение 25-ти суток следующим составом работников:

- 2 оператора нефтебазы;

- 2 смены (смена через каждые 15 минут) численностью 6 чел, в том числе: работник в резервуаре – 2 чел., наблюдающий – 2 чел., страхующий – 2 чел.

Заработная плата одного работника за сутки равна 2000 рублей.

Затраты на заработную плату работникам рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{Э.О.}} = N_{\text{тр.}} \times Z_{\text{Э}} \times E \quad (18)$$

где  $N_{\text{тр.}}$  – количество необходимых транспортных средств для перевозки резервуаров, ед.;

$E$  – количество экипажа, чел.;

$Z_{\text{Э}}$  – денежное довольствие одного члена экипажа за выезд, руб.;

$$5 \text{ ед} \cdot 4000 \text{ руб} \cdot 2 \text{ чел} = 40000 \text{ руб.}$$

При использовании тягачей МАЗ-537 «Ураган» для транспортировки емкостей из населенного пункта Кош-Агач в город Горно-Алтайск затраты на перевозку очищенных резервуаров составляют 920240 рублей, что значительно меньше затрат на перевозку неочищенных резервуаров – 921824рублей. Следовательно, для перевозки целесообразно транспортировать очищенные резервуары.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание технологического процесса работы нефтебазы №1 Кош-Агачевского района Республики Алтай.

Нефтебаза №1 является предприятием традиционного распределительного типа, осуществляющей комплекс технологических операций, связанных с приёмом, хранением и обеспечением потребителей нефтепродуктами. Нефтебаза №1 Кош-Агачевского района осуществляет хранение горюче-смазочных материалов (ГСМ) в резервуарах, поставку оптом на АЗС района и заправку автомобилей на собственной АЗС топливом марок:

- дизельное топливо марки ДТ-Л (ДТ-З в зимнее время);
- АИ-92, АИ-95, АИ-80.

Хранение нефтепродуктов осуществляется в 5 подземных, двустенных, стальных, горизонтальных, цилиндрических резервуаров для подземного хранения нефтепродуктов емкостью 1000 м<sup>3</sup> каждый.

Суммарный максимальный объём хранения нефтепродуктов 5000 м<sup>3</sup>. Один подземный резервуар, объёмом 500 м<sup>3</sup> используется для аварийного слива топлива.

Нефтепродукты поставляют на нефтебазу автоцистернами. Слив производится непосредственно в резервуары хранения через сливные фильтры, устанавливаемые в приёмнике из слива топлива по подземным трубопроводам самотёком. Резервуары установлены на железобетонные фундаменты.

Управление процессом заправки автомобилей осуществляется дистанционно из операторной.

Процесс зачистки резервуара предусматривает следующие виды работ:

- разогрев остатка нефтепродукта в резервуаре системой подогрева;
- удаление остатка нефтепродукта;

- предварительную дегазацию в случае остатка нефтепродукта с температурой вспышки пазов ниже 60°С;
- промывку внутренних поверхностей резервуара ТМС;
- удаление продуктов зачистки;
- чистовую обработку днищевой поверхности.

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды:

1.1 В ходе анализе были выявлены следующие вредные проявления факторов производственной среды:

- вибрации;
- шумы;
- микроклимат.

В ходе проведения работ по очистке резервуаров возникает вредный фактор как вибрация. Это вызвано кавитацией - образование газовых пузырьков в жидкости. Паровые пузырьки в жидкости легче образуются при пониженном давлении. Когда же давление окружающей среды становится больше давления насыщенного пара жидкости, кавитационный пузырек с силой схлопывается. Такое схлопывание пузырьков создает шум, вызывает вибрацию и повреждения конструкций. Чтобы устранить эту проблему необходимо:

– Создание гидростатического подпора на всасе, т.е. всасывающий патрубок насоса находится на уровне жидкости в питающем резервуаре (деаэратор выше питательного насоса);

–Применение предвключенных (бустерных) насосов. Защита от кавитации бустером достигается пониженным числом оборотов по отношению к основному насосу.

–Использование предвключенных ступеней. Первую ступень многоступенчатого насоса делают с малым гидравлическим сопротивлением

за счет больших проходных сечений, часто она выполняется другого конструктивного типа.

1.2. Микроклимат в рабочей зоне определяется сочетанием температуры, влажности, скорости движения воздуха и температурой окружающих поверхностей.

Неблагоприятные микроклиматические условия (повышенная или пониженная температура воздуха, повышенная влажность воздуха, повышенная подвижность воздуха) на рабочем месте приводит к снижению работоспособности, быстрой утомляемости, что может стать причиной получения производственных травм. Средствами защиты для данного вредного фактора будут средства индивидуальной защиты:

Легкий защитный костюм Л-1.

Предназначен для защиты кожи, одежды и обуви при выполнении дегазационных, дезактивационных, дезинфекционных, гидротехнических работ.

Защищает от:

- Длительного воздействия токсичных веществ;
- Токсичной пыли;
- Нефти и нефтепродуктов.

Изолирующий пневмокостюм «МЕТАНОЛ»

Предназначен для защиты работающих на очистке цистерн и других емкостей от паров и жидкой фазы метанола и др. спиртов.

Теплоотражательный комплект ТОК - 200

Предназначен для защиты личного состава подразделений пожарной охраны от повышенных тепловых воздействий (интенсивного теплового излучения, высоких температур окружающей среды, кратковременного контакта с открытым пламенем), а также вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ. Костюм защищает также от

неблагоприятных климатических воздействий: отрицательных температур, ветра, осадков.

### 1.3. Действие фактора на организм человека.

Нефть и большинство жидких продуктов ее переработки, особенно бензин, раздражающе действуют на кожу. При длительном контакте с ними происходит обезжиривание, высушивание и шелушение кожи, что способствует развитию различных гнойничковых заболеваний.

Воздействие нефтепродуктов на организм возможно путем вдыхания их паров, а также через кожу. Острые отравления могут вызываться как сернистыми соединениями нефти, так и высокими концентрациями углеводородов. Длительное воздействие многосернистой нефти может вызвать хроническое отравление.

### 1.4. Приведение допустимых норм с необходимой размерностью.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны (по ГОСТ 12.1.005-88\*).

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Бензин (растворитель топливный)	100	IV
Бензол	5	II
Керосин(в пересчете на С)	300	IV
Лигроин(в пересчете на С)	300	IV
Масла минеральные нефтяные	5	III
Нефть	10	III
Сероводород	10	II
<b>Сероводород в смеси с углеводородами</b>		
Тетраэтилсвинец	0,005	I
Толуол	50	III
Хлор	1	II

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.

2.1 К термическим опасностям относятся:

температура нагретых или охлажденных поверхностей, открытого огня, пожара, химических реакций и др. источников. Средствами защиты от них будут защитные костюмы: легкий защитный костюм Л-1, изолирующий пневмокостюм «МЕТАНОЛ», теплоотражательный комплект ТОК – 200.

2.2 Электроопасность может возникнуть вследствие поражения электрическим током может в результате прикосновения к оголенным проводам, находящимся под напряжением или к корпусам приборов, на которых вследствие пробоя возникло напряжение.

2.3 Пожаровзрывоопасность может возникнуть при превышении концентрации газов внутри резервуара. Чтобы этого не возникло необходимо тщательно проверить с помощью газоанализатора ФП-10.

Снижение пожаровзрывоопасности производств при наличии аппаратов с открытой поверхностью испарения обеспечивают следующие технические решения, которые вытекают из анализа условия опасности  $T \geq T_{всп}$ :

–Выбор наиболее рациональной формы открытого аппарата, позволяющей иметь минимальную величину поверхности испарения.

–Изменение технологических схем таким образом, что весь процесс, в том числе загрузка и выгрузка материала, осуществляется изолированно от окружающего воздуха. Это относится к таким технологическим процессам, где имеется необходимость в наличии промывочных и окрасочных ванн или других подобных аппаратов с открытой поверхностью.

–Поддержание рабочей температуры в безопасной области (ниже температуры вспышки жидкости).

–Устройство систем местных отсосов, которые дают положительный эффект даже тогда, когда выполняется условие  $T \geq T_{всп}$  за счет поддержания рабочей концентрации над зеркалом жидкости ниже НКПР(В).

–Наличие специальных устройств защиты аппаратов, в случае возникновения аварийной ситуации, (например, крышки для экстренного закрывания аппаратов, аварийный слив жидкости, локальная установка пожаротушения).

–Совершенствование технологического оборудования.

### 3. Охрана окружающей среды.

3.1 На нефтебазе происходят значительные выбросы УВ в атмосферу. Это испарение нефти и нефтепродуктов с открытых поверхностей очистных сооружений. Утечки жидкостей и паров происходят из насосов и компрессоров. Обычно предохранительные клапаны сбрасывают газы на факел, но при перегрузке факела газа сбрасывают в атмосферу. Обратные во Для регулирования качества окружающей среды введен и строго контролируется предельно-допустимый выброс (ПДВ), который устанавливается для каждого источника выброса вредных веществ в атмосферу. ПДВ есть обоснованная техническая норма выброса вредных веществ из промышленных источников в атмосферу. На предприятиях нефтегазовых отраслей работы по нормированию выбросов начинают с инвентаризации вредных выбросов, проводимой предприятиями и специализированными организациями.

3.2 Наиболее эффективным методом обезвреживания шламов считается термический метод, когда шламы сжигаются в печах разных конструкций. Этот метод позволяет уничтожить токсичные примеси в шламах и получить полностью обезвреженную твердую фазу. Однако при сжигании шламов химические соединения, содержащие хлор, превращаются в токсичные диоксины, которые вместе с выбросами печей попадают в атмосферу.

Следствием выбросов в атмосферу диоксидов серы и азота являются кислотные дожди, основными составляющими которых являются слабые растворы азотистой, азотной и серной кислот. Кислотные дожди могут выпадать на больших расстояниях от источника выбросов оксидов серы и

азота вследствие переноса их воздушными массами. Кислотные дожди оказывают разрушающее воздействие на конструкционные материалы и действуют на дыхательную систему человека.

При сжигании на факельных установках попутного газа и других углеводородов необходим избыток кислорода на 10-15% больше стехиометрического количества. Оборудование для сжигания в этом случае включает горелку, установленную на стальной трубе, по которой идет газы.

#### 4. Защита в чрезвычайных ситуациях.

4.1 На нефтебазе возможны следующие чрезвычайные ситуации природного характера:

- прямой удар молнии;
- взрыв с последующим пожаром;
- возгорание бьющей из-под земли нефти.

4.2. Наиболее типичной ЧС может быть взрыв с последующим пожаром.

4.3. При возникновении чрезвычайной ситуации на нефтебазе были разработаны следующие действия:

–При возникновении ЧС (Н) персонал, незадействованный на работах по ликвидации чрезвычайной ситуации, а также лица, оказавшиеся на месте аварии, эвакуируются из зоны действия поражающих факторов.

–По периметру опасной зоны выставляется оцепление.

–Персонал, участвующий в проведении работ по ликвидации аварийного разлива нефтепродуктов и работающий в загазованной парами нефтепродуктов среде обеспечивается средствами защиты органов дыхания.

–Персонал, участвующий в ликвидации разлива и работающий в условиях непосредственного соприкосновения нефтепродуктами обеспечивается средствами защиты кожи.

–Медицинское обеспечение организуется в целях своевременного оказания медицинской помощи рабочим и служащим, а также эвакуации их в лечебные учреждения.

–Для оказания первой медицинской помощи пострадавшим из числа обслуживающего персонала силами санитарной дружины разворачивается санитарный пост, оснащенный всеми необходимыми медикаментами для оказания экстренной помощи.

Здесь осуществляется первая доврачебная помощь нуждающимся.

При этом важно своевременно и правильно оказать пострадавшему первую помощь (до оказания помощи медицинским работником).

–С прибытием к месту аварии профессиональных бригад скорой помощи оказание медицинской помощи осуществляется в тесном взаимодействии медицинских работников и членов санитарной дружины. При необходимости пострадавшие доставляются в ближайшее медучреждение автомобильным транспортом.

Меры по ликвидации последствий ЧС:

Для ликвидации последствий ЧС на нефтебазе были предприняты следующие действия:

–оповещение населения и последующая их эвакуация;

–привлечение сил и средств для ликвидации разлива нефтепродуктов.

Заключение.

В результате проведенных мероприятий для безопасной очистки резервуара необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

–резервуар должен быть заземлен;

–крышки люков при подогреве остатков нефтепродуктов должны быть закрыты, а при наличии отверстий, зазоров должны быть уплотнены кошмой;

–выкачка продуктов зачистки должна производиться закрытым способом с применением уплотнений (кошма, брезент) зазоров между горловиной люков и всасывающих приемников, труб, шлангов, устанавливаемых в резервуар;

–оборудование (моечные машинки, трубы, парожекторы) и приспособления, применяемые при зачистке резервуаров, должны быть

сертифицированы в установленном порядке и изготовлены из материалов, не образующих искры при ударе о стальные предметы резервуара и его оборудование;

–моечные машинки, парожеткторы должны быть заземлены к корпусу резервуара;

–система пожаротушения резервуара должна быть в технически исправном состоянии;

–до достижения безопасного состояния атмосферы резервуара не допускать больших скоростей истечения пара, инертного газа (более 10 м/с) в его атмосферу, ограничивая тем самым образование статического электричества;

–процесс промывки резервуара должен проходить при постоянном содержании кислорода не более 5-6% или паров нефтепродуктов не выше 5% НКПРП.

## Заключение

Безопасность - состояние защищённости жизненно-важных интересов личности, общества, организации, предприятия от потенциально и реально существующих угроз, или отсутствие таких угроз [2].

Исходя из дефиниции термина «безопасность», можно точно определить направленность мер по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов: защищенность жизни и здоровья персонала предприятия, подрядной на ведение работ по зачистке организации, населения близлежащих к территории проведения работ населенных пунктов и экологии района в целом от угрозы возникновения различных масштабов аварий при проведении работ.

В результате проведенных изысканий были изучены возможные опасности, возникающие в связи с проведением работ по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов, построено дерево событий для конкретного технологического объекта, проведен анализ всех выполняемых мероприятий при проведении работ по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов, проведен анализ полученных результатов на основе «Инструкции по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов» и установлены недостатки либо в требованиях инструкции, либо в нарушении ее при анализе реальной аварии.

Таким образом, проведенная работа имеет важное практическое значение:

–Решена проблема по обеспечению безопасности работ при зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов.

–Изучены возможные опасности, возникающие в связи с проведением работ по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов;

–Построено дерево событий для конкретного технологического объекта, позволяющее понять причинно-следственную связь основных элементов аварийных ситуаций, увидеть совокупность условий для их

возникновения, а зная причины и их взаимодействие, можно с большой вероятностью устранить возможность их возникновения, тем самым обезопаситься от негативных последствий ЧС;

–Проведен анализ всех выполняемых мероприятий при проведении работ по зачистке технологических резервуаров от остатков нефтепродуктов, который предоставляет возможность устранения типовых ошибок при ведении работ, концентрирует повышенное внимание на определенных аспектах, тем самым также снижая риск возникновения аварийных ситуаций;

–Проведен анализ полученных результатов на основе «Инструкции по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов», предложены следующие мероприятия:

1) Пропарка при работе с аналогичной технологической схемой должна проводиться путем захода через емкость трубы с паром;

2) Следует ориентироваться на условия, при которых производится процесс пропарки;

3) При пропаривании также необходимо принимать во внимание время индукции самовоспламенения.

Следовательно, понимание самого процесса инициирования аварийных ситуаций позволяет существенно снизить их количество, путем предотвращения их образования.

#### Список использованных источников

1. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ (ред. от 25.06.2012 г.).
2. ГОСТ Р 22.0.02-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий»
3. Постановление Правительства РФ «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» от 21.08.2000 г. № 613 (с изменениями на 15.04.2002 г.);
4. «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г. №69-ФЗ (ред. от 30.12.2012 г.);
5. ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия»;
6. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;
7. ГОСТ Р 22.0.11-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Предупреждение природных чрезвычайных ситуаций. Термины и определения»;
8. ГОСТ Р 22.1.02-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения»;
9. ТОИ Р-112-17-95 Типовая инструкция по организации безопасного проведения газоопасных работ на предприятиях нефтепродуктообеспечения;
10. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы»;
11. / <http://profexpert.org/zachistka-rezervuarov-ot-nefti-i-nefte/>
12. <http://base.safework.ru>
13. <http://emm.ostu.ru>
14. <http://zakonbase.ru/content/base/45390>
15. <http://docs.cntd.ru/document/9051953>
16. <http://docs.cntd.ru/document/1200004802>

17. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочное издание.-М., Химия, 1990
18. <http://docs.cntd.ru/document/901866832>
19. Зачистка резервуаров. – режим доступа: <http://legion-oil.com>;
20. <http://profexpert.org/zachistka-rezervuarov-ot-nefti-i-nefte/>
21. Монахов В.Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости.(с приложениями). –М., 2007.
21. Инструкция по охране работников, занятых зачисткой резервуаров от 17.05.2004 г.
22. <http://docs.cntd.ru/document/493577751>
23. [http://www.infosait.ru/norma\\_doc/51/51134/#i56405](http://www.infosait.ru/norma_doc/51/51134/#i56405)
24. <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=388303;dst=100057>
25. [http://www.znaytovar.ru/gost/2/instpukciyainstrukciya\\_po\\_zach.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/instpukciyainstrukciya_po_zach.html)
26. Постановление Правительства «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ» от 15.04.2002 г. № 240;
27. <http://gofer.pp.ua/tehnologii/8-teh-ochist-rezerv.html>
28. Инструкция по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов. [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/51/51134/](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/51/51134/)
29. [http://snipov.net/c\\_4684\\_snip\\_113236.html](http://snipov.net/c_4684_snip_113236.html)
30. Очистка емкостей от остатков нефти и нефтепродуктов с помощью эффлюента. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15494>
31. [http://www.gazovik-neft.ru/directory/article/klassifikaciya\\_neftebaz.html](http://www.gazovik-neft.ru/directory/article/klassifikaciya_neftebaz.html)
32. <http://files.stroyinf.ru/Data1/51/51134/#i158746>
33. <http://www.alppp.ru/law/trud-i-zanjatost-naselenija/trud/50/instrukcija-po-zachistke-rezervuarov-ot-ostatkov-nefteproduktov.pdf>
34. ТОИ Р-112-17-95 Типовая инструкция по организации безопасного проведения газоопасных работ на предприятиях нефтепродуктообеспечения.

35. [http://zaopem.ru/article/3?pdf\\_layout=1](http://zaopem.ru/article/3?pdf_layout=1)
36. <http://www.spbeconika.ru/himicheskaya-degazaciya-rezervuarov.html>
37. <http://www.gosthelp.ru/text/instrukciyainstrukciyapoz2.html>
38. РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз»
39. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых веществ в воздухе рабочей зоны» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27 апреля 2003 г.);
40. Приказ МЧС России «О совершенствовании работы в области борьбы с нефтеразливами» от 24.03.2003 г. № 382 (ред. от 08.07.2004 г.);
41. Приказ МПР России «Об утверждении Порядка проведения технического расследования причин аварий на объектах поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» от 30.06.2009 г. № 191 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 07.09.2009 № 14722);
42. Постановление Правительства Российской Федерации «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ» от 15.04.2002 г. № 240;
43. Постановление Правительства Российской Федерации «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.05.2007 г. № 304 (с изменениями на 17.05.2011 г.);
43. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ (ред. От 10.07.2012 г.);
44. Коновалов Е. Н., Ширяева Е. А. Транспортировка и хранение нефти и нефтепродуктов. 1979. № 6. С. 9-11;
45. Коротких И.П., Баратов А.Н., Надубов В.А. и др. Горючесть веществ и химические средства пожаротушения. – М.: ВНИИПО, 1976. Вып.3. С.49-56;
46. Рябов И.В. Пожарная опасность веществ и материалов: Справочник– М.: Стройиздат, ч. 1, 1966 – 244 с.; ч. 2
47. Сучков В.П., Безродный И.Ф. , Вязниковцев А.В. Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами- М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1992.

48. <http://www.studfiles.ru/preview/1864286/page:4/>

49. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F>

50. <http://zadocs.ru/fizika/1649/index.html?page=13>