

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы	
«Исследование технологии защиты от статического электричества резервуаров вертикальных стальных»	

УДК 621.642:621.619.74

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Быковский В.Е.		19.05.2017

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Бурков П.В.	Д.т.н, профессор		19.05.2017

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф И. В.	К.э.н, доцент		19.05.2017

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Н.В.	К.т.н		19.05.2017

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротченко Т.В.	К.ф.н., доцент		19.05.2017

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.О. Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Бурков П.В.	Д.т.н, профессор		19.05.2017

Планируемые результаты обучения магистрантов

№	Результаты обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
Р1	Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)	ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23
Р2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы-в области интеллектуальной собственности</i>	ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23
Р3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.	ОК-1; ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
Р4	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22;
Р5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов	ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-17; ПК-20;
Р6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-7, ОПК-8, ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23

№	Результаты обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
1	2	3
P7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве члена и руководителя команды, умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i>	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-8; ПК-23

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
И.О.Зав. Кафедрой

_____ Бурков П.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

На выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Б	Быковскому Владимиру Евгеньевичу

Тема работы:

«Исследование технологии защиты от статического электричества резервуаров вертикальных стальных»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

От 26.04.2016 г. №3208/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

19.05.2017г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).

Объектом исследования является РВС – 5000м³. Определение максимальных безопасных скоростей транспортировки нефтяного бензола по трубопроводам диаметром 200 мм и 700 и допустимые скорости истечения его из этих трубопроводов в вертикальный цилиндрический резервуар диаметром 39,9 м. Температура 50 °С. Возможности экспериментального определения исходных параметров отсутствуют. Содержание механических примесей не превосходит 30 г/м³.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Выполнить обзор существующих методов нейтрализации статического электричества в резервуарах вертикальных стальных. Рассмотреть и проанализировать скорости истечения нефтепродуктов в РВС – 5000м³.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Шарф И.В., к.э.н., доцент
«Социальная ответственность»	Маланова Н.В., к.т.н., инженер

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

1 Обзор литературы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.09.2016г
--	-------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Бурков Петр Владимирович	Д.т.н., проф.		05.09.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Быковский Владимир Евгеньевич		05.09.2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 108 с., 13 рис., 12 табл., 30 источников.

Ключевые слова: Статическое электричество, методы нейтрализации, нефть, резервуар, нефтепродукт

Объектом исследования является: эффект снижения зарядов статического электричества в резервуарах вертикальных стальных.

Цель работы – Анализ современных методов нейтрализации статического электричества в резервуарах вертикальных стальных.

В процессе исследования проводились расчеты допустимых скоростей истечения жидкостей V_g в резервуар, приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования было произведен сравнительный анализ методик расчета допустимых скоростей истечения жидкостей V_g в резервуар. На основании полученных результатов было установлено, что есть различные максимально допустимые скорости нефтепродуктов, но путем внедрения токосъемного устройства допустимая скорость истечения возрастет.

Область применения: промышленные, технологические и магистральные трубопроводы, по которым транспортируется углеводородное сырьё в жидком состоянии, в дальнейшем поступающее в резервуар.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается, что при выборе определенных (альтернативных) методов неразрушающего контроля можно существенно сократить экономические затраты. По результатам расчета оптимальная стоимость комплекса работ по техническому диагностированию резервуара для хранения нефтепродуктов, составила 206953,7 руб. При этом срок эксплуатации резервуара продлевается на 8 лет в соответствии с ГОСТ Р 52910-2008 .

В будущем планируется внедрить токосъемное устройство, которое существенно снизит уровень статического электричества.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 Опасность статического электричества при операциях с нефтепродуктами	12
1.1. Общая характеристика условий электризации нефтепродуктов и ее опасность.....	12
1.2. Предупреждение образования зарядов статического электричества	14
1.3. Технологический процесс транспортировки нефти	15
1.4. Воспламенение паров нефти.....	19
2 Методы по борьбе с образованием разрядов статического электричества	20
2.1. Заземление резервуаров	20
2.2. Заземление нефтепродуктов	22
2.3. Токосъемное устройство	22
2.4. Метод рассеивания зарядов	25
2.5. Применение радиоактивных веществ	26
2.6. Выдвижное заземляющее устройство.....	28
3 Применение нейтрализаторов	30
3.1. Индукционный (пассивный) нейтрализатор	30
3.2. Высоковольтный нейтрализатор	31
3.3. Радиоактивный нейтрализатор	33
3.4. Комбинированные нейтрализаторы	35
4 Молниезащита и механизм электризации резервуаров	37
4.1. Устройства молниезащиты	37
4.2. Механизм электризации нефти в резервуарах-хранилищах.....	40
5 Расчет допустимых скоростей истечения жидкостей V_g в резервуар	44
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	46
6.1 Расчет норм времени на выполнение работ при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов.	46
6.2. Расчет стоимости работ при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов.....	48
7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	58
7.1. Производственная безопасность	58
7.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	58
7.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	62
7.2 Экологическая безопасность	68
7.2.1. Анализ воздействия объекта на атмосферу.....	69

7.2.2. Анализ воздействия объекта на гидросферу	70
7.2.3. Анализ воздействия объекта на литосферу	71
7.2.4. Анализ воздействия на селитебную зону	71
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
7.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	72
7.3.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	73
7.3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	74
7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	76
7.4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	76
7.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ.....	78
СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ А	82

ВВЕДЕНИЕ

Резервуары предназначены для приемки, хранения, отпуска, учета нефти и нефтепродуктов и являются ответственными инженерными конструкциями. Элементы резервуаров в эксплуатационных условиях испытывают значительные изменяющиеся температурные режимы, повышенное давление, вибрацию, неравномерные осадки, коррозию.

Важнейшей на сегодняшний день остается проблема обеспечения надежности эксплуатации и безаварийности работы систем хранения нефти. Одной из основных причин возникновения взрывов и пожаров в нефтехранилищах (резервуарах) являются заряды статического электричества, образующиеся в трубопроводе в процессе транспортировки нефти. В результате вносимые вместе с нефтью в резервуар электростатические заряды создают электрическое поле и соответственно условия для возникновения искрового пробоя газового пространства над поверхностью нефти.

Вопросы возникновения статического электричества требуют тщательных исследований и обоснования внедрения новых конструкций и материалов при транспортировке и хранении нефтепродуктов.

Образование электрических зарядов в нефтепродуктах при их движении называется электризацией. Электрические заряды, которые находятся в объеме или на поверхности нефтепродуктов, называются электростатическими. Наиболее сильно электризация проявляется при высоких скоростях транспортирования по трубам. Значимость процессов накопления электростатических зарядов особенно велика, так как электризующими материалами являются легковоспламеняющиеся жидкости. Разряды статического электричества в легковоспламеняющихся средах могут

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Быковский В.Е.				Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков П.В.						9	3
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2БМ5Б		
Зав. Каф.	Бурков П.В.							

становиться причиной взрывов и пожаров. [1]

Опасные проявления статического электричества происходят при следующих условиях:

- В определенном месте происходит накопление заряда.
- Заряды создают электрическое поле.
- Энергия, выделяемая в канале разряда, оказывается больше, чем чем минимально необходимая энергия для воспламенения среды.

Электризация является нежелательным явлением, которое приводит к ряду проблем в транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов. Приведем всего лишь несколько примеров.

Причиной взрыва в поселке Ямбург 2 декабря 2002 стал разряд статического электричества при замере количества газойля в резервуаре на территории цеха снабжения нефтепродуктов. Произошел взрыв, а затем пожар резервуара объемом 5000 кубических метров с 2000 тонн газойля.

В 2005 году в Советском районе произошел пожар на территории ОАО "Новосибирский завод конденсаторов". Пожар возник из-за разряда статического электричества, который произошел в тот момент, когда рабочий переливал бензин из одной канистры в другую.

В 2006 году пожар на газоперерабатывающем производстве Октябрьского управления добычи нефти и газа филиала "Башнефть-Уфа" из-за разряда статического электричества произошел хлопок газовоздушной смеси. Так, по данным статистики, в России источником зажигания и пожаров в резервуарах с ЛВЖ и ГЖ в 9,5 % случаев являлись разряды статического электричества. По данным зарубежной статистики, от разрядов статического электричества происходит около 50 % взрывов и пожаров в нефтехимической промышленности. [2]

Приведенные примеры свидетельствуют о большой опасности разрядов статического электричества и нанесению ущерба в нефтяной и нефтеперерабатывающей отраслях. Поэтому разработка мер предупреждения и

					Введение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

устранения опасных проявлений статического электричества является весьма актуальной проблемой.

С учетом повышения требований к защите от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также с учетом возрастания объема транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов возникает необходимость систематического исследования и разработке методов, снижающих интенсивность электризации нефти и нефтепродуктов.

На основании вышеизложенного **актуальность работы** обуславливается необходимостью анализа исследований по детальному изучению влияния различных параметров нефти и трубопровода на основные показатели и характеристики процессов электризации с целью выяснения характера этих зависимостей. Как показывает статистика и многочисленные исследовательские работы возможно накопление опасных количеств электростатических зарядов в резервуарах, что приводит к возникновению напряженностей электрического поля, превышающие критическую величину 3 кВ/мм в результате чего создаются условия для искрообразования и соответственно взрыва и пожара. Поэтому разработка принципиально новых и более эффективных способов нейтрализации электростатических зарядов в потоке нефти является важной научно-технической задачей.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение безопасности систем хранения нефти путем эффективной нейтрализации статического электричества.

Новизной выпускной квалификационной работы внедрение принципиально нового токосъемного устройства для снижения заряда статического электричества с целью увеличения максимально допустимой скорости истечения жидкостей V_g в резервуар.

					Введение	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Опасность статического электричества при операциях с нефтепродуктами

1.1. Общая характеристика условий электризации нефтепродуктов и ее опасность

Нефтепродукты, как правило, являются хорошими диэлектриками. Удельное сопротивление светлых нефтепродуктов находится в пределах $10^{11} - 10^{13}$ Ом · м. Низкая электропроводность нефтепродуктов обуславливают их заметную склонность к электризации. Процесс разделения зарядов при взаимодействии жидкостей с твердыми веществами, перемешивании и распылении жидкостей присущ практически всем жидкостям, содержащим носители электрического заряда. Однако наиболее интенсивно электризуются плохо проводящие жидкости, которые способны относительно долго время удерживать в своем объеме электрические заряды. Это приводит к тому, что простое увеличение объема наэлектризованной жидкости в резервуаре сопровождается и возрастанием общего количества зарядов статического электричества в данной емкости. Таким образом, возможность заметной электризации жидкостей определяется двумя на первый взгляд противоречивыми условиями: низкой электропроводностью и наличием в жидкости носителей электрических зарядов. [1,3]

Некоторую количественную оценку склонности жидкостей к электризации дает диапазон проводимостей, в пределах которого явление электризации может быть ярко выраженным и представлять опасность возникновения электрических разрядов, способных воспламенить пары горючих жидкостей. Следовательно, для оценки электризуемой жидкости, а также расчета уровня электризации, о чем будет сказано ниже, необходимо прежде всего знание электропроводимости жидкости.

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Опасность статического электричества при операциях с нефтепродуктами			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.	Быковский В.Е.									12	8	
Руковод.	Бурков П.В.							НИ ТПУ гр. 2БМ5Б				
Консульт.												
Зав. Каф.	Бурков П.В.											

Другим фактором, определяющим уровень электризации жидкости, является скорость ее взаимодействия с электризующим агентом. Практически это означает, что чем выше скорость прокачки жидкости по трубопроводам и другому технологическому оборудованию, тем больше заряд она приобретает. Следовательно, уровень электризации жидкости непосредственно зависит от скорости технологического процесса, в котором эта жидкость участвует. Отсюда возникает необходимость выяснения общих закономерностей накопления зарядов статического электричества в жидкости при ее прокачке по трубопроводам и другому технологическому оборудованию. [4]

Помимо названных двух основных факторов, влияющих на степень электризации жидкостей, существенное значение имеют вязкость и температура жидкости, характер примесей, наличие воды. Однако электропроводность жидкости и динамика взаимодействия с твердой стенкой в процессе электризации являются определяющими.

Наэлектризованная жидкость, протекающая по металлическому трубопроводу, сама по себе никакой опасности не создает. Аварийное состояние может иметь место при наличии открытой поверхности заряженной горючей жидкости. Этому условию соответствуют операции по заполнению резервуаров нефтепродуктами, которые на пути в резервуар приобрели значительный заряд статического электричества, при этом над зеркалом жидкости существует легковоспламеняющаяся паровоздушная смесь и электрическое поле зарядов. При достаточно высокой плотности зарядов напряженность электрического поля может достигать критических значений, при которых в пространстве над зеркалом жидкости возможно развитие электрических разрядов, способных воспламенить паровоздушную смесь. На практике такие разряды могут развиваться с выступающих элементов конструкции внутри резервуара или со среза наливной трубы. Аналогичные условия возникают в случае погружения в резервуар, только что заполненный наэлектризованной жидкостью, каких-либо предметов в целях измерения уровня или взятия пробы жидкости. В этом случае электрическое поле

					Опасность статического электричества при операциях с нефтепродуктами	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

концентрируется около вводимого в резервуар предмета и напряженность его в определенных условиях может даже достигать разрядных значений. [4,5]

Другим источником опасности разрядов статического электричества является наличие незаземленных проводящих участков технологической цепочки, к которой прокачивается электризующая жидкость. В этом случае такой отрезок трубы представляет как бы собой обкладку конденсатора, на которой постепенно накапливаются заряды, и возрастает ее потенциал относительно земли.

На предприятиях с правильно спроектированным и тщательно смонтированным технологическим оборудованием в ходе его нормальной эксплуатации перечисленные условия не должны иметь места и их возникновение носит случайный аварийный характер.

1.2. Предупреждение образования зарядов статического электричества

Под статическим электричеством обычно понимают электрические заряды, возникающие в результате трения.

В условиях работы установок заряд статического электричества возникают в трубопроводах, аппаратах и резервуарах в результате трения о стенки их нефтепродуктов, (являющихся диэлектриками) при переливаниях, перемешивании и перекачках. [6]

Из практических действий известно, что наиболее благоприятными условиями для образования зарядов статического электричества являются, например:

- Закачка легких нефтепродуктов (бензин, лигроин) в паровое пространство аппаратов и резервуаров;
- Операции по циркуляции легких нефтепродуктов при проведении зашкелачивания и т.д.

					Опасность статического электричества при операциях с нефтепродуктами	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для предупреждения образования зарядов статического электричества категорически запрещается подача в резервуары, цистерны и тару свободно падающей струей легковоспламеняющихся жидкостей (сырая нефть, бензин, керосин).

Закачивать такие нефтепродукты в резервуары и цистерны необходимо под уровень жидкости, имеющейся в емкости, т. е. конец трубопровода или шланга, по которому подается нефтепродукт в емкость, должен быть опущен ниже уровня мертвого остатка продукта в нем.

При первоначальном заполнении новых резервуаров или цистерн после их зачистки, т. е. в тех случаях, когда нет мертвого остатка, должны быть приняты особые меры предосторожности: медленная закачка, усиленное наблюдение или подача продукта в слой предварительно закачанной воды. [6]

На поверхности жидкости в резервуаре и других емкостях не должно находиться никаких плавающих предметов, так как на них могут накапливаться заряды, и при соприкосновении плавающего предмета со стенкой резервуара может возникнуть искра. Кроме того, необходимо систематически очищать все резервуары и аппараты от скапливающихся в них отложений и грязи.

Помимо мер по предупреждению образования зарядов статического электрического электричества, надо принимать меры по защите от вторичных проявлений молний и статического электричества.

1.3. Технологический процесс транспортировки нефти

Статическая зарядка топлив стала резко появляться примерно с 60-х – 70-х годов, когда начало применяться чистое топливо для улучшения экономичности работы и ресурса двигателей. На рис. 1 показана технологическая цепочка транспортировки нефти. [6]

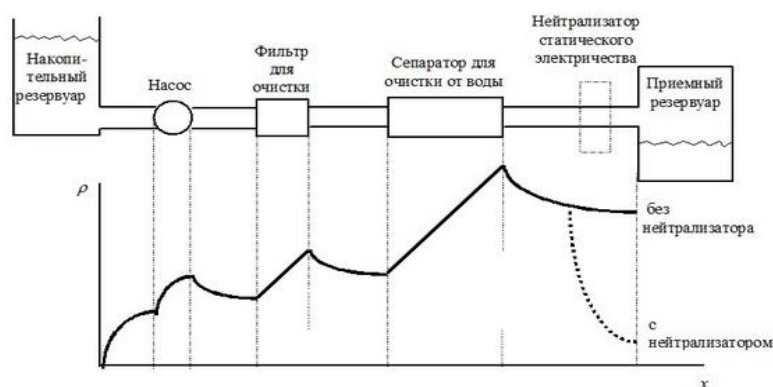


Рисунок 1 – Нарастание плотности заряда в нефти при прохождении по тракту

Нарастание плотности заряда в нефти происходит в технологических устройствах, где осуществляется контакт нефти с материалами, приводящим к ее зарядке, и где увеличивается скорость течения нефти. Спад заряда наблюдается при движении нефти по заземленным трубопроводам.

При движении нефти по технологическому тракту вплоть до приемного резервуара опасности от накопления заряда статического электричества практически нет, так как воздушных промежутков в аппаратах здесь нет и нет возможности возникновения электрического пробоя в газе. Иная ситуация существует в приемном резервуаре, где обязательно наличие газового пространства над поверхностью нефти. [6]

Заряд, накапливаемый в приемном резервуаре, можно определить из условия его увеличения за счет втекания в резервуар заряженной нефти с учетом релаксации (стекания) заряда на заземленные конструкции резервуара:

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{общ}} = \left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{вх}} + \left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{релакс}}, \quad (1)$$

Здесь релаксация заряда происходит по экспоненциальной зависимости:

$$Q(t) = Q_0 e^{-t/\tau}, \quad (2)$$

где $\tau = \varepsilon \varepsilon_0 / \gamma_v$ – постоянная времени релаксации,

ε – относительная диэлектрическая проницаемость

γ – проводимость нефти.

Отсюда:

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{релакс}} = -\frac{Q_0}{\tau} e^{-t/\tau} = -\frac{Q}{\tau}, \quad (3)$$

Перепишем исходное уравнение, учитывая, что

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{вх}} = I_{\text{вх}}, \quad (4)$$

где $I_{\text{вх}}$ – ток зарядов статического электричества на входе в резервуар.

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{общ}} = I_{\text{вх}} - \frac{Q}{\tau}, \quad (5)$$

Решением дифференциального уравнения является:

$$Q = I_{\text{вх}} \tau (1 - e^{-t/\tau}), \quad (6)$$

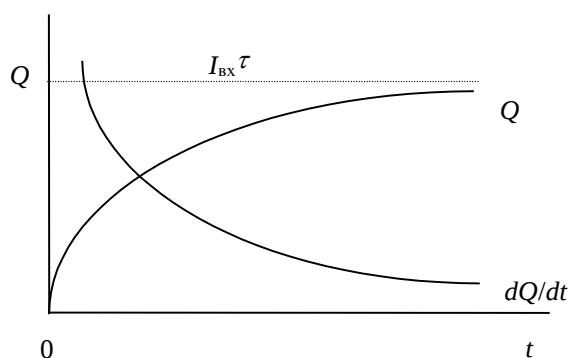


Рисунок 2. Зависимость суммарного объемного заряда нефти в приемном резервуаре от времени наполнения

На рисунке 2 приведены зависимости изменения плотности и суммарного объемного заряда нефти в приемном резервуаре.

Из зависимостей видно, что скорость роста заряда экспоненциально падает, а суммарный объемный заряд, увеличиваясь, экспоненциально стремится к предельному значению, определяемому произведением $I_{\text{вх}} \tau$.

Поэтому для уменьшения заряда, накапливаемого в приемном резервуаре, есть два пути. Первый заключается в снижении постоянной времени релаксации путем добавления в нефть специальных присадок, увеличивающих ее проводимость. Данное направление выбрала голландская фирма «Shell». Недостатком метода является непрерывный контроль за количеством присадки в нефти и точная его дозировка, так как при очистке нефти фильтрами одновременно происходит удаление присадки. [6]

Второй путь заключается в непосредственном уменьшении заряда, находящегося в приемном резервуаре. С этой целью используют специальные устройства, называемые нейтрализаторами статического электричества. Схема нейтрализатора статического электричества приведена на рисунке 3.

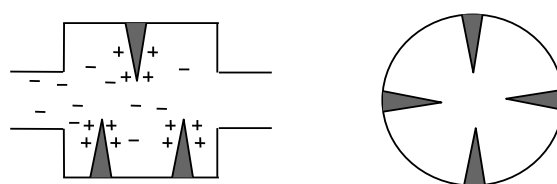


Рисунок 3. Нейтрализатор статического электричества

Вокруг электродов, имеющих форму игл, в результате процессов ионизации образуются области с повышенным содержанием ионов, имеющих заряд противоположного знака избыточному заряду нефти (в нашем случае положительных ионов). В результате рекомбинации отрицательных и положительных ионов избыточный заряд нефти уменьшается.

Для решения задачи по предотвращению возгорания паров нефти из-за разрядов статического электричества необходимо определить величину и распределение зарядов в приемном резервуаре в зависимости от параметров системы транспортировки, рассчитать распределение поля и определить возможность возникновения разрядов и воспламенения паров в зависимости от минимальной энергии, необходимой для воспламенения. Если вероятность воспламенения велика, то должны использоваться нейтрализаторы или вводиться ограничения на режимы перекачки (например, ограничения скорости перекачки). Опасность возникновения разрядов статического

электричества зависит от размера и формы используемых резервуаров. [6]

1.4. Воспламенение паров нефти

Заряд нефти, поступающей в резервуар, распределен по объему неравномерно. Это связано с релаксацией заряда на заземленные стенки конструкции. Поэтому, чем дальше рассматриваемый объем нефти от стенки резервуара, тем больше заряд в объеме. Кроме того, на поверхности нефти заряд релаксирует медленнее (особенно при приближении уровня к верхней стенке резервуара) в связи с влиянием большой величины емкости между поверхностью нефти и верхней стенкой. [5,6]

Это означает, что на поверхности нефти в наиболее удаленной точке от стенок резервуара накапливается большой заряд, который создает электрическое поле между этой точкой поверхности нефти и заземленными стенками резервуара. По мере накопления заряда растет напряженность электрического поля вплоть до значения равного величине, при которой начинается разряд. В развивающемся разряде выделяется энергия, накопленная в нефти. Для того, чтобы пары нефти воспламенились, необходима определенная энергия равная минимальной энергии воспламенения. Для разных веществ она различается:

Таблица 1 – Минимальная энергия воспламенения паровоздушных и кислородных (в скобках) смесей (мДж)

Ацетилен	0,011 (0,0002)	Метан	0,29 (0,0027)
Ацетон	0,25	Пентан	0,18
Бензин Б-70	0,15-0,394	Толуол	0,60
Бензин "Калоша"	0,234-0,309	Пропан	0,25 (0,0021)
Водород	0,013	Топливо Т-1	0,202
Гексан	0,23	Сероуглерод	0,077
Гептан	0,24	Этан	0,24
Керосин	0,48	Этилен	0,1
		Этиловый спирт	0,14

2 Методы по борьбе с образованием разрядов статического электричества

В данной главе будут описаны методы, которые используются для борьбы с образованием разрядов статического электричества. В резервуаре основными конкурирующими процессами являются поступление заряда с потоком жидкости из трубопровода и стекание заряда в землю через массу жидкости, стенки, заземляющие устройства. [1,3,4,5,6]

2.1. Заземление резервуаров

Наиболее важной, простой и доступной мерой борьбы с разрядами статического электричества является заземление трубопровода и резервуара в частности.

Чтобы обеспечить эффективный отвод или нейтрализацию образованных электрических зарядов, заземление должно быть удовлетворять определенным требованиям.

Величина переходного сопротивления должна незначительно изменяться в течение времени. Известно, что удельное сопротивление почвы меняется в широких пределах (при изменениях ее влажности в зависимости от природы грунта оно может колебаться от 10 до 1000 Ом · м). Кроме того, на удельное сопротивление значительное влияние оказывает температура. Особенно резкие изменения происходят при промерзании грунта. В связи с этим для обеспечения постоянной величины переходного сопротивления заземление должно быть установлено следующим образом (в наиболее влажных местах заглубление, погружение электродов в

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Быковский В.Е.			Методы по борьбе с образованием разрядов статического электричества			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Бурков П.В.								20	10
Консульт.								НИ ТПУ гр. 2БМ5Б			
Зав. Каф.		Бурков П.В.									

специально обработанный грунт: солью, шлаком, древесным углем и др.).

Обычно заземление выполняет функции защиты от разрядов статического электричества. Конечно, такие функции заземление выполняет на объект с возможной электризацией. Для защиты от статического электричества считается достаточным, если сопротивление заземления не превышает 100 кОм. Таким образом, все заполняемые резервуары и емкости должны иметь надежное заземление. [1,3,4,5,6]

Резервуары и емкости объемом более 50 м³, за исключением вертикальных резервуаров диаметром до 2,5 м, должны быть присоединены к заземлителям с помощью не менее двух заземляющих проводников в диаметрально противоположных точках.

При всех операциях с нефтепродуктами трубопроводы должны быть электрически связаны с резервуарами или цистернами. Электрическая связь и заземление каждого объекта исключают действие разрядов статического электричества между собой, а также на соседние объекты.

С незаземленной автоцистерны разряд может попасть на человека. При наличии взрывоопасной среды не исключен и взрыв. Если нет электрической связи между наконечником наливного шланга и автоцистерной, а также если цистерна или наконечник не заземлен, то возможен разряд внутри емкости.

Следует отметить, что любое надежное заземление всех сооружений и хорошая электрическая связь между ними не обеспечивают полной безопасности. Эти меры не устраняют появления разрядов статического электричества внутри резервуаров. Большинство взрывов происходит от разрядов внутри емкостей при надежно заземленном оборудовании. В связи с этим надо считать, что заземление только частично обеспечивает безопасность операций с нефтепродуктами. Поэтому одновременно с заземлением необходимо принять и другие средства для устранения разрядов статического электричества.

					Методы по борьбе с образованием разрядов статического электричества	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2. Заземление нефтепродуктов

Для предотвращения электрических разрядов внутри резервуара в некоторых случаях рекомендуется заземлять нефтепродукты. Иногда в аппаратах – смесителях для отвода электрических зарядов, находящихся в нефтепродуктах, применяют металлические проволочные сетки (экраны), которые помещают под уровень нефтепродуктов. Сетка, заземляясь, в зависимости от плотности и глубины погружения отводит в землю некоторую часть заряда. Показано на рисунке 4.

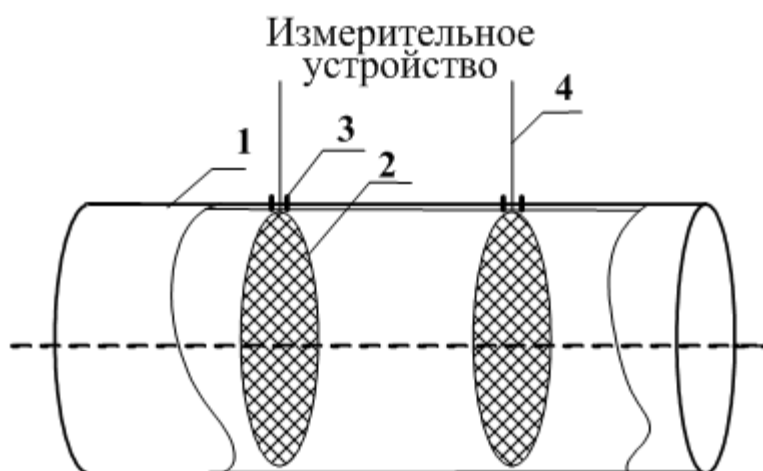


Рисунок 4 – Схема размещения измерительных сеток в трубопроводе

2.3. Токосъемное устройство

В резервуаре нефтепродукты заземляют при помощи металлических струн, протянутых вертикально от крыши до его днища. Струны располагают на определенном расстоянии друг от друга. Заземление с помощью струн снижает опасность разряда скапливающегося в резервуаре электрического заряда.

Полезная модель «Токосъемное устройство» представляет из себя токосъемный провод установленный по высоте резервуара один конец которого заякорен около днища резервуара, а другой снабжен гибким медным кабелем.

Кроме того, токосъемное устройство снабжено поплавком с возможностью вертикально-поступательного движения. Поплавок снабжен скребками с толкателями, которые обеспечивают постоянную очистку поверхности токосъемного провода от парафинистых отложений. [8]

Полезная модель относится к нефтяной промышленности в частности к резервуарам со стационарными крышами для хранения нефти и нефтепродуктов для снятия статического электричества.

Известно, что в настоящее время стальные резервуары для хранения нефти, нефтепродуктов и других пожароопасных жидкостей для стекания статического электричества и предотвращения появления электрического напряжения на корпусе резервуара при нарушении изоляции токоведущих частей электрооборудования и их замыкании на корпус защищены подсоединением к ним защитного заземления. [8]

Известно техническое решение (см. РД 39-22-113-08 «Временные правила защиты от появления статического электричества на производственных установках и сооружениях нефтяной и газовой промышленности», которое допускает применение металлических струн, протянутых вертикально внутри резервуара и соединенных со стационарной крышей и днищем).

Однако, несмотря на это, время от времени происходят «необъяснимые» взрывы и возгорания продуктов в резервуарах. Одной из причин этого является следующее.

В процессе эксплуатации на стенках резервуаров и трубопроводов и поверхности металлических струн происходит отложение парафинистых и других нетокопроводящих соединений, то есть слой этих отложений является изолятором и стекания статического электричества через корпус в местах отложений не происходит. [8]

В процессе слива-налива продукта происходит накопление статического электричества и пробой на корпус. При определенных условиях концентрация паров продукта и воздуха может оказаться в пределах возникновения взрыва с

дальнейшим возгоранием. Недостаток - значительное накопление статического электричества вследствие отложения парафина на токосъемном устройстве.

Цель полезной модели - гарантированный сьем статического электричества путем предотвращения накопления парафиновых отложений на токосъемном устройстве.

Поставленная цель достигается тем, что токосъемное устройство выполнено в виде медного провода диаметром - 10÷12 мм, установленного через люк в крышке резервуара до дна резервуара, причем нижний конец провода крепится с помощью металлического якоря, а верхний конец через изолятор крепится к люку крыши резервуара, при этом к верхнему концу провода крепится многожильный гибкий медный кабель, а другой конец которого крепится к корпусу резервуара.

Токосъемное устройство снабжено поплавком с прижимными скребками с возможностью вертикально-поступательного движения, а постоянный контакт скребков с токосъемным проводом обеспечивается толкателями.

Количество устанавливаемых токосъемников - 3 шт. Они монтируются через 120° по окружности крышки резервуара на расстоянии 2-3 м от стенки резервуара.

Устройство работает следующим образом:

При сливе-наливе продукта уровень жидкости в резервуаре изменяется, соответственно происходит движение вверх-вниз поплавок 13, находящегося на поверхности жидкости, по токосъемному проводу 5. При движении поплавок осуществляется постоянная зачистка поверхности токосъемного провода от парафинистых отложений скребками 11, скользящими по направляющим скребка 10. Контакт скребков с проводом обеспечивается толкателями 8. Усилие, необходимое для очистки поверхности токосъемника, обеспечивается подбором регулировочных грузиков 9.

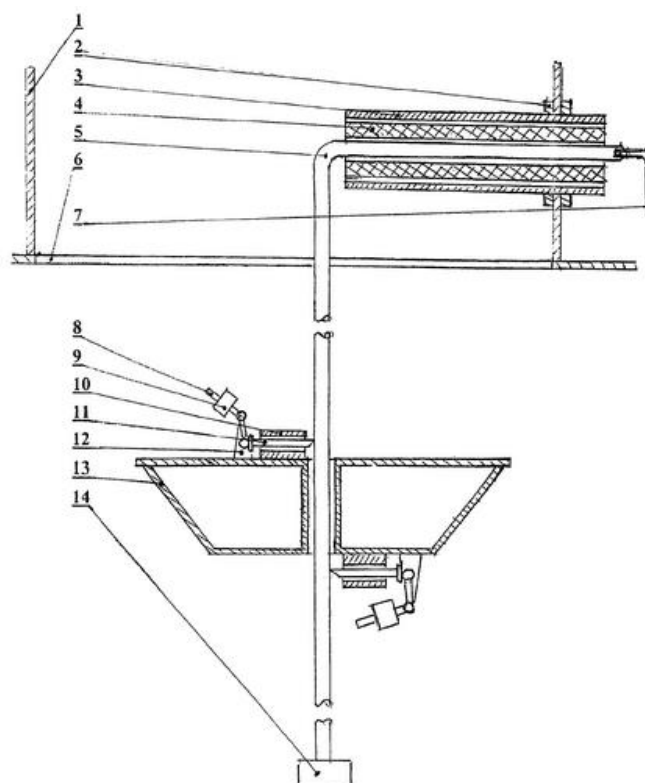


Рисунок 5 – Общий вид токосъемного устройства

1 – заземлитель, 2 – стопорное кольцо, 3 – кожух изолятора, 4 – изолятор, 5 – токосъемный провод, 6 – крыша резервуара, 7 – гибкий медный кабель, 8 – толкатель, 9 – регулировочный грузик, 10 – направляющая скребка, 11 – скребок, 12 – основание толкателя, 13 – поплавков, 14 – якорь.

2.4. Метод рассеивания зарядов

Электрический заряд, появившийся в нефтепродукте, стремится рассеяться. Ток утечки зависит от величины начального заряда Q , относительной диэлектрической постоянной ε и проводимости топлива γ и может быть вычислен по формуле:

$$i = \frac{Q\gamma}{\varepsilon\varepsilon_0} e^{-\tau\gamma/\varepsilon\varepsilon_0}, \quad (7)$$

где ε_0 – электрическая постоянная;

τ – время.

Приведенное выражение показывает, что заряд, поступающий в трубопровод, постепенно уменьшается в результате рассеивания. Это свойство используется в рассеивающих емкостях, применяемых при некоторых технологических операциях. [1,3,4,5]

Конструктивно рассеивающая емкость представляет собой отрезок трубы большого диаметра. При заданном диаметре длина отрезка трубы определяется расчетным путем из условия допустимого остаточного заряда. Рассеивающую емкость устанавливают непосредственно перед резервуаром, в который наливают нефтепродукт. Установка рассеивающей емкости после фильтра значительно снижает величину заряда.

2.5. Применение радиоактивных веществ

Радиоактивные излучения были испытаны для снижения напряженности электрического поля в газовом пространстве резервуаров.

В качестве радиоактивного вещества применяли источник β – излучения – стронций-90. Испытания проводились на резервуаре диаметром 9 м и высотой 6 м. Резервуар был заполнен на высоту 3,3 м жидкостью, электропроводность которой составляла $5 \cdot 10^{-13} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Электризация создавалась с помощью лопасной мешалки, приводимой от электродвигателя мощностью 6,5 кВт. Введение радиоактивного вещества в газовое пространство резервуара снижало напряженность электрического поля в 2-3 раза. [1,3,4,5]

Применение радиоактивных излучений для топлив с большой проводимости считается малоэффективным. Для выяснения этого предположения искали жидкость с электропроводностью $1,2 \cdot 10^{-11} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Оказалось, что введение радиоактивного изотопа в газовое пространство резервуара в этом случае не снижает напряженность электрического поля.

2.6. Применение присадок против статического электричества

Скорость накопления и утечки электрических зарядов в резервуарах зависит от характера и интенсивности проведения технологических операций на нефтебазах.

При введении в нефтепродукты присадок против статического электричества известным является необходимое снижение удельного электрического сопротивления жидкости. Однако как изменится при этом скорость образования электрических зарядов в процессе различных технологических операций, определить расчетным путем невозможно. Поэтому для обеспечения безопасности операций следует исходить из определения наибольшего электрического заряда, который может образоваться в трубопроводе. [1,3,4,5]

Определив наибольшую величину электрического заряда по известной электропроводности, можно вычислить плотность заряда перед входом жидкости в резервуар, затем рассчитать изменение плотности электрического заряда в резервуаре в процессе заправки в него наэлектризованной жидкости.

В зависимости от плотности электрического заряда в резервуаре и уровня нефтепродукта в нем определяют напряженность электрического поля, которая не должна превышать допустимой величины, а энергия возможного электрического заряда не должна быть выше минимальной энергии воспламенения паровоздушной смеси.

Эти условия можно обеспечить путем введения соответствующего количества присадок. При электропроводности нефтепродуктов более $10^{-9} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ заметной электризации не наблюдается.

По зарубежным данным для увеличения электропроводности нефтепродуктов до безопасного уровня достаточно ввести 0,0005-0,001% присадок.

					Методы по борьбе с образованием разрядов статического электричества	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2 – Удельное объемное электрическое сопротивление углеводородов и нефтепродуктов при 25° С и концентрации присадки 0,01%

Присадка	Удельное объемное электрическое сопротивление, ом·м						
	бензол	циклогексан	изооктан	бензин Б-70	бензин А-66	топливо ТС-1	керосин осветительный
Без присадки	$0,2 \cdot 10^{12}$	$0,28 \cdot 10^{12}$	$1,0 \cdot 10^{12}$	$0,45 \cdot 10^{12}$	$0,17 \cdot 10^{12}$	$0,17 \cdot 10^{12}$	$0,48 \cdot 10^{11}$
Олеат хрома	$0,24 \cdot 10^{12}$	$1,2 \cdot 10^9$	$0,4 \cdot 10^9$	$0,59 \cdot 10^8$	$0,32 \cdot 10^8$	$0,56 \cdot 10^8$	$0,9 \cdot 10^8$
Олеат кобальта	-	-	-	$0,12 \cdot 10^9$	$0,11 \cdot 10^9$	$0,67 \cdot 10^9$	$0,71 \cdot 10^9$
Нафтенат кобальта	-	-	$0,18 \cdot 10^{10}$	-	-	-	-
Нафтенат меди	$0,14 \cdot 10^{10}$	-	-	-	-	-	-
Соль хрома СЖК фр. C ₁₇ -C ₂₀	-	-	-	$0,23 \cdot 10^9$	-	$0,25 \cdot 10^9$	-
Соль хрома СЖК фр. C ₁₄ -C ₁₆	-	-	-	$0,18 \cdot 10^9$	-	$0,25 \cdot 10^9$	-
Олеатдисалицилат хрома	-	-	-	$0,77 \cdot 10^8$	-	$0,12 \cdot 10^8$	-
Диолеат хрома дикетона ферроцена	-	-	-	$0,63 \cdot 10^8$	-	$0,13 \cdot 10^9$	-
Диолеат хрома дикетона ЦТМ	-	-	-	$0,14 \cdot 10^9$	-	$0,22 \cdot 10^9$	-
Нафтенат хрома	$1,1 \cdot 10^9$	-	$0,83 \cdot 10^9$	$0,45 \cdot 10^9$	$0,19 \cdot 10^9$	-	-
Олеат меди	-	-	-	$0,38 \cdot 10^9$	$0,4 \cdot 10^9$	-	-

2.6. Выдвижное заземляющее устройство

В начале тысячелетия компания Lightning Eliminators & Consultants, Inc (США) разработала уникальное устройство для защиты резервуаров нефтехранилищ с плавающей крышей от искровых и статических разрядов. Это устройство — Retractable Grounding Assembly (RGA®), которое можно перевести на русский язык как "выдвижное заземляющее устройство" получило большую популярность и до сих пор используется по всему миру.

Retractable Grounding Assembly (RGA) представляет из себя катушку, внутри которой находится плоский заземляющий кабель. Сама катушка крепится к стенке резервуара (см. на рисунке 6), а кабель из неё присоединяется к плавающей крыше резервуара. Таким образом, создаётся контакт между стенками и крышей, что снижает вероятность возникновения разрядов между ними. [8]

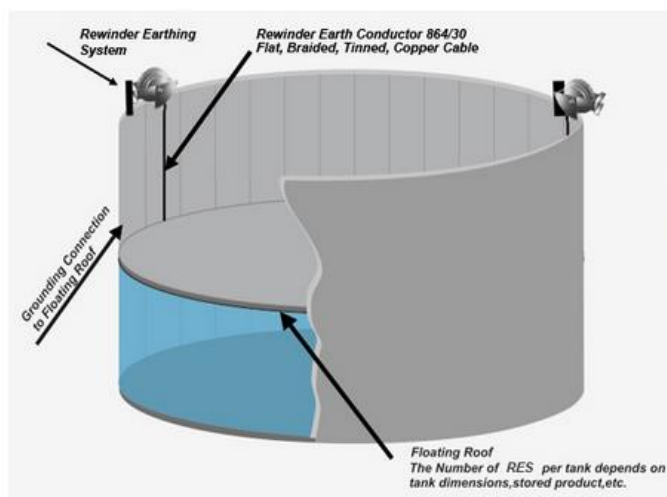


Рисунок 6 – Выдвижное заземляющее устройство

В резервуарах с плавающей крышей существует проблема изоляции крыши от системы заземления. В отличие от стенок резервуара, которые находятся в статичном положении и заземлены снаружи, крыша не имеет соединения с заземлителями. При использовании устройств RGA, это проблема устраняется. [8]

Также готовится усовершенствованное оборудование от компании Lightning Eliminators & Consultants.

Характеристики и особенности Retractable Grounding Assembly 750:

- универсальный размер, подходящий для любых резервуаров с плавающей крышей;
- новые усовершенствованные пружины для втягивания кабеля;
- содержат алюминиевый кабель, первоначально разработанный для использования в морской среде и позволяющий значительно улучшить устойчивость к коррозии и воздействию сероводорода;
- предварительная заводская затяжка, снижающая временные и силовые затраты при установке;
- уменьшенный размер за счет использования алюминиевого кабеля.

3 Применение нейтрализаторов

3.1. Индукционный (пассивный) нейтрализатор

Индукционные нейтрализаторы состоят из несущих стержней, на которых укреплены заземленные металлические острия, тонкие проволоочки или фольга из станиоля. Стержни устанавливают вблизи заряженного тела так, чтобы острия их были обращены к поверхности тела. Заряд на теле индуктивно образует на остриях заряд противоположного знака, в результате чего между кончиками остриев и заряженным телом появляется электрическое поле высокой напряженности, которое создает ионизацию воздушной среды. Образовавшиеся ионы, знак которых противоположен заряду тела, притягиваются к поверхности тела и нейтрализуют на нем первоначальный заряд. [9]

Пассивные нейтрализаторы с иглами работают эффективно только при больших плотностях зарядов в потоках. При относительно низкой плотности зарядов (около 30 - 50 мКл/м³) нейтрализаторы с иглами не эффективны.

Индукционные нейтрализаторы просты и дешевы, но применимы только в тех случаях, когда иглы расположены на расстоянии не более 20 мм от наэлектризованной поверхности. В высоковольтных нейтрализаторах коронный разряд образуется под действием высокого напряжения, создаваемого специальным источником высокого напряжения. Напряжение может быть постоянным, переменным и высокой частоты.

Недостатком индукционных нейтрализаторов является то, что они начинают действовать после достижения напряженности электрического поля на остриях не менее 30 Кв / см. Это означает, что до тех пор, пока напряжение наэлектризованного тела (при данном расположении нейтрализатора) не

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Быковский В.Е.				Применение нейтрализаторов	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бурков П.В.						30	7
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2БМ5Б		
Зав. Каф.	Бурков П.В.							

достигнет нескольких киловольт, ионизация воздуха не начнется. [9]

Достоинством индукционных нейтрализаторов является простота конструкции, низкая стоимость, малые эксплуатационные затраты и отсутствие источников питания. Поэтому применять индукционные нейтрализаторы следует тогда, когда для предотвращения искрового разряда требуется снизить высокий по величине заряд до определенного, но еще достаточно высокого значения.

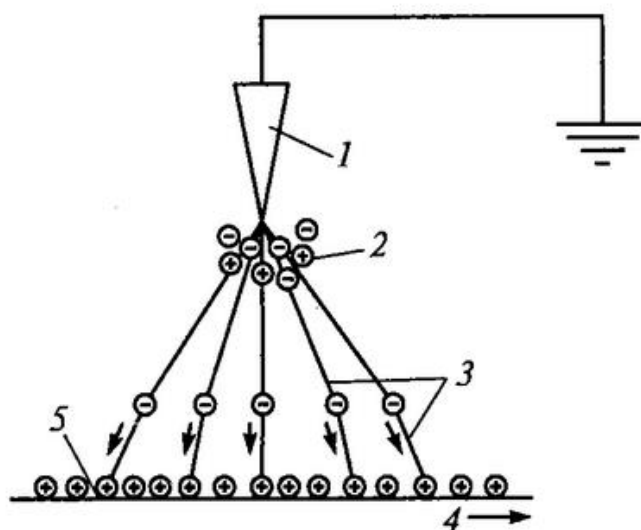


Рисунок 7 – Схема нейтрализации зарядов индукционным нейтрализатором

3.2 Высоковольтный нейтрализатор

Высоковольтный нейтрализатор состоит из игольчатого разрядника и источника высокого напряжения. Нейтрализаторы высокого напряжения отличаются обычно конструкцией игольчатых разрядников. Иглы в разряднике располагаются на расстоянии 10 - 30 мм друг от друга в ряд на проводнике, находящемся под высоким напряжением. Проводник с иглами, укрепленными на нем, помещают в металлический кожух так, чтобы зазор между его стенками и проводником составлял 10 мм. [9]

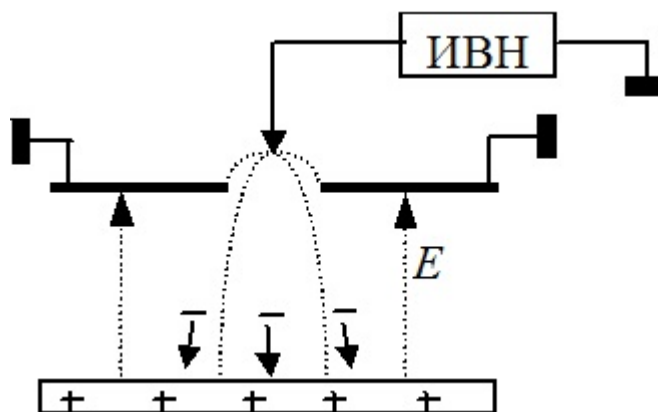


Рисунок 8 – Схема высоковольтного нейтрализатора

Высоковольтные нейтрализаторы применяют с заземленным защитным кожухом. При этом для увеличения эффективности разрядников с переменным напряжением целесообразно острие иглы и края защитного кожуха располагать в одной плоскости.

Нейтрализаторы включают три типа: работающие на переменном токе, постоянном и токе высокой частоты. В нейтрализатор на постоянном токе входит и высоковольтный выпрямитель. Принцип действия всех трех типов, основанный на ионизации воздуха высоким напряжением, одинаков, но эффективность различна. Максимальное расстояние между разрядным электродом и нейтрализуемым материалом, при котором нейтрализатор еще эффективен, может достигать 600 мм. Обычно рабочее расстояние принимается равным 200 - 300 мм.

Высоковольтные нейтрализаторы различаются обычно и конструкцией игольчатых разрядников. Наибольшее распространение получили трубчатые разрядники, так как они обладают наивысшей эффективностью.

Достоинством высоковольтных нейтрализаторов является ионизирующее действие и при низких потенциалах на наэлектризованной поверхности, а их недостаток - необходимость использования источника тока и большая энергия возникающих искр, способных воспламенить взрывоопасные смеси. Высококачественные нейтрализаторы наиболее безопасны, однако они сложны по устройству и еще серийно не выпускаются. Общим и довольно

существенным недостатком является то, что их работа в воздухе приводит к образованию озона и оксидов озона, которые вызывают раздражение дыхания.

3.3 Радиоактивный нейтрализатор

Радиоактивные нейтрализаторы достаточно надежны, просты в устройстве, устойчивы в работе. Обязательно следует предусматривать надежную защиту людей, оборудования, продукции от вредного воздействия радиоактивного излучения. Для отвода зарядов от людей необходимо: полы, где работают люди, делать токопроводящими или делать заземленные зоны, помосты, площадки; ручки приборов, машин, аппаратов и дверей заземлять. Рекомендуется надевать обувь с кожаной подошвой или пробитой неискрящими заклепками.

Радиоактивные нейтрализаторы очень просты по устройству, достаточно эффективны, полностью взрывобезопасны, выпускаются серийно и требуются источники питания. [9]

Их форма и размеры могут быть легко изменены. Им не требуется внешних источников энергии, но они должны регулярно обновляться, так как радиоактивность со временем уменьшается. При их использовании необходимо учесть требования радиационной защиты. Применение радиоактивных нейтрализаторов имеет преимущества в опасных условиях и там, где электризация не слишком интенсивная.

Радиоактивные нейтрализаторы обычно дают примерно равное число положительных и отрицательных носителей зарядов.

Нейтрализаторы обычно помещаются в заземленный металлический корпус. С одной стороны, металлический корпус защищает нейтрализатор от механических повреждений, а с другой поглощает α и β излучение так, что излучение направлено только в сторону нейтрализуемых зарядов. Металлический корпус должен быть заземлен, поскольку на незаземленном

					Применение нейтрализаторов	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

корпусе может появиться опасный потенциал. Любой металлический предмет, расположенный в зоне радиоактивного нейтрализатора, может снизить его эффективность. Однако этот эффект радиоактивных нейтрализаторов проявляется в меньшей мере, поскольку они ионизируют большие объемы.

Радиоактивный нейтрализатор отличается от активных и пассивных нейтрализаторов только способом получения ионов. Полярность излучаемых частиц не имеет значения, так как нейтрализация осуществляется ионами, возникающими при столкновении. Это означает, что даже нейтрализаторы с источником α – частиц могут нейтрализовать положительно заряженные поверхности. [9]

Наиболее важную роль нейтрализации заряженных поверхностей играют ионы, образовавшиеся в непосредственной близости от поверхности. Поэтому наиболее часто используются для этой цели источники α – частиц, показанные на рисунке 9. Их располагают на таком расстоянии от поверхности, чтобы можно было получить интенсивную ионизацию (максимальное число ионов) перед заряженной поверхностью. Оптимальное расстояние можно определить из графиков Брэгга.

Ионы, порождаемые β – излучением, распределены в гораздо большем объеме, поэтому их гораздо сложнее сконцентрировать перед рабочей поверхностью. Пробег β – частиц длиннее, следовательно, источник должен располагаться дальше от поверхности. Если источник β – частиц располагается под углом как показано на рисунке 9, то ионы будут рождаться вблизи от поверхности и будут распределены в большей зоне.

Ионный ток у радиоактивных нейтрализаторов ниже, чем у активных или пассивных устройств. Их применение ограничено нейтрализацией малых поверхностных плотностей зарядов. Преимуществом радиоактивных нейтрализаторов является отсутствие электрического разряда, благодаря чему они являются очень удобными устройствами для работы во взрывоопасных условиях.

					Применение нейтрализаторов	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

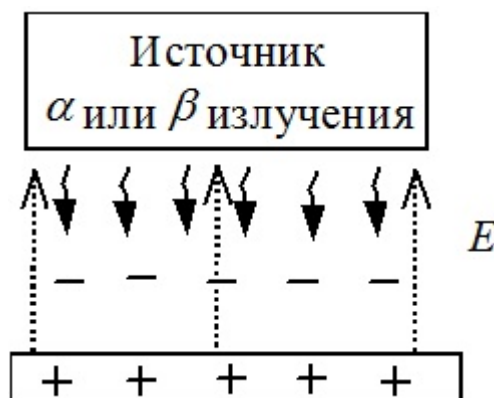


Рисунок 9 – источник α и β излучения

3.4. Комбинированные нейтрализаторы

Комбинированные нейтрализаторы представляют собой комбинацию двух или нескольких различных нейтрализаторов, совокупное действие которых увеличивает ионизацию воздуха. Например: одни пассивные нейтрализаторы нейтрализуют статический заряд лишь только после превышения им определенного уровня. Радиоактивные нейтрализаторы недостаточно эффективны в силу низких значений тока нейтрализации в случаях, когда плотность заряда или скорость движения материала велика.

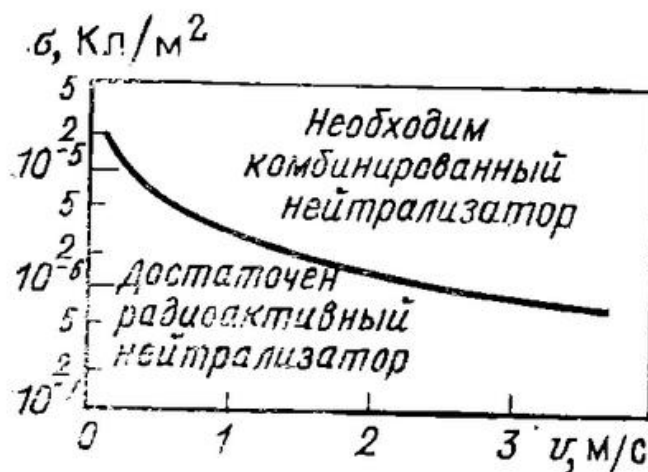


Рисунок 10 – Выбор типа нейтрализатора в зависимости от значения плотности поверхностного заряда σ и скорости движения v .

На рисунке 11 показан комбинированный нейтрализатор. Он состоит из радиоактивного и пассивного нейтрализаторов и может нейтрализовать заряды, даже если их значение и скорость движения поверхности велики. Пассивные нейтрализаторы снимают основную долю заряда, а радиоактивные – оставшийся заряд. Оба нейтрализатора должны быть надежно заземлены.

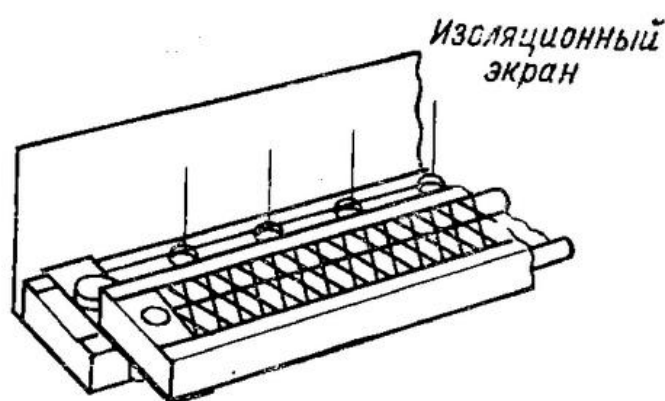


Рисунок 11 – Комбинированный нейтрализатор

В заключение отметим, что применение комбинированных нейтрализаторов оправдывается всегда в тех случаях, когда требуется удалить почти все статические заряды с диэлектрика.

4 Молниезащита и механизм электризации резервуаров

Резервуары для легковоспламеняющейся и горючей жидкости относятся по устройству молниезащиты:

- ко II категории (резервуары, относящиеся по ПУЭ к зонам класса В-1г.);
- к III категории (резервуары, относящиеся по ПУЭ к зонам класса II-III).

Резервуарные парки или отдельно стоящие резервуары для товарной нефти должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции, заноса высоких потенциалов устройствами молниезащиты, выполненными в соответствии с требованиями действующей НТД. [15]

4.1. Устройства молниезащиты

Устройства молниезащиты должны быть приняты и введены в эксплуатацию до начала заполнения резервуара нефтью. При этом оформляется и передается заказчику исполнительная документация.

Для резервуарных парков при общей вместимости группы резервуаров более 100 тыс. м³ защиту от прямых ударов молнии следует, как правило, выполнять отдельно стоящими молниеотводами. [16]

В качестве заземлителей защиты резервуаров от прямых ударов молнии необходимо применять искусственные заземлители, проложенные в земле и размещенные не реже чем через 50 м по периметру основания резервуара, к которым должен быть присоединен корпус резервуара (число присоединений – не менее двух в диаметрально противоположных точках). [23]

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.	Быковский В.Е.				Молниезащита и механизм электризации резервуаров			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.	Бурков П.В.									37	7
Консульт.								НИ ТПУ гр. 2БМ5Б			
Зав. Каф.	Бурков П.В.										

На резервуарах РВСП и РВСПК для защиты от электростатической индукции необходимо устанавливать не менее двух гибких стальных перемычек между плавающей крышей или понтоном и корпусом резервуара.

Защита от заноса высокого потенциала по подземным и наземным металлическим коммуникациям осуществляется присоединением их на вводе в резервуар к заземлителям. Ввод линий электропередачи, сетей сигнализации должен осуществляться только кабелями длиной не менее 50 м с металлической броней или оболочкой или кабелями, проложенными в металлических трубах и коробах.

Стержневые молниеприемники должны быть изготовлены из стали любой марки сечением не менее 100 мм^2 и длиной не менее 200 мм и защищены от коррозии оцинкованием, лужением или окраской. Тросовые молниеприемники должны быть выполнены из стальных многопроволочных канатов сечением не менее 35 мм^2 . [18]

Соединения молниеприемников с токоотводами и токоотводов с заземлителями должны выполняться сваркой или болтовыми соединениями с переходным сопротивлением не более 0,05 Ом. [23]

При наличии стержневых и тросовых молниеотводов каждый токоотвод присоединяется к искусственному заземлителю, состоящему из 3-х и более вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом, при расстоянии между вертикальными электродами не менее 5 м. Токоотводы и заземлители выбираются в соответствии с требованиями действующей НТД.

При эксплуатации устройств молниезащиты должен осуществляться систематический контроль за их техническим состоянием. В график планово – предупредительных работ должно входить техническое обслуживание этих устройств. В случае выявления механических повреждений и износа устройств молниезащиты следует производить текущий или капитальный ремонт. Проверка состояния устройств молниезащиты должна проводиться 1 раз в год перед началом грозового сезона. Проверке подлежат целостность и

					Молниезащита и механизм электризации резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

защищенность от коррозии доступных обзору частей молниеприемников и токоотводов и контактов между ними, а также значение сопротивления току промышленной частоты заземлителей отдельно стоящих молниеотводов. Это значение не должно превышать результаты соответствующих замеров на стадии приемки более чем в пять раз. При превышении сопротивления заземлений более чем в пять раз по сравнению с замерами в период приемки заземление подлежит ревизии (и ремонту, при необходимости). [19]

Цель ревизии заключается в следующем:

- выявить элементы, требующие замены или усиления из-за механических повреждений;
- проверить надежность электрической связи между токоведущими элементами (мест сварки и болтовых соединений);
- определить степень разрушения коррозией отдельных элементов молниезащиты и принять меры по восстановлению антикоррозионной защиты и усилению элементов, поврежденных коррозией. [20]

На основании ревизий определяется необходимый объем ремонтных работ по системе молниезащиты, которые должны быть закончены к началу грозового периода года. Мелкие текущие ремонты устройств молниезащиты можно проводить во время грозового периода года, капитальные ремонты – только в негрозовой период. [23]

Результаты ревизий молниезащитных устройств, проверочных испытаний заземляющих устройств, проведенных ремонтов необходимо заносить в журнал эксплуатации молниезащиты и устройств защиты от статического электричества.

Лица, проводящие ревизию молниезащиты, должны составлять акт осмотра и проверки с указанием обнаруженных дефектов. Ответственность за исправное состояние молниезащиты несет служба главного энергетика.

4.2 Механизм электризации нефти в резервуарах-хранилищах

Электризация нефтепродуктов происходит при различных технологических процессах:

- Протекание нефтепродукта по трубопроводам
- Прохождение нефтепродукта через технологическое оборудование, такое как фильтры, задвижки, насосы, клапаны и др.
- Сбор и перемешивание нефтепродукта в резервуарах-хранилищах.

При протекании нефтепродуктов по трубопроводам происходит электризация за счет разделения зарядов на границе раздела фаз – жидкости и твердого тела, описываемая теорией электризации жидкости в трубопроводах.

При прохождении нефтепродукта через фильтры, насосы и другое технологическое оборудование происходит дополнительная электризация жидкого нефтепродукта за счет местного резкого уменьшения площади поперечного сечения трубопровода и увеличения скорости течения жидкого нефтепродукта на данном участке трубопровода. [10,11]

При заполнении резервуаров – хранилищ происходит постоянный перенос заряженного нефтепродукта из трубопровода в резервуар и интенсивное перемешивание нефтепродукта внутри резервуара – хранилища.

Процесс разделения зарядов и накопление в объеме жидкости зарядов одного знака протекает в основном в трубопроводе, после загрузки нефтепродукта в резервуар – хранилище этот процесс настолько замедляется, что практически больше не приводит к увеличению плотности заряда в нефтепродукте. [14]

Большинство емкостей для транспорта и хранения нефтепродуктов являются цилиндрическими. К ним относятся резервуары, железнодорожные цистерны, автоцистерны, контейнеры и бочки.

В настоящее время эффективно эксплуатируются для хранения и перекачки нефтепродуктов наземные вертикальные цилиндрические

					Молниезащита и механизм электризации резервуаров	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

резервуары, которые в зависимости от их назначения и условий эксплуатации можно разделить на следующие типы:

- Типовые сварные вертикальные цилиндрические резервуары объемом от 100 м³ до 20000 м³;
- Типовые сварные вертикальные цилиндрические резервуары для эксплуатации в условиях низкой температуры (до ~ 65°C) объемом от 100 м³ до 20000 м³;
- Сварные вертикальные цилиндрические резервуары с оптимальными размерами 700 м³ до 100000 м³.

В процессе наполнения происходит перемешивание нефтепродукта под действием поступающей струи нефтепродуктов, если поступающий нефтепродукт несет в себе электрический заряд, то он будет распределен по всему объему резервуара. [21,22]

Заряд в объеме нефтепродукта создает электрическое поле внутри резервуара – хранилища. Напряженность электрического поля над поверхностью нефтяного зеркала может быть очень высокой и достигать пробивных значений. [12,13]

Основным уравнением, принятым в расчетах и характеризующим электростатическое поле внутри резервуара является уравнение Пуассона:

$$\nabla^2 U = -\frac{\rho(r,z)}{\varepsilon\varepsilon_0}, \quad (8)$$

где ∇^2 – оператор Лапласа;

U – потенциал;

$\rho(r, z)$ – плотность объемного заряда в точке резервуара;

ε – относительная диэлектрическая проницаемость;

ε_0 – электрическая постоянная.

В цилиндрической системе координат уравнение Пуассона (8) будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = - \frac{\rho(r,z)}{\varepsilon \varepsilon_0}, \quad (9)$$

где r – переменный радиус, z – ордината произвольной точки.

К настоящему моменту на основании анализа по электризации нефти и нефтепродуктов можно выделить следующие основные положения:

– Чистые жидкости с проводимостью, близкой к нулевой, не электризуются. Введение примесей, которые увеличивают проводимость жидкостей, вызывает образование заряда, так что скорость образования заряда увеличивается с увеличением проводимости.

– При некоторой величине проводимости скорость образования заряда достигает максимума, а затем уменьшается. И совсем не замечается электризации жидкостей с проводимостью, соответствующей проводимости воды. Химическая природа раствора может оказывать влияние на скорость образования зарядов, но не значительно.

– Для электризации необходим поток жидкости относительно стенки. При ламинарном течении скорость образования зарядов сравнительно мала. Для турбулентного потока она больше.

– Состояние и материал поверхности влияют на образование заряда. Металлы дают наибольшую скорость электризации, которая мало различается для различных металлов.

– Электризация наблюдается и в неметаллических трубах, которые в отношении малых токов являются проводниками. Знак заряда может быть положительным или отрицательным в зависимости от примесей в жидкости и состояния поверхности.

– Скорость образования зарядов в коротких трубах зависит от длины трубы.

– Электрический заряд в трубах образуется непрерывно со скоростью, не зависящей от времени перекачки при установившемся потоке.

– Ток электризации жидкости в большей степени зависит от

					Молниезащита и механизм электризации резервуаров	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

концентрации ионов в потоке нефтепродукта.

Электризация нефти при ее движении в трубопроводах является причиной попадания зарядов статического электричества в резервуары и хранилища нефтепродуктов. Это способствует возникновению искрового разряда в парогазовой атмосфере хранилища и, в конечном счете, может привести к тяжелой аварии. Отсюда вытекает важность прогнозирования возникновения опасных ситуаций в резервуарах - хранилищах и обеспечения нужного уровня безопасности и надежности эксплуатации последних. В связи с этим весьма актуальными являются работы по совершенствованию методов расчета процессов электризации нефти в трубопроводах и, в частности, повышению точности расчета. [12,13]

					<i>Молниезащита и механизм электризации резервуаров</i>	<i>Лист</i>
						43
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Б	Быковскому Владимиру Евгеньевичу

Институт	Кафедра
Уровень образования	Направление/специальность
Магистратура	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материально-технических, финансовых затрат при проведении работ технического диагностирования РВС-5000м ³
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Единые нормы времени и расценки на техническое диагностирование оборудования, сооружений и трубопровода (дата актуализации 01.02.2017г.)
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс РФ ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 09.03.2016г. № 55-ФЗ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Оценка перспективности реализации современных методик технического диагностирования РВС-5000м ³ , обеспечивающих наименьшие вычислительные затраты
2. Разработка устава научно-технического проекта	НТИ выполнено в рамках выпускной квалификационной работы
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Расчет себестоимости: 1. проведения анализа документации; 2. визуального измерительного контроля; 3. контроля неразрушающими методами; 4. контролем толщины стенок основных элементов неразрушающим методом; 5. измерения твердости основных элементов; 6. на прочность; 7. остаточного ресурса; 8. работ при анализе результатов контроля и расчетов; 9. работ при составлении технического заключения о возможности дальнейшей эксплуатации.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчет экономической эффективности комплексов работ при полном техническом диагностировании РВС-5000м ³ . Решение о продолжении службы срока резервуара.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Таблицы:

- Значение поправочного коэффициента с учетом удаленности объектов
- Значение поправочного коэффициента с учетом удаленности объектов
- Значение поправочного коэффициента в зависимости от районного коэффициента к заработной плате

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

13.04.2017г.

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шарф Ирина Валерьевна	К.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
--------	-----	---------	------

6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В связи с тем, что срок эксплуатации РВС – 5000м³, установленный на участке «Александровское - Анжеро-Судженск» истекает в 2018 году, возникает необходимость проведения экспертизы промышленной безопасности, которая в свою очередь сопровождается экономическими затратами для предприятия.

Проведение технического диагностирования является неотъемлемой частью экспертизы промышленной безопасности, которая позволяет определить техническое состояние резервуара, а так же оценить возможности, условия и сроки для продолжения его эксплуатации. Так как строительство новых резервуарных парков является длительным и финансово затратным процессом, то возможность продления срока эксплуатации сооружения (резервуара) является альтернативным решением данной проблемы.

Для определения оптимальных экономических затрат на проведение технического диагностирования, проведем анализ всех видов работ с учетом норм времени и себестоимости на их выполнение, а так же произведем расчет стоимости всего комплекса работ.

6.1 Расчет норм времени на выполнение работ при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов.

Норму времени на выполнение работы при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов в наиболее распространенных условиях (Н), чел.-ч, определяют по формуле:

$$H = T_{\text{оп}}(1 + K_{\text{п.з.}} + K_{\text{от.}}), \quad (12)$$

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Быковский В.Е.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист
Руковод.		Бурков П.В.					Листов
Консульт.							51
Зав. Каф.		Бурков П.В.					10
					НИ ТПУ гр. 2БМ5Б		

где $T_{\text{оп.}}$ – оперативное время, чел.-ч;

$K_{\text{п.з.}}$ – коэффициент, учитывающий время на подготовительно-заключительные работы и обслуживание рабочего места (принимается по фотохронометражным наблюдениям), $K_{\text{п.з.}} = 0,07$;

Норму времени на выполнение работы при диагностировании в особых условиях ($N_{\text{ос.ус.}}$), чел.-ч, определяют по формуле:

$$N_{\text{ос.ус.}} = N \cdot K_{\text{ус.}} \cdot K_{\text{тр.}}, \quad (13)$$

где – $K_{\text{ус.}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий особые условия работы. Величины $K_{\text{ус.}}$ приведены в таблице 4.

$K_{\text{тр.}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий транспортные затраты. Величины $K_{\text{тр.}}$ приведены в таблице 5.

Таблица 4 – Значение поправочного коэффициента с учетом удаленности объектов

Условия выполнения работ	Величина поправочного коэффициента
1. Выполнение работ с применением монтажного пояса	1,25
2. Выполнение работ в закрытых сосудах, аппаратах, резервуарах	2,00
3. Выполнение работ на действующих производствах с вредными условиями труда	1,25
4. Выполнение работ в зимнее время на открытом воздухе. Температура воздуха на рабочем месте отрицательная, °С :	
от 0 до минус 10	1,10
от минус 10 до минус 20	1,15
от минус 20 до минус 30	1,20
от минус 30 до минус 40	1,25
ниже минус 40	1,30
5. Выполнение работ в стесненном положении (на высоте, в углублениях)	1,10
6. Техническое диагностирование оборудования, имеющего налет (повышенную коррозию, грязь) свыше 3 мм	1,20
7. Выполнение работ в специальной одежде, с вентиляцией или применением химических реагентов, в шланговом противогазе	1,30
8. Выполнение работ на грузоподъемных машинах с пролетом более 25 м, за каждые 5 м	1,05
9. Выполнение работ на стреле башенного крана с решетчатой конструкцией	1,10

Таблица 5 – Значение поправочного коэффициента с учетом удаленности объектов

Удаленность объектов от центральных баз производственного обслуживания, км	Величина поправочного коэффициента
0-50	1,10
50-100	1.15
100-150	1,20
150-200 и более	1,40

6.2. Расчет стоимости работ при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов

Комплекс работ при полном техническом диагностировании включает:

1. Анализ документации;
2. Визуальный и измерительный контроль;
3. Контроль неразрушающими методами;
4. Контроль толщины стенок основных элементов неразрушающим методом (ультразвуковая толщинометрия);
5. Измерение твердости основных элементов;
6. Расчет на прочность;
7. Гидравлические испытания на прочность и герметичность;
8. Расчет остаточного ресурса;
9. Анализ результатов контроля и расчетов;
10. Составление технического заключения о возможности дальнейшей эксплуатации резервуара.

Стоимость работы при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов Ц, руб., определяют по формуле:

$$Ц = С \cdot K_{yc} \cdot K_{тр} \cdot K_{рк} + П, \quad (14)$$

где С – себестоимость работы при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов;

$K_{р.к.}$ – поправочный коэффициент, зависящий от районного коэффициента к заработной плате. Величины $K_{р.к.}$ приведены в таблице 6.

					Финансовый менеджмент	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

П – плановая прибыль, руб.

Таблица 6 – Значение поправочного коэффициента в зависимости от районного коэффициента к заработной плате

Районный коэффициент к заработной плате	Величина поправочного коэффициента
1,1	1,07
1,12	1,09
1,15	1,10
1,2	1,15
1,3	1,20
1,4	1,30
1,5	1,35
1,6	1,40
1,7	1,50
1,8	1,55
2,0	1,70

Себестоимость работы при техническом диагностировании оборудования, сооружений и трубопроводов включает:

- стоимость основных и вспомогательных материалов;
- основную (без учета районного коэффициента) и дополнительную заработную плату специалистов, проводящих диагностирование, в том числе выплаты из фонда материального стимулирования (кроме выплат осуществляемых из прибыли);
- отчисления из фонда заработной платы;
- стоимость топлива и энергии;
- накладные расходы (на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые расходы, общезаводские расходы и т.д.) без учета транспортных затрат;
- прочие расходы.

При расчете стоимости основных и вспомогательных материалов, топлива, энергии закладывается их обоснованная потребность на выполнение работы при техническом диагностировании и действующие цены на приобретение.

Фонд заработной платы рассчитывают по нормативам времени, установленными в Единых нормах времени в зависимости от перечня планируемых для выполнения работ и часовой тарифной ставки специалистов по техническому диагностированию.

Долю накладных расходов устанавливают относительно затрат на соответствующий вид работ при диагностировании, без учета стоимости расходуемых материалов.

Стоимость комплекса работ при техническом диагностировании оборудования, трубопроводов и сооружений определяют по формуле:

Постоянными величинами при определении стоимости работ по техническому диагностированию оборудования, сооружений и трубопроводов являются нормы времени на выполнение конкретных видов работ, представленных в настоящих Единых нормах времени на 2014 год, которые служат основанием для установления договорной цены.

Исходные данные:

Резервуар емкостью 5000 м³ имеет цилиндрическую конструкцию с плоским днищем и предназначен для приема, хранения, выдачи нефтепродуктов в различных климатических условиях. Установлен в открытом резервуарном парке.

- Внутренний диаметр стенки – 22800 мм;
- Высота стенки – 12000 мм;
- Плотность продукта – 0,9 т/м³;
- Количество поясов – 8 шт;
- Толщина верхнего пояса – 7 мм;
- Толщина нижнего пояса – 10 мм;
- Количество окراек днища – 10 шт;
- Количество балок – 32 шт;
- Толщина настила – 5 шт;
- Масса конструкций – 123428 кг;

					Финансовый менеджмент	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Площадь наружной поверхности – 860 м²;
- Длина сварных швов 259,2 м;
- Районный коэффициент к заработной плате – 1,3;
- Плановая прибыль (П) - 25% от себестоимости работ.

Техническое освидетельствование резервуара производится на расстоянии 10 км от центральной базы производственного обслуживания в летнее время.

Стоимость работ согласно перечню на странице 52 в соответствии нормативному документу [..] представлены ниже:

1. Анализ документации:

- Ознакомление и анализ проектной документации $C_1^{a.d.}=1707,13$ руб.;
- Ознакомление и анализ исполнительной документации $C_2^{a.d.}=1138,09$ руб.;
- Анализ нормативной документации и установление норм оценки технического состояния $C_3^{a.d.}=260,91$ руб.;
- Анализ условий эксплуатации и технологических режимов работы $C_4^{a.d.}=521,86$ руб.;
- Анализ ранее проведенных диагностических работ и установление характерных участков $C_5^{a.d.}=227,6$ руб.;
- Анализ планово-профилактических мероприятий и ремонтных работ $C_6^{a.d.}=326,14$ руб.;
- Анализ аварий и отказов $C_7^{a.d.}=512,15$ руб.

Себестоимость работ при анализе документации:

$$C^{a.d.} = \sum C_n^{a.d.} = 1707,13 + 1138,09 + 260,91 + 521,86 + 227,6 + 326,1 + 512,15 = 4693,88 \text{ руб.}$$

2. Визуальный и измерительный контроль:

- визуальный осмотр сварных швов снаружи (100 % осмотр) и измерение размеров выявленных дефектов, себестоимость:

					Финансовый менеджмент	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Длина наружных швов:

$$L = 22810 \cdot 9 + 1500 \cdot 4 \cdot 9 = 259,29 \text{ м};$$

$$C_{1.и.}^{в.и.} = C_1^A \cdot L = 12,90 \cdot 259,29 = 3344,82 \text{ руб.}$$

где C_1^A – себестоимость 1 м шва;

- визуальный осмотр сварных швов изнутри (100 % осмотр) и измерение выявленных дефектов, себестоимость:
- Длина внутренних швов швов:

$$L = 22800 \cdot 9 + 1500 \cdot 4 \cdot 9 = 259,2 \text{ м};$$

$$C_{2.и.}^{в.и.} = C_1^A \cdot L \cdot K_{yc.} = 12,90 \cdot 259,2 \cdot 2 = 6687,36 \text{ руб.};$$

- визуальный осмотр основного металла снаружи и измерение выявленных дефектов, себестоимость:

$$C_{3.и.}^{в.и.} = C_2^A \cdot F = 12,90 \cdot 860 = 11094 \text{ руб.}$$

где C_2^A – себестоимость осмотра 1 м² основного металла резервуара;

- визуальный осмотр основного металла изнутри и измерение выявленных дефектов, себестоимость:

$$C_{4.и.}^{в.и.} = C_2^A \cdot F \cdot K_{yc.} = 12,90 \cdot 860 \cdot 2 = 22188 \text{ руб.}$$

Себестоимость работ при визуальном и измерительном контроле сварных швов и основного металла:

$$C^{в.и.} = \sum C_n^{в.и.} = 3344,82 + 6687,36 + 11094 + 22188 = 10062 \text{ руб.};$$

3. Контроль неразрушающими методами.

Акустико-эмиссионный контроль

$$C_1^{н.м.} = C_1^{а.э.} \cdot n = 40904,32 \text{ руб.}$$

где $C_1^{а.э.}$ – себестоимость работ при акустико-эмиссионном контроле (Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, $V = 5000 \text{ м}^3$);

n – количество сосудов.

Контроль сплошности сварных соединений и зон основного материала элементов производится методом ультразвуковой и магнитопорошковой дефектоскопии.

					Финансовый менеджмент	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ультразвуковой дефектоскопии подвергаются сварные швы длиной 50% от общей длины сварных швов, $L_1 = 129,6$ м.

В состав работ входит:

- зачистка поверхности под контроль до шероховатости $R_z 40$ зоны шириной 50 мм, себестоимость:

$$C_2^{н.м.} = C_1^3 \cdot L = 234,38 \cdot 129,6 = 30375,64 \text{ руб.}$$

где C_1^3 – себестоимость 1 м зачистки поверхности;

- ультразвуковая дефектоскопия продольных сварных швов, себестоимость:

$$C_3^{н.м.} = C_1^{у.д.} \cdot L = 128,9 \cdot 129,6 = 16705,4 \text{ руб.}$$

где $C_1^{у.д.}$ – себестоимость 1 м контроля сварных соединений;

Контроль методом ультразвуковой дефектоскопии выбран по экономическим соображениям, так как себестоимость работ при рентгенографическом контроле (альтернативном) за 1 м контроля сварного соединения составляет $C^{р.к.} = 325,81$ руб.

- магнитопорошковая дефектоскопия пересечения кольцевых и продольных сварных швов (по 250 мм в каждую сторону):

$$C_4^{н.м.} = C_1^{м.д.} \cdot F = 402,09 \cdot 3,56 = 1432,44 \text{ руб.}$$

где $C_1^{м.д.}$ – себестоимость 1 м² работ;

F – площадь для выполнения работ (57 пересечений сварных швов).

Контроль методом магнитопорошковой дефектоскопии выбран по экономическим соображениям, так как себестоимость работ при контроле методом цветной дефектоскопии за 1 м² контроля сварного соединения составляет $C^{ц.д.} = 1031,03$ руб.

Себестоимость при контроле неразрушающими методами:

$$\begin{aligned} C^{н.м.} &= \sum C_n^{н.м.} = 40904,32 + 30375,64 + 16705,4 + 1432,44 \\ &= 89417,8 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4. Контроль толщины стенок основных элементов неразрушающим методом (ультразвуковая толщинометрия). В состав работ входит:

					Финансовый менеджмент	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- зачистка поверхности под контроль до шероховатости Rz40 зоны 50 мм х 50 мм (12 зон на боковой поверхности, 3 зоны на днище, 9 зон на крыше, по 9 зон на патрубках штуцеров), себестоимость:

$$C_1^{y.t.} = C^{b.p.} \cdot N_{зон.} = 16,73 \cdot (12 + 9 \cdot 2 + 3 + 9) = 702,66 \text{ руб.}$$

где: $C^{b.p.}$ – себестоимость зачистки 1 зоны поверхности;

$N_{зон.}$ – количество зон.

- ультразвуковая толщинометрия (традиционным методом с помощью прибора типа УТ-93П), себестоимость:

$$C_2^{y.t.} = C^{т.т.} \cdot N_3 = 51,56 \cdot 42 = 2165,52 \text{ руб.}$$

где: $C^{т.т.}$ – себестоимость 1 замера традиционным методом (ультразвуковой толщинометрии);

N_3 – количество замеров.

Себестоимость работ при контроле толщины стенок основных элементов:

$$C^{y.t.} = \sum_n C_n^{y.t.} = 702,66 + 2165,52 = 2868,18 \text{ руб.}$$

- Измерение твердости основных элементов (при необходимости):

$$C^{т.м.} = C^П \cdot N_9 = 77,18 \cdot (48 + 18 + 8) = 5711,32 \text{ руб.}$$

где: $C^П$ – себестоимость определения твердости по прибору «Польди»;

N_9 – количество проведенных исследований (12 обечаек по 4 зоны для исследования; переднее и заднее днище по 9 зон на каждое; на крыше 8 зон).

- Себестоимость расчета на прочность: $C^{p.п.} = 590,49 \text{ руб.}$

- Гидравлические испытания на прочность и герметичность, производятся собственными силами организации (в присутствии членов комиссии), поскольку имеется достаточное техническое оснащение и квалификация рабочего персонала.

- Себестоимость расчета остаточного ресурса $C^{p.o.} = 1338,94 \text{ руб.}$

- Себестоимость работ при анализе результатов контроля и расчетов:

$$C^{a.p.} = 7674,19 \text{ руб.}$$

10. Себестоимость работ при составлении технического заключения о возможности дальнейшей эксплуатации резервуара:

$$C^{т.з.} = 3069,69 \text{ руб.}$$

Стоимость комплекса работ при техническом диагностировании резервуара для хранения нефтепродуктов:

$$Ц = (4693,88 + 10062 + 89417,8 + 2868,18 + 5711,32 + 590,49 + 1338,94 + 7674,19 + 3069,69) \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 206953,7 \text{ руб.}$$

Вывод: Анализ всех видов работ показал, что при выборе определенных (альтернативных) методов неразрушающего контроля можно существенно сократить экономические затраты. По результатам расчета оптимальная стоимость комплекса работ по техническому диагностированию резервуара для хранения нефтепродуктов, составила 206953,7 руб. При этом срок эксплуатации резервуара продлевается на 8 лет в соответствии с ГОСТ Р 52910-2008.

					Финансовый менеджмент	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Б	Быковскому Владимиру Евгеньевичу

Институт	ИПР	Кафедра	ТХНГ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Актуальность рассмотрения существующих методов нейтрализации статического электричества в РВС является важной задачей предотвращения аварийных ситуаций и расчета срока службы данных резервуаров.
Рабочее место расположено на открытом воздухе на территории предприятия.
При техническом диагностировании резервуара возможно возникновение вредных и опасных для человека проявлений факторов производственной среды.
Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при техническом диагностировании резервуара – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Вредные факторы: 1. Метеорологические условия; 2. Электрический ток; 3. Повышенный уровень статического электричества; 4. Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны.
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при техническом диагностировании резервуара – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое – электричество, молниезащита – источники, средства защиты).	Опасные факторы: 1. Электробезопасность; 2. Выполнение работ на высоте; 3. Взрывоопасность и пожароопасность; 4. Молниезащита.

2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды	Предприятие, на котором находится РВС оказывает воздействие на окружающую среду: - атмосферу (выбросы предельных углеводородов и др.); - гидросферу (разлив нефтепродуктов); - литосферу (захоронения отходов).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Наиболее возможные чрезвычайные ситуации: взрывы, пожары, грозы, инциденты на производстве.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	ФЗ от 28.12.13 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», ст.147 ТК РФ и ст.117 ТК РФ ФЗ от 28.12.2013 № 421-ФЗ «О рабочем времени», ст.94 ТК РФ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.04.2017
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер	Маланова Н.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Быковский В.Е.		

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» резервуары и резервуарные парки, входящие в состав НПС (нефтеперекачивающей станции), относятся к опасным производственным объектам.

Таблица 7 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ закачки нефтепродуктов в резервуары вертикальные стальные.

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	вредные	опасные	
1	2	3	4
1.прием нефтепродуктов в резервуар.	1.Метеорологические условия рабочей зоны. 2. Вредные вещества	1. Электробезопасность. 2. Выполнение работ на высоте. 3.Пожаровзрывобезопасность	ГОСТ 12.0.004-91 ГОСТ 12.1.019-79 ПБ 03-576-03

7.1. Производственная безопасность

7.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Вредные производственные факторы:

1. Метеорологические условия рабочей зоны.

В условиях воздействия низких температур может происходить

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Быковский В.Е.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Бурков П.В.							
Консульт.									
Зав. Каф.		Бурков П.В.							
						НИ ТПУ гр. 2БМ5Б			

переохлаждение организма за счет увеличения теплоотдачи. При низкой температуре окружающего воздуха резко увеличиваются потери тепла путем конвекции, излучения.

Особенно опасно сочетание низкой температуры с высокой влажностью и высокой скоростью движения воздуха, так как при этом значительно возрастают потери тепла конвекцией и испарением.

При воздействии холода изменения возникают не только непосредственно в области, воздействия, но также и на отдаленных участках тела. Это обусловлено местными и общими рефлекторными реакциями на охлаждение. Например, при охлаждении ног, наблюдается снижение температуры слизистой оболочки носа, глотки, что приводит к снижению местного иммунитета и возникновению насморка, кашля и т.д. Другим примером рефлекторной реакции является спазм сосудов почек при охлаждении организма. Длительное охлаждение ведет к расстройствам кровообращения, снижению иммунитета. При сильном воздействии холода может происходить общее переохлаждение организма.

Температуры окружающей среды, при которых запрещается ведение каких-либо работ устанавливаются локальными правовыми актами в соответствии с климатом района производства работ.

Таблица 8 – Работы на открытом воздухе приостанавливаются при погодных условиях (Постановление от 11.02.2011 г. №29а)

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха °С
При безветренной погоде	-36
Не более 5,0	-35
5,1-10,0	-34
10,0-15	-32

Так же при температуре 10 °С и ниже лицам, работающим на открытом воздухе и в закрытых необогреваемых помещениях, должны предоставляться

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

перерывы для обогрева в специально отведенных помещениях, оборудованных в соответствии с санитарными нормами и правилами.

Количество и продолжительность перерывов устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка. Перерывы для обогрева включаются в рабочее время. Прекращение работ оформляется локальным нормативным актом работодателя.

Работники должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и другими средствами защиты, согласно Типовым отраслевым нормам бесплатной выдачи одежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты. Порядок выдачи и пользования средствами индивидуальной защиты определяется Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими СИЗ в соответствии с ГОСТ 29335-92.

Применяемые спецодежда, спецобувь и другие СИЗ, должны иметь сертификаты соответствия.

Работники не должны допускаться к работе без положенной по нормативам спецодежды и СИЗ, во время работы должны их правильно применять.

При закачке нефти в резервуары в безветренную погоду при температуре окружающего воздуха выше 20 °С необходимо осуществлять контроль загазованности резервуарного парка. При достижении ПДК должны приниматься меры по изменению режима работы резервуаров.

Как известно, человек по большей части состоит из жидкости. Слишком сухой воздух может высушивать кожу и быстрее обезвоживать организм. В первую очередь страдают слизистые оболочки, контактирующие с открытым воздухом, они покрываются микротрещинами и пересыхают, открывая прямую дорогу в организм вредоносным бактериям и вирусам.

Влажность влияет на потоотделение и тепловой обмен, а также на плотность кислорода в атмосфере. При относительной влажности менее 10% даже здоровые люди испытывают ощущение сухости в носоглотке, «резь» в глазах, может даже начаться носовое кровотечение.

					Социальная ответственность	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При температуре +25 °С и выше и одновременном влажном воздухе нарушается отдача тепла с поверхности кожи, и организм может перегреться. Первые признаки избыточного тела: ощущение духоты и тяжести, ухудшение самочувствия, пониженная работоспособность. Постоянное пребывание человека на воздухе с высокой влажностью приводит к снижению сопротивляемости организма к инфекционным и простудным заболеваниям, а также к более серьезным последствиям: заболеванию почек, туберкулезу, ревматизму.

2. Вредные вещества.

При сжигании различных видов топлива, работе двигателей транспортных средств, гальванических процессах, во время окрасочных, сварочных и термических работ, а также при других процессах на транспорте выделяется большое количество вредных газообразных веществ. В большинстве случаев эти вещества являются ядовитыми, оказывающими сильное токсическое действие на организм человека. Свойства их определяются химической структурой и агрегатным состоянием.

В числе органических веществ, относящихся к ядам, на транспорте наиболее часто встречаются углеводороды ароматического ряда (бензол, толуол, ксилол), их производные (хлорбензол, нитробензол, анилин), спирты, альдегиды. Ядами неорганического происхождения являются соединения углерода, серы (сероводород, сернистый газ), азота (аммиак, оксиды азота), тяжелые и редкие металлы (свинец, ртуть, цинк, марганец, кобальт, хром, ванадий) [6,8].

Ядовитые вещества проникают в организм человека через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожный покров. При дыхании яды, смешанные с воздухом, поступают в легкие. Во время приема пищи, особенно с загрязненных рук, а также курения яды попадают в желудок и далее разносятся по организму. На участки кожи яды могут оказывать локальное болезненное воздействие.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества

					Социальная ответственность	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

подразделяются на 4 класса: 1-й – чрезвычайно опасные, 2-й – высокоопасные, 3-й – умеренно опасные, 4-й – малоопасные. Для отнесения вредных веществ к определенному классу опасности (табл. 9) используются следующие основные показатели.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны - концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч. или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдельные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Таблица 9– Параметры разделения вредных веществ на классы опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007

Показатель	Класс опасности			
	1-й	2-й	3-й	4-й
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15–150	151–5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100–500	501–2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	Менее 500	500–5000	5001–50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления	Более 300	300–30	29–3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0–18,0	18,1–54,0	Более 54,0

7.1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

1. Электробезопасность.

Статическое электричество представляет настоящую угрозу для организма человека. При длительном пребывании человека в

					Социальная ответственность	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

электростатическом поле возникают головные боли, снижение аппетита, нарушается сон, наблюдаются боли в области сердца, брадикардия и артериальная гипотония, может наблюдаться артериальная гипертензия, возможно потемнение в глазах и головокружение. Статическое электричество приводит к росту заболеваний сердечно-сосудистой системы, увеличению числа психических заболеваний, приносит вред работе нервной системы. У человека развивается депрессия, он становится нервным и конфликтным. Кроме того, статический электрический разряд на поверхности одежды и теле человека может вызывать нежелательные болевые и нервные ощущения и быть причиной непроизвольного резкого движения человека, в результате которого он может дополнительно получить механическую травму (ушибы, ранения). Избыток статического электричества провоцирует искру при малейшем контакте с другими объектами. Это представляет серьезную угрозу для безопасности работ на взрывоопасном производстве, т.к. в результате искры возникает взрыв и пожар.

Когда у человека плохое самочувствие на рабочем месте, повышается вероятность того, что он совершит ошибку, которая приведет к травме или аварии. Поэтому, для защиты человека и уменьшения риска для его здоровья и жизни на производстве в условиях холода и высокой вероятности накопления статического электричества, мы разрабатываем защитную одежду, которая позволит уменьшить температурный дисбаланс, увеличить комфортное физиологическое состояние и уменьшить уровень электризации на поверхности одежды.

При проведении приема нефтепродуктов в резервуар, работники имеют дело с электрическим оборудованием, что требует соблюдение правил по электробезопасности. Под электротравмой понимают травму, вызванную действием электрического тока или электрической дуги.

Электротравматизм характеризуют такие особенности: защитная реакция организма появляется только после попадания человека под напряжение, т. е. когда электрический ток уже протекает через его организм;

					Социальная ответственность	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

электрический ток действует не только в местах контактов с телом человека и на пути прохождения через организм, но и вызывает рефлекторное действие, проявляющееся в нарушении нормальной деятельности сердечно-сосудистой и нервной системы, дыхания и т. д. Электротравму человек может получить как при непосредственном контакте с токоведущими частями, так и при поражении напряжением прикосновения или шага, через электрическую дугу.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Технические средства защиты от поражения электрическим током делятся на коллективные и индивидуальные в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79.

Основные коллективные способы и средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- защитное заземление;
- зануление;
- УЗО.

Индивидуальные основные изолирующие электрозащитные средства способны длительно выдерживать рабочее напряжение электроустановок (например, диэлектрические перчатки).

Опасность поражения электрическим током существует при сварочных работах.

Значение напряжения в электрической цепи должно удовлетворять ГОСТ 12.1.038-82.

Таблица 10 – Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки.

Род тока	U, В	I, мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 В	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Таблица 11 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц

Продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина	
	U , В	I , мА		U , В	I , мА
От 0,01 до 0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	Св. 1,0	12	2

2. Выполнение работ на высоте.

Администрация обязана до начала работ ознакомить с настоящей инструкцией рабочих, связанных с работами на высоте, проверить знания и осуществлять постоянный контроль за соблюдением ее требований, а также обеспечить рабочих спецодеждой, спецобувью и индивидуальными средствами защиты в соответствии с действующими нормами и характером выполняемой работы.

Работами на высоте считаются работы, выполняемые на высоте 1,3м от поверхности грунта, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы с монтажных приспособлений или непосредственно с элементов конструкций, оборудования, машин и механизмов, при их установке, эксплуатации, ремонте.

Работник, допущенный к работе на высоте, обязан:

- Выполнять только ту работу, которая определена рабочей или должностной инструкцией.
- Выполнять правила внутреннего трудового распорядка.
- Правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты.

- Соблюдать требования охраны труда.

3. Пожаровзрывобезопасность.

При приеме нефтепродуктов в резервуар, рабочие имеют дело с взрывоопасными парами, содержащимися в воздухе.

Загазованность - наличие в воздухе вредных или взрывоопасных веществ концентрацией, близкой или выше предельно допустимых норм.

Опасные ситуации при эксплуатации нефтесборных пунктов, возникающие при загазованности воздушной среды, чреваты очень тяжелыми последствиями.

К причинам загазованности промысловых нефтегазосборных пунктов относятся: недостаточная пропускная способность системы сбора и подготовки нефти, газа, конденсата; несовершенство и неисправность оборудования, которым комплектуют резервуары; отсутствие эффективной системы защиты резервуаров от коррозии.

Таким образом, для того чтобы обезопасить работников от фактора загазованности, необходимо соблюдать ряд правил:

- пребывание рабочих внутри резервуара для выполнения доводочных работ допускается только при достижении условий обитания в соответствии с требованиями безопасности и при наличии вытяжной вентиляции. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) паров в воздухе рабочей зоны не должна превышать: углеводороды - 0,3 г/м³, бензин - 0,1 г/м³, в соответствии с ГОСТ 12.1.005;

- запрещается пребывание рабочих внутри резервуара при температуре его атмосферы выше 3 °С, относительной влажности воздуха выше 70 %;

- перед входом рабочих в резервуар и в процессе работы проводится определение концентраций контролируемых загрязняющих веществ. Результаты анализов воздушной среды заносятся в журнал и доводятся до сведения руководителя работ;

					Социальная ответственность	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– контроль содержания паров нефтепродуктов осуществляется газоанализаторами.

4. Молниезащита.

Устройства молниезащиты должны быть приняты и введены в эксплуатацию до начала заполнения резервуара нефтью. При этом оформляется и передается заказчику исполнительная документация.

Для резервуарных парков при общей вместимости группы резервуаров более 100 тыс. м³ защиту от прямых ударов молнии следует, как правило, выполнять отдельно стоящими молниеотводами.

В качестве заземлителей защиты резервуаров от прямых ударов молнии необходимо применять искусственные заземлители, проложенные в земле и размещенные не реже чем через 50 м по периметру основания резервуара, к которым должен быть присоединен корпус резервуара (число присоединений – не менее двух в диаметрально противоположных точках).

При эксплуатации устройств молниезащиты должен осуществляться систематический контроль за их техническим состоянием. В график планово – предупредительных работ должно входить техническое обслуживание этих устройств. В случае выявления механических повреждений и износа устройств молниезащиты следует производить текущий или капитальный ремонт. Проверка состояния устройств молниезащиты должна проводиться 1 раз в год перед началом грозового сезона. Проверке подлежат целостность и защищенность от коррозии доступных обзору частей молниеприемников и токоотводов и контактов между ними, а также значение сопротивления току промышленной частоты заземлителей отдельно стоящих молниеотводов. Это значение не должно превышать результаты соответствующих замеров на стадии приемки более чем в пять раз. При превышении сопротивления заземлений более чем в пять раз по сравнению с замерами в период приемки заземление подлежит ревизии (и ремонту, при необходимости).

Цель ревизии заключается в следующем:

– выявить элементы, требующие замены или усиления из-за

					Социальная ответственность	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

механических повреждений;

- проверить надежность электрической связи между токоведущими элементами (мест сварки и болтовых соединений);
- определить степень разрушения коррозией отдельных элементов молниезащиты и принять меры по восстановлению антикоррозионной защиты и усилению элементов, поврежденных коррозией.

На основании ревизий определяется необходимый объем ремонтных работ по системе молниезащиты, которые должны быть закончены к началу грозового периода года. Мелкие текущие ремонты устройств молниезащиты можно проводить во время грозового периода года, капитальные ремонты – только в негрозовой период.

Результаты ревизий молниезащитных устройств, проверочных испытаний заземляющих устройств, проведенных ремонтов необходимо заносить в журнал эксплуатации молниезащиты и устройств защиты от статического электричества.

Лица, проводящие ревизию молниезащиты, должны составлять акт осмотра и проверки с указанием обнаруженных дефектов. Ответственность за исправное состояние молниезащиты несет служба главного энергетика.

7.2 Экологическая безопасность

Работы по приему нефтепродуктов в резервуары вертикальные стальные включают в себя опорожнение резервуара от нефти и нефтепродуктов, что может повлечь за собой загрязнение почвы продуктами хранения резервуара и нанести непоправимый ущерб окружающей среде. Для предотвращения и минимизации пагубного воздействия при проведении работ требуется предусмотреть некоторые защитные мероприятия.

Для предотвращения попадания нефти и нефтепродуктов в окружающую среду предусмотрены дренажные ёмкости, используемые для сливно-наполнительных операций на резервуаре. Дренажная ёмкость и система

					Социальная ответственность	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

трубопроводов для опорожнения должны быть герметичны, что контролируется манометрами и проверяется испытаниями данного оборудования на герметичность при вводе в эксплуатацию и при проведении планово-предупредительных ремонтов.

Также для предотвращения разливов нефти и нефтепродуктов используется сооружение обвалования резервуаров. Вокруг отдельных (или группы) наземных или полуподземных резервуаров для хранения легковоспламеняющихся жидкостей и сжиженных газов в ряде случаев устраивают земляную обваловку или устанавливают сплошные несгораемые стены. Обвалование резервуаров предупреждает растекание огнеопасных жидкостей при аварии и пожаре. Эти преграды должны быть рассчитаны на прочность при гидростатическом давлении разлившейся жидкости. Высоту преград (обвалования) устанавливают расчетным путем (объем пространства внутри обваловки должен быть не менее объема продукта в резервуаре), но не менее 1 м; расстояние от стенок резервуаров до ограждающих стен должно быть не менее половины диаметра ближайшего резервуара и во-всех случаях не менее 0,5 м; расстояние от уровня разлившейся жидкости до верхнего края ограждения - не менее 0,2 м.

7.2.1. Анализ воздействия объекта на атмосферу

Загрязняющие вещества могут попадать в атмосферу при нарушениях в работе оборудования, износе уплотнений, повышения давления в трубопроводе и оборудовании выше допустимых пределов, вследствие чего происходит взрыв резервуара. Таким образом, в атмосферу могут попасть такие вещества, как оксид (CO) и диоксид углерода (CO₂), сернистый ангидрид (SO₂), углеводород (C_nH_m), оксид азота, сажа, сероводород относящийся ко второму классу опасности по ГОСТ 12.1.005 – 88

Мероприятия по защите атмосферы:

- Проверка оборудования на прочность и герметичность.

					Социальная ответственность	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Неукоснительное соблюдение согласованных технологических режимов работы оборудования.
- Использование системы контроля загазованности.

7.2.2. Анализ воздействия объекта на гидросферу

Нефть, пролитая из поврежденного танкера при транспортировке, губит все живое к чему «прикасается». Нефть разносится по поверхности воды на многие километры, и когда достигает береговой линии, то намертво цепляется за каждый камень и песчинку на пляже. Из-за загрязнения нефтью гибнет вся растительность. Пораженная территория становится непригодной для обитания диких животных.

Нефть коварна не только тем, что может растягиваться черной пленкой по поверхности воды, но также некоторые ее частицы способны смешиваться с водой и оседать на дно, тем самым, убивая чувствительную морскую экосистему. Многие морские организмы и рыбы погибают или оказываются зараженными.

Таблица 12 – ПДК нефти в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

Наименование	Величина ПДК, мг/л	Класс опасности
Нефть	0,3	4
Нефть многосернистая	0,1	4

Для защиты гидросферы следует соблюдать определенные требования и прибегать к превентивным мерам:

- Исключение появления источников утечки вредных веществ (соблюдение правил эксплуатации).
- Своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки.

					Социальная ответственность	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7.2.3. Анализ воздействия объекта на литосферу

При осуществлении любой производственной деятельности на литосферу среду оказывается негативное воздействие, связанное с образованием большого количества отходов производства. Задача персонала состоит в сведении к минимуму возможных последствий этого воздействия.

Мероприятия по уменьшению негативного влияния на литосферу:

- Все отходы подлежат селективному сбору, временному хранению на специально отведенных площадках в соответствии с проектом нормативов образования и лимитов размещения отходов и передаче на утилизацию специализированным организациям в соответствии с заключенными договорами.
- Проверка оборудования на прочность и герметичность.
- Неукоснительное соблюдение согласованных технологических режимов работы оборудования.

7.2.4. Анализ воздействия на селитебную зону

Опасные производственные объекты, в число которых входит и НПС должны располагаться на достаточном для обеспечения безопасности населения и невозможности проникновения на объект расстоянии от жилых зон.

Для этого применяют следующие меры:

- Нефтеперекачивающая станция располагается на максимально возможном рациональном удалении от населенных пунктов или жилых зон.
- Вокруг нефтеперекачивающей станции организуется санитарно-защитная зона шириной 100м.
- Территория огораживается по периметру.
- Устанавливается видеонаблюдение и периметральная охранная сигнализация.

					Социальная ответственность	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– Устанавливаются специальные информационные и запрещающие знаки.

7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайные ситуации, происходящие на опасных производственных объектах можно разделить на следующие: ЧС стихийного, социального, экологического и техногенного характера.

Наиболее частой является ЧС техногенного характера. В основе аварий могут лежать как технические причины (износ оборудования, его разрушение, нарушение технологического процесса, отказ электроники и механических средств предотвращения появления опасных факторов, таких как повышение давления), так и человеческий фактор.

Для предотвращения ЧС социального характера (террористический акт) территория резервуарного парка оборудуется системами видеонаблюдения, а также огораживается по периметру. Персонал проходит инструктажи по способам противодействия преступникам и правилам поведения в подобных ситуациях.

Минимизация последствий ЧС экологического и стихийного характеров обеспечивается еще на стадии проектирования нефтеперекачивающей станции. Место расположения и планировка объекта определяются в зависимости от тектонической активности, формы рельефа, свойств грунта, наличия поблизости разного рода растительности и близости к населенным пунктам. Для защиты от попадания молнии на территории объекта устанавливается молниеотвод, а для предотвращения распространения огня на территорию НПС вокруг нее по всему периметру вспахивается полоса земли, удаляется сухая растительность и выкашивается трава.

					Социальная ответственность	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При проведении приема нефтепродуктов в резервуар вертикальный стальной может произойти возгорание паров.

7.3.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Пожарная безопасность резервуаров и резервуарных парков в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004 должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения разлива и растекания нефти;
- предотвращения образования на территории резервуарных парков горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего резервуарный парк, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности резервуаров и резервуарных парков несут первый руководитель эксплуатирующей организации и лица, на которых возложена ответственность за пожарную безопасность на рабочих местах в соответствии с должностной инструкцией.

Резервуарные парки и отдельно стоящие резервуары должны оснащаться системами пенного пожаротушения и водяного охлаждения согласно СНиП 2.11.03. Системы пожаротушения, сигнализации, связи и первичные средства пожаротушения должны быть в исправном состоянии и постоянной готовности к действиям. Для обеспечения пожарной безопасности должна быть создана пожарная охрана согласно ВНПБ-01-03-01-2000 , которые определяют численность пожарной охраны и ее оснащение пожарной техникой.

Для каждого резервуарного парка в составе НПС, согласно ППБ 01-93, должны быть разработаны цеховая и общеобъектовая инструкция о мерах пожарной безопасности.

					Социальная ответственность	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Также для борьбы с пожарами нефтебазы должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения в соответствии с СНиП 2.11.03-93:

- огнетушащие вещества (вода, песок, земля);
- огнетушащие материалы (грубошерстные куски материи — кошмы, асбестовые полотна, металлические сетки с малыми ячейками и т. п.);
- немеханизированный ручной пожарный инструмент (багры, крюки, ломы, лопаты и т. п.);
- пожарный инвентарь (бочки и чаны с водой, пожарные ведра, ящики и песочницы с песком);
- пожарные краны на внутреннем водопроводе противопожарного водоснабжения в сборе с пожарным стволом и пожарным рукавом;
- огнетушители

Используются огнетушители пенного и углекислотного типов, которые пригодны для тушения пожаров при возгорании нефтепродуктов.

Здания и сооружения нефтебаз должны иметь молниезащиту в соответствии с категориями устройств и типом зоны защиты. Требования к молниезащитным устройствам, категории устройств молниезащиты, зоны защиты молниеотводов устанавливаются в соответствии с РД 34.21.122-87.

Резервуары, отнесенные по устройству молниезащиты ко II категории, должны быть защищены от прямых ударов молнии следующим образом:

- корпуса резервуаров при толщине металла крыши менее 4 мм - молниеотводами, установленными отдельно или на самом резервуаре;
- корпуса резервуаров при толщине металла крыши 4 мм и более, а также отдельные резервуары вместимостью менее 200 м³ независимо от толщины металла крыши, - присоединением к заземлителям.

7.3.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Алгоритм ликвидации возможной аварии или аварийной утечки должен содержать:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Социальная ответственность

1. оперативную часть;
2. техническую часть;
3. порядок взаимодействия с другими предприятиями и организациями по ликвидации аварий и их последствий.

Алгоритм должен предусматривать:

1. распределение обязанностей между отдельными лицами и службами, участвующими в ликвидации аварий и аварийных утечек, и порядок их взаимодействия;
2. списки, адреса, телефоны должностных лиц, которых следует извещать об аварии и аварийных утечках;
3. генплан и технологическую схему нефтеперекачивающей станции, наливного пункта, нефтебазы;
4. необходимость и последовательность выключения электроэнергии и отключения электросетей, остановки оборудования, прекращения тех или иных видов работ в зоне разлива нефти и распространения ее паров;
5. эвакуация работников;

Техническая часть плана должна включать:

1. мероприятия по предотвращению дальнейшего разлива и загорания нефти;
2. мероприятия по очистке загрязненной территории от разлитой нефти в зоне производства ремонтных работ;
3. мероприятия по сбору и утилизации нефти, а также по ликвидации последствий разлива нефти.

Порядок взаимодействия с другими предприятиями и организациями по ликвидации возможных аварий, аварийных утечек и их последствий должен отражать:

1. перечень предприятий и организации, привлекаемых к ликвидации возможных аварий, аварийных утечек и их последствий, номера телефонов

должностных лиц, которые должны быть извещены об авариях и аварийных утечках;

2. виды работ и их этапы, которые надлежит выполнять привлекаемым предприятиям и организациям.

7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.4.1.Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с нормативными документами, к работе на нефтеперекачивающей станции допускаются только лица, достигшие 18-летнего возраста, которые прошли медицинский осмотр и не имеют противопоказаний, обученные безопасным методам ведения работы, прошедшие инструктаж на рабочем месте и получившие допуск к самостоятельной работе. Все работники обязаны использовать спецодежду, спецобувь, иные средства индивидуальной защиты в соответствии с нормами.

Рабочий персонал, в соответствии с федеральным законом от 28.12.13 № 426-ФЗ_«О специальной оценке условий труда», ст.147 ТК РФ и ст.117 ТК РФ, получает надбавку к заработной плате в размере не менее 4% от оклада и дополнительный оплачиваемый отпуск в размере 7 календарных дней, как работники, занятые на работах с вредными или опасными условиями труда. Работники имеют право на досрочную пенсию, а работодатель обязан перечислять повышенные взносы в пенсионный фонд.

7.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Согласно РД 08-95-95 «Организация проведения работ по техническому диагностированию» владелец резервуаров обязан представить всю

					Социальная ответственность	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

необходимую техническую и технологическую документацию организации, выполняющей техническое диагностирование.

Ко всем конструктивным элементам резервуара, подлежащим техническому диагностированию, должен быть обеспечен свободный доступ. Уторный узел резервуара (угловое сварное соединение днища со стенкой) должен быть очищен с наружной стороны от грунта, снега и других загрязнений.

					Социальная ответственность	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Быковский В.Е. Михайлова Э.Н. Напряженно-деформированное состояние газопроводов при балластировке в условиях Крайнего Севера / В.Е. Быковский, Э.Н. Михайлова // XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева. – 2014. – №2. – с.606-608.

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Быковский В.Е.			Список публикаций	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Бурков П.В.						84	1
Консульт.						НИ ТПУ гр. 2БМ5Б			
Зав. Каф.		Бурков П.В.							

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобровский С. Л., Яковлев Е.И. Защита от статического электричества в нефтяной промышленности.- М.: Недра. 1983.-160с.
2. Власова Е.П., Повышение безопасности систем хранения нефти путем нейтрализации статического электричества. 2008 – 110с.
3. Бобровский С.А. Эффективность защиты от статического электричества при перекачке нефтепродуктов (обзор). ЦНИИТЭнефтехим, 1969.-22с.
4. Бобровский С.А. Определение наибольшей величины электрического заряда в трубопроводах., Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, 1969, №5, с. 14-17
5. Бобровский С. А. Электризация продуктов нефтепереработки и нефтехимии. - М. ЦНИИТЭнефтехим, 1967,45с.
6. Власова Е.П., Кицис С.И. Разработка приборов для измерения электризуемости нефтепродуктов. Томский государственный университет «Современная техника и технологии» по секции «Электромеханические приборы».Томск.- 2001.-С.26-28.
7. Власова Е.П. Метод расчетно-аналитического исследования влияния параметров нефти и трубопроводного транспорта на процессы электризации нефти /С.И. Кицис, Е.П. Власова, А.Э. Путко// Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности.- Москва: ОАО «ВНИИОНГ», 2008.- № 3-С.30-34.
8. <http://poleznayamodel.ru/model/7/76750.html>
9. Власова П.П., Кицис С.И. Исследование влияния параметров нефти и параметров трубопровода на процессы электризации нефти. Журнал «Известия вузов. Нефть и газ». -Тюмень: ТюмГНГУ. 2007. - № 4. - С.87-93.
10. Власова Е.П., Кицис С.И., Путко А.Э. Электризация нефти в трубопрово-

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Быковский В.Е.			Список используемой литературы			Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Бурков П.В.								85	3	
Консульт.								НИ ТПУ гр. 2БМ5Б				
Зав. Каф.		Бурков П.В.										

де. Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Современные технологии для ТЭК Западной Сибири»//Сборник трудов Института Нефти и Газа. - Тюмень: изд-во ТюмГНГУ, Т.2- 2007.- С.6-9.

11. Власова Е.П., Кицис С.И. Повышение взрыво- и пожаробезопасности трубопроводов и систем хранения нефти путем нейтрализации зарядов статического электричества /С.И. Кицис, Е.П. Власова// Нефтепромышленное дело.- Москва: ОАО «ВНИИОНГ», 2008.- № 7-С.50-55.

11. Жигулин С.П. Оценка опасности статического электричества на объектах нефтегазовой отрасли // Вестник Академии ГПС МЧС России, №5, 2006.

12. Захарченко В.В., Крячко Н.И., Мажара Е.Ф., Севриков В.В., Гавриленко Н.Д. Электризация жидкостей и ее предотвращение. -М.: Химия. 1975.- 127с.

13. Захарченко В.В., Крячко П.П., Мажара Е.Ф., Севриков В.В., Гавриленко Н.Д. Электризация жидкостей и ее предотвращение. - М., «Химия», 1975г, 128с.

14. Кицис С.И., Путко А.Э. К теории электризации нефти в нефтехранилищах. «Известия вузов. Нефть и газ», 2004, №1, с.74-82.

15. Кицис С.И., Власова Е.П., Путко А.Э. Методика расчета электризации нефти в промысловых и магистральных нефтепроводах. Электроэнергетика и применение передовых современных технологий в нефтегазовой промышленности. Материалы областной научно-практической конференции. - Тюмень: Изд-во: «Нефтегазовый университет», 2003, с.64-66.

16. Максимов Б.К., Обух А.А. Статическое электричество в промышленности и защита от него.- М.: Энергоатомиздат, 2000.-96с.

17. Максимов Б.К., Обух А.А., Тихонов А.В. Электростатическая безопасность при заполнении резервуаров нефтепродуктами. - Энергоатомиздат, 1989.

18. Максимов Б.К. и др. Электростатическая безопасность при заполнении резервуаров нефтепродуктами.- М.: Энергоатомиздат, 1989. -152 с., ил.

19. Путко А.Э., Кицис С.И. Физические основы явления электризации нефти в нефтепромысловых трубопроводах. Нефть и газ Западной Сибири. Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 40-летию Тюменского нефтегазового университета (Индустрального института). Т.2-

					Список используемой литературы	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тюмень, ТюмГНГУ, 2003. с.91-92.

20. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. - М.: Химия, 1977.

21. Хорват Т., Берта И., Нейтрализация статического электричества - Энергоатомиздат, 1981.-89с.

22. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

23. http://gazovik-pgo.ru/cat/articles2/pravila_teh_exp_reservuarov

24. РТМ 6-28-007-78 Допустимые скорости движения жидкостей по трубопроводам и истечения в емкости (аппараты, резервуары)

25. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы»;

26. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность»;

27. ГОСТ 12.1.007 «Вредные вещества»;

28. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

29. ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»;

30. РД 34.21.122-87 «Инструкция по молниезащите зданий и сооружений».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Раздел ВКР, выполненный на английском языке

Глава 1

Обзор литературы

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Быковский Владимир Евгеньевич		

Консультант кафедры _____ ТХНГ _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Проф. Каф. ТХНГ	Бурков Петр Владимирович	Д.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры _____ ИЯПР _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ИЯПР	Коротченко Татьяна Валериевна	К.ф.н.		

1 Literature review

1.1 Introduction

Every six months or so i read in either a newspaper clipping or trade journal about a petroleum product storage tank fire occurring in the United States or internationally. These fires have occurred on the West Coast, the East Coast, and cities in between. The most spectacular fire occurring in past years was the 2005 Hertfordshire Oil Storage Terminal Fire (Buncefield Oil Depot) in England. Most of the fires I have read about that involve petroleum product storage tanks contain a common element that municipal firefighters generally overlook: Municipal or volunteer firefighters either fought the fire or supported the firefight. Although we train daily on our bread-and-butter operations and terrorist incident response techniques, we generally neglect training on industrial hazards within our districts. Many departments have storage tanks in their districts that firefighters have never closely examined, yet they carefully inspect buildings under construction to examine the construction features and preplan their response in case of a fire. Too often, we take for granted the industrial sites in our districts as just part of the landscape.

In the early days of the petroleum industry, tank fires were common. As the industry matured, it demanded better design, construction, fire protection, and improvements to the various codes and standards maintained by the American Petroleum Institute (API) and the National Fire Protection Association (NFPA), resulting in far fewer tank fires today than in the past. But they do happen!

It is interesting to note that although the frequency of tank fires has decreased, the size of the tanks have increased, presenting a more severe hazard in the event of a fire. As a result of the increase in size, fires involving large aboveground storage tanks can be extremely costly in terms of property damage, business interruption, environmental damage, and public opinion. Additionally, the control and

					ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Быковский В.Е.			Приложение А			Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Бурков П.В.								89	21	
Консульт.								НИ ТПУ гр. 2БМ5Б				
Зав. Каф.		Бурков П.В.										

extinguishment of full surface tank fires require a large amount of commitment in human logistics and equipment resources. Because of the potential of a loss, the fire protection industry has improved its techniques to effectively control and extinguish fires in large-diameter storage tanks. These methods are continually updated. This course examines atmospheric storage tank types, types of fires that you may encounter, preplanning, and suggested tactics.

1.2 General description

Flammable and combustible liquid storage tanks are found in industrial facilities such as refineries, petrochemical facilities, bulk storage plants, and marine terminals. Power plants, airports, local fuel companies, and large manufacturing facilities such as automotive and steel plants may also have bulk storage of flammable and combustible liquids.

Atmospheric storage tanks are used to store or mix flammable and combustible liquids in various ways, depending on the facilities. These tanks can range from 10 feet to more than 350 feet in diameter and have an average height of about 45 feet. Such tanks can hold more than 1.5 million barrels (6 million gallons; for crude oil and other petroleum products, one barrel equals 42 gallons) of flammable or combustible liquids. Larger facilities may have more than 100 tanks of varying sizes and quantities, containing various products, which may be near each other and have several other tanks within a common dike.

Dikes are physical barriers used to prevent the spread of tank contents if the tank overflows or the tank fails structurally. Dikes are also used to segregate and group tanks according to their contents classification.

They may be made of compacted dirt (earthen dike) or concrete and similar type materials. the dike's height and perimeter are functions of the volume of the tanks enclosed within a particular dike. Many dikes are designed to contain the total contents of the tank plus a certain percentage above this as a safety margin. This margin typically anticipates the accumulation of firefighting water during

					Приложение А	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

emergencies. If more than one tank is enclosed within a common dike, the dike should be able to contain at least the volume of the largest tank, plus a safety margin.

1.3 Storage tank types

Tanks are described by their roof type: fixed-roof; internal (covered) floating roof; open-top (external) floating roof; and domed external floating roof. The storage tank type used to store flammable and combustible liquids depends on the physical characteristics of the product stored and the tank's location (e.g., a tank farm or a gasoline service station). Combustible liquids are typically stored in large cone-roof tanks, smaller low-pressure vertical or horizontal tanks, or underground tanks. Flammable liquids are usually stored in open-top or internal floating roof tanks in bulk quantities, in small low-pressure vertical or horizontal tanks, or in underground tanks.

Fixed-roof tanks. Fixed-roof tanks are vertical steel cylinders with a permanently attached roof. In the petroleum and petrochemical industries, these permanent roofs are usually cone shaped and are sometimes referred to as “fixed-cone roof” tanks. Such roofs are flat or slightly domed to prevent water accumulation and to permit a vapor space between the liquid's surface and the roof's underside. These tanks are constructed according to API standards and have a weak roof-to-shell seam. In an incident such as internal overpressure from an explosion or a similar situation, this design allows the roof to separate from the vertical shell to prevent failure of the bottom seams and the tank's “rocketing” or propelling upward.

These tanks may be insulated and used to store liquids such as asphalt; bunker fuels; and other heavy, viscous liquids. Fixed-cone roof tanks include some form of venting capability to allow the tank to “breathe” during loading, unloading, and extreme temperature changes. Vents may be open or pressure- vacuum vents. Pressure-vacuum vents allow the pressure within the tank to remain equal to the external atmospheric pressure. Depending on the location of these tanks with respect to the community, these vents can be equipped with environmental controls and flame arrester/diverters to capture fugitive emissions.

					Приложение А	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Internal (covered) floating roof tanks. Internal (covered) floating roof tanks have a permanent fixed roof with a floating roof inside. Internal floating roof tanks usually have vertical supports within the tank for the fixed roof or have a self-supporting fixed roof. The internal roof, also known as a “pan,” floats on the surface of the liquid and rises and falls with the changing level. The pan either floats on pontoons or has a double deck for flotation on the liquid surface.

The fixed roof above has open-air vents to permit the space above the internal roof to breathe. Fixed roofs are allowed to vent in this manner because their vapor space is considered below the flammable limits. seals are provided in the rim- seal space to prevent fugitive emissions from escaping. The rim-seal space is the area between the tank shell wall and the internal floating roof (the difference in the tank shell diameter and the internal roof diameter). This rim seal area is usually one to four feet and may be the origin of some fires. These tanks are typically used to store highly flammable finished products such as gasoline.

Open-top (external) floating roof tanks. Open-top (external) floating roof tanks are vertical steel cylinders with a roof that floats on the surface of the liquid in the tank, but it is open to the atmosphere above—i.e., there is no fixed roof above. The only main difference between internal (covered) floating roof tanks and open-top (external) floating roof tanks is the presence of the fixed roof above to protect it from the atmosphere. As with internal floating roofs, these tanks have pans that float on pontoons or have a double deck for flotation on the liquid surface. This roof also rises and falls with the changing of the liquid level. These tanks also have rim seals to prevent the vapors from escaping.

Domed external floating roof tanks. Domed external floating roof tanks function similarly to internal floating roof tanks and are created by retrofitting a domed covering over an existing external floating roof tank. These domed roof tanks are often referred to as geodesic dome tanks.¹ the dome’s main purpose is to provide protection from the elements, but it also provides environmental control for fugitive emissions. During the early stages of firefighting operations at these tanks, the panels should melt away, and the supporting framework should be the only obstruction. As

the fire continues to burn, the supporting framework will most likely fold in and collapse onto the burning fuel surface. The Large Atmospheric Storage Tank Fire (LASTFIRE) project recommends that for any anticipated obstruction of full-surface fire foam application, a higher application rate is required and preincident response plans should allow for these higher application rates.

1.4 Common response scenarios

There are certain related fire hazards common to the various types of tanks. These hazards vary in severity from a simple vent fire to a full liquid surface tank fire. The most common of these incidents include an overfill ground fire, a vent fire, a rim-seal fire, an obstructed full liquid surface fire, and an unobstructed full liquid surface fire.

Overfill ground fires. Overfill ground fires, or dike fires, result from piping or tank leakage. Many times, they are the result of another cause, such as operator error or equipment malfunction, and are considered the least severe type of incident. If a leak occurs without ignition, exercise caution and isolate all ignition sources. If ignition does occur, then simply treat such a fire as a large pool fire. overfill ground fires are common to fixed-cone roof, internal floating roof, external floating roof, and domed roof tanks.

Vent fires. Vent fires are typically associated with fixed roof tanks such as cone and internal floating roof tanks. The main cause is a lightning strike that ignites fugitive vapors which may be present at the vent. This is a less severe type of fire and can usually be extinguished with a dry chemical fire extinguisher or by reducing the pressure in the tank.

Rim-seal fires. Rim-seal fires comprise the large majority of fires in external floating roof tanks but can occur in internal floating roof tanks or domed roof tanks. As with many tank fires, lightning is the primary cause of ignition, although with floating roof tanks, an induced electrical charge without a direct lightning hit may occur. Because these fires are the most common, there is usually a high rate of successful extinguishment, assuming that there is no collateral damage such as a

					Приложение А	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

pontoon failure (explosion) or the floating roof's sinking as a result of fire suppression efforts. Successful rim-seal fire extinguishment can be mostly attributed to the installation of rim-seal fire protection systems, such as foam chambers. These semi- or fully fixed rim-seal fire protection systems have a good history of extinguishment, assuming proper design, installation, and maintenance.

Rim-seal fires for internal floating roof tanks are slightly more challenging, especially if semi- or fully fixed systems are not provided. This means that the only access to the fire area for the application of fire extinguishing media is through the vents or access covers.

Obstructed full liquid surface fires. Obstructed full liquid surface fires can occur in fixed-cone roof, internal floating roof, or external floating roof tanks. They tend to be challenging because the roof or pan blocks access to the burning surface. The roof or pan can sink for various reasons, such as an increase in vapor pressure under an internal floating roof, which can cause the pan to tilt. Pontoon failure of external floating roofs is commonly caused by closed drain valves during rains or mechanical seal failure, causing the pan to sink.

Unobstructed full liquid surface fires. Unobstructed full liquid surface fires are relatively easy to extinguish where the tank diameter is relatively small (less than 150 feet) and sufficient resources and trained personnel are available. The most challenging fires will involve larger tanks (greater than 150 feet in diameter) because of the surface area of the fire and the amount of resources needed to control and extinguish the fire. Unobstructed full surface fires can occur in fixed-roof tanks without internal roofs, where the frangible weak seam at the roof-shell joint separates as a result of an explosion or other overpressure event, leaving a full surface tank. External floating roof tanks are also prone to unobstructed full surface fires during heavy rain conditions. With closed roof drains, the roof can quickly sink, leaving the exposed liquid surface vulnerable to a lightning strike.

					Приложение А	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5 Preincident response planning

As with all types of firefighting operations, a well-planned and tested preincident response plan is needed. Carry out preincident response planning in bulk storage facilities to identify the hazards, a fire's potential to develop into a major incident, and the required and available resources. If a fire occurs at this type of facility, having information on the tank and product, fire safety provisions, the location of access roads and staging areas, and the location of water sources is advantageous.

Tank fires are complex events. Fighting them necessitates implementation of plans, preparation, and proper use of resources coordinated by an effective emergency management organization. However, even with a plan in place, success is not guaranteed. If the plan is not achieving the desired result during a fire, change the strategy and tactics to achieve safety and success.

In preincident planning, using the 15-point size-up acronym "COAL TWAS WEALTHS" is one way to cover all the bases; each letter represents a size-up and a preincident response planning consideration. By gathering as much of this information as possible during site visits and preincident response planning, the incident commander (IC) can format an incident action plan much more easily. Developing a checklist that highlights the 15 points will greatly reduce the chance of missing crucial information during the preincident response planning.

As with any incident, construction features can affect the structure involved as well as firefighting tactics used. You are dealing with tanks usually constructed of steel. Exposed tanks will also usually be made of steel, which when heated, softens and fails. Tanks may be constructed using bolting or welding. Although bolted tanks are generally found in crude oil production fields, some are found in other types of service.

My district in Vermont had such tanks in an oil storage company's depot in the downtown area. Bolted tanks may fail sooner than welded tanks when exposed to fire. In a ground fire in the dike area, you would want to know if there is any piping

					Приложение А	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

in the area, what it is made of, and how a fire will affect it.

In the case of tanks exposed during fire, they will possibly have to be cooled. It is now an accepted theory that you should not cool the tank on fire unless you can cool it evenly all around for 360°. Uneven cooling will allow the tank shell to fail in the area where the uneven cooling was applied.

Is the occupancy just a storage facility with a limited number of tanks? Or are the tanks part of a larger industrial operation that may be affected by a spreading fire? Perhaps the overall operation is a greater hazard than the tank on fire—should you concentrate on protecting other aspects of the industrial operation?

Is your fire apparatus equipped to perform firefighting on a storage tank? How much foam do you carry? What size and type monitors are available, and are they apparatus-mounted or portable? How many persons respond from your department? Tank fires will usually require large volumes of water and many gallons of foam concentrate. Even if you have the equipment and foam, do you have the staffing to deploy these resources?

Life hazard. This is your number-one priority. Consider not only the facility employees but also the surrounding community as well as your firefighting personnel. ICs must account for facility employees and contractors who may have been working in the area. How does the facility account for the workers and contractors on site? Whom should the IC contact on arrival to determine if everyone at the facility has been accounted for? How many employees are normally on duty in the facility, and what are their primary, usual work areas?

Terrain. Terrain issues may be of concern during industrial incidents. Apparatus and portable ground monitor positioning can be seriously affected. A recent major tank fire occurred during a severe rainstorm. Flooding of surrounding areas and access routes to the tank's location delayed response and dictated apparatus positioning in less than ideal conditions. Terrain will also affect containment and control of water runoff and other by-products of the tanks. Firefighters walking through deep water or foam solution may trip and fall. Tank fires may require large volumes of water, which may overflow the containment areas. How and where will

					Приложение А	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

this overflow travel once it becomes uncontained? Does it contain flammable by-products that can then ignite and spread the fire?

Water supply. Water is critical at most fires. Industrial fires require large volumes of water for extinguishment, cooling, and vapor suppression. Can the area or plant fire water system supply the volume of water necessary to sustain an effective attack on a fuel storage tank? If not, where and how can you obtain the additional water?

Even with an adequate water supply, departments must look at the delivery methods. Do you have enough large-diameter hose (LDH) to supply and deliver the water to the point of attack? If your plan is to call surrounding departments to assist with LDH requirements, are your hoses and theirs compatible? If they respond with four-inch LDH and your department uses five-inch LDH, are there enough fittings (four-inch to five-inch) to make connections where required?

If needed, can you conduct drafting operations to deliver the required quantities of water? Or are large-capacity pumps required for drafting and supply? Recent advances in technology allow for positive intake to pumps when the pumps are located a distance from the open water supply. Hydraulically driven pumps can be lowered into the water, and then these smaller pumps can supply water to the larger pumps at positive intake pressures. This eliminates the need for placing large-volume pumps or pumpers close to the open water supply for drafting purposes.

Auxiliary appliances and aids. Auxiliary appliances and aids are the systems and equipment that may be on the premises or in an industrial facility complex. Storage tanks may have foam systems installed to assist with firefighting efforts, most particularly with rim-seal fires. When preincident response planning, identify and evaluate these systems. Who will activate the system, and who will supply the necessary water and foam to the system? If your department is tasked with supplying such a system, are you prepared? Develop a standard operating procedure and conduct annual drills on supplying such systems.

On arrival at an industrial facility, plant personnel can provide valuable assistance and advice. The IC should identify these persons in preincident response

					Приложение А	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

plans and include their contact telephone numbers and hours of availability.

Street conditions. General accessibility must be included under street conditions. Many industrial complexes or storage tank facilities may be located in areas away from residential centers. Roads may be narrow and winding. Inside facilities, access roads may also be narrow. Depending on the size of your apparatus, this may affect response and placement. If your strategy includes using large-caliber streams from an aerial platform, does the street width support such operations? Apparatus placement may block streets, preventing the passage of other vehicles needed for foam resupply or hose placement. Where drainage swales (deep depressions in roadways to facilitate drainage) are present, apparatus may not be able to cross them because of the length of the apparatus and wheelbase distance. Apparatus may bottom out as they attempt to cross the depression. This must be determined during preincident response planning.

At a recent drill, the original apparatus positioning did not allow proper outrigger placement and thus had to be changed, effectively blocking the road for placement of other apparatus. In addition to overall width and length of apparatus, evaluate turning radius to ensure apparatus can be positioned where needed.

Weather conditions can affect normal fire department operations, especially at large tank fires. Winds may carry the large volumes of smoke produced long distances. The absence of wind or the presence of heavy fog can create conditions where the smoke lies low in the area of operations. Heavy rains may cause flooding, affecting response and apparatus placement. Extreme cold and heat conditions require more frequent rehabilitation. Heavy rains may also break down protective foam blankets and cause dike areas to overflow. How can this water be removed from the dike areas when necessary, and where will it be directed? Plant systems or portable pumps may be necessary. Anticipate these needs prior to the incident.

What exposures must be protected at a storage tank fire? Normally, exposures downwind are the first priority and those to the left and right of the downwind tank will also need some measure of cooling. One point to highlight is that excessive cooling water may overtax plant systems designed to remove storm water. A loss of

					Приложение А	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

power to the facility's wastewater pumps may cause runoff water to back up into the fire area and overflow dikes or other containment measures.

Cooling streams on exposures should be applied only as long as the cooling effect of the stream on the exposed tank shell produces steam. Once steam is no longer generated, stop cooling measures. Restart when the tank shell begins to heat up again. This conserves water for firefighting use and reduces runoff water. Cooling water for exposed tanks can be calculated in the following manner:

- Atmospheric storage tanks up to 100 feet in diameter require 500 gallons per minute (gpm).
- Atmospheric storage tanks between 100 feet and 150 feet in diameter require 1,000 gpm.
- Atmospheric storage tanks exceeding the diameters listed above require 2,000 gpm.

When we think of fire area, we normally think of length times width. In this instance, we will use area to highlight the size of the tanks that may be on fire as well as exposed tanks. A quick calculation that can be used for the square footage of a circular tank is the formula $0.8 \times \text{tank diameter}$. Dike areas must also be calculated by using length times width minus the square footage of the tank inside the dike.

Location and extent. During preincident response planning, identify areas of likely fire scenarios (location) and worst-case scenarios (extent) to further assist with identifying the resources that may be needed.

As with any fire or emergency, the time of day may affect response. During certain times of the day, plant personnel who can assist may not be present. During other times of the day, operations that take place at the facility may be more hazardous, increasing the risk of fire. These fires will be extended operations and, in some cases, of campaign length (multiple days). Is the facility adequately lighted, or does your preincident response plan have to include high-intensity scene lighting? If you bring in portable scene lighting after an operation has started, access routes may be blocked by apparatus and hose. The time to identify this need is early in the operation so you can ensure its placement before access routes are blocked.

					Приложение А	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

The time of day may also affect the evacuation of surrounding communities if this becomes necessary. Residential areas will contain more people needing evacuation during the evening hours. Working at night can also slow down firefighters' actions and can affect safety if hazardous areas are not lighted effectively.

A storage tank's height will affect operations. Does your department have portable monitors that can deliver streams to great heights? The stream's trajectory is important in over-the-top application of firefighting streams. Too far from the tank, and the stream will not reach over the top; too close, and you place yourself in a hazardous operating position and the stream will not land on the fuel surface in a desired position.

Special conditions. Identify anything else not previously mentioned in this section. Hazardous materials present, specialized extinguishing techniques, process control operations, contingency or facility emergency response plans that may be in place, and external resources such as specialized contractors that may be required are some of the items covered here.

Remember, the more information you can gather prior to the incident, the easier it is to develop the incident action plan.

1.6 Response considerations

On notification of a storage tank emergency, the fire department should immediately begin gathering information and assessing the incident. Although it has been said that size-up begins with the notification of the alarm and continues until the last unit has left the scene, size-up really begins with the preincident response planning. The information gathered at this stage is the foundation for all size-up, strategy, and tactics used at these incidents. After using the preincident response plan and the initial alarm information, gather additional information quickly while en route to and after arriving at the scene to develop an effective strategy to fight the fire. Consider the following:

					Приложение А	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Rescue of personnel in the immediate areas.
2. Life safety hazard to site personnel.
3. Extension.
4. Confinement.
5. Extinguishment.
6. Environmental impact.
7. Community impact.

After addressing the immediate issues, determine the type of fire: vent, rim-seal, piping/connection, full involvement, overfill, tank and dike, multiple tank, or exposure.

Determining the type of fire will determine the resources required and dictate the necessary incident action plan to fight the fire. There are several types of fires that an emergency organization could face and different ways of attacking them.

You can treat ground or dike fires resulting from tank overfilling or pipe failures as simple spill or pool fires. Trying to calculate the area of the oddly shaped spill can be challenging, but the best tactic is to establish an adequate water and foam supply and begin to suppress the fire after adequate resources are on the scene. A common mistake is to try to extinguish such a fire with inadequate resources. If the fire is not extinguished with the on-scene resources, it will continue to burn and destroy the foam blanket already in place, negating any positive impact you may have had.

You can protect exposures such as the tank and associated piping and pumps with water using ground monitors or those installed on hydrants.

Firefighters should not attempt to enter the dike area unless it is safe to do so. this can be verified by atmospheric testing and ensuring that any spill potential does not fill the dike floor. this is especially true for small spills, with or without ignition. For larger spills, where ignition has occurred and foam operations are ongoing, entry in the dike should be forbidden. Disturbing the foam blanket can have disastrous effects, and firefighters should never enter into spilled product.

You can usually extinguish fires involving the rim-seal area with the semi or

					Приложение А	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

fully fixed water/foam system. Response to this type of fire is similar to that of fires in sprinklered buildings in that you support the fixed systems on arrival. the main difference is that you should not attempt to extinguish the fire until you have confirmed the reliability of the water and the foam supply and that sufficient quantities of both will be available for the duration of the firefight. Remember, during preincident response planning, you must identify and evaluate these systems. You must also identify whom to contact to activate them. You must test the use of these systems before, not during, an incident. work with the plant personnel during the preincident response planning, and hold annual drills and exercises to practice supplying and activating the systems.

If semi or fully fixed systems are not installed, you can use portable equipment to extinguish these fires. You can use hoselines and monitors to fill the rim-seal area with water/ foam solution. some tools, such as the Daspit™ tool, are specifically designed for rim-seal fires. This monitor device has a brace/clamp attachment designed to secure it to the tank shell at the top lip of the tank. You can also use it for other applications. For other firefighting service applications, you can attach the Daspit Tool to a ground stand or a stand mounted in the back of a pickup truck or other vehicle. The foam/water solution flow rate for rim-seal fires using portable equipment ranges from 250 gpm for small size tanks (up to 90 feet in diameter) to 550 gpm for medium size tanks (90 to 175 feet in diameter) and 950 gpm for larger size tanks (175 to 300 feet in diameter) with an application time of 20 minutes.

The method of extinguishing tanks fires in manual operations, using portable or mobile monitors, is commonly referred to as type III application or “over-the-top.” Consider the following when using the over-the-top method: minimum application rates, application densities, minimum foam solution application durations, and supplemental foam application rate in dike area.

These considerations vary based on fuel flash point, water immiscibility, type of foam, and application device. For fires involving hydrocarbons such as gasoline or diesel, a three- percent concentration is the industry standard. Foams are now being

					Приложение А	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

used at one-percent concentrations. these have proven very effective in tests. For fires involving polar solvents such as alcohols or methyl-tertiary butyl ether (MTBE), proportion three percent/six percent alcohol-resistant concentrate (ARC) at six-percent concentration. "there are, however, ARC foam concentrates designed to be used at three-percent concentration on polar solvents.

Proportion concentration means the percentage of foam that is proportioned into the water. For example, a three-percent foam proportioning means that three percent of the total foam/ water solution is foam concentrate and the remaining 97 percent is water. the foam solution application rate is a function of the liquid surface area. As with the rim-seal fires, do not attempt to extinguish the fire until it is confirmed that both the water and foam supply reliability and quantity can be supplied for the time needed to extinguish the fire.

The application rate (0.26 gpm per square foot) and time frame (60 or 120 minutes) used above are the latest figures used by the LASTFIRE project and British Petroleum (BP). When using portable/mobile foam monitors, BP recommends planning for a foam rate production of 0.26 gpm per square foot, which is an increase by 60 percent of minimum NFPA rates. This allows for the loss of foam that fails to reach the tank interior or breaks down because of heat and thermal currents. Recent major fires and the resulting consensus of leading industry experts have confirmed that higher application rates are required. It is generally accepted that application rates will vary depending on the tank diameter (surface area).

1.7 Slopover, frothover and boilover

Certain phenomena need to be defined: slopover, frothover, and boilover. A slopover results when a water stream is applied to the hot surface of burning oil, causing the burning oil to slop over the tank sides. A frothover is the overflowing of a container not on fire when water boils under the surface of viscous hot oil. An example is hot asphalt loaded into a tank containing some water. The water may become heated and start to boil, causing the asphalt to overflow the tank.

					Приложение А	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Compare these events with the definition of a boilover: a sudden and violent ejection of crude oil (or other liquids) from the tank resulting from a reaction of the hot layer and the accumulation of water at the bottom of the tank. A boilover occurs when the residues (heavier particles remaining after combustion) from the burning surface become more dense than the surrounding, less dense oil, and the residues sink down below the surface level toward the bottom of the tank. As the hot layer of more dense, burned oil moves downward, and this “heat-wave” will eventually reach the water that normally accumulates at the bottom of a tank. When the two meet, the water is superheated and subsequently boils and expands explosively, causing a violent ejection of the tank contents. Although the normal water-to-steam expansion ratio is 1,700:1, this is at 212°F. At higher temperatures, the water- to-steam expansion ratio can be as much as 2,300:1 at 500°F.

If a boilover occurs, a rule-of-thumb says that the expelled crude oil may travel up to 10 times the tank diameter around the tank perimeter. As an example, in a crude oil tank that is 250 feet in diameter, expect crude oil to cover an area of 2,500 feet from the tank. These figures have never been tested for very large atmospheric storage tanks of 300 feet or greater, so in tanks of this size, the distance of 10 times the tank diameter may have to be increased. Therefore, carefully consider the location of the incident command post, staging, equipment placement, medical triage, and a safe zone.

Identify and use additional firefighting resources. Local plant fire brigade members can provide the much-needed support and technical advice. Many of the hardware resources may be available at the facility or through industrial and municipal mutual-aid agreements. Some facilities have contracts with private third-party companies that specialize in extinguishing large hydrocarbon fires.

1.8 Firefighting strategies

Firefighting strategies and tactics are also important. Evaluate the objectives or goals vs. the risk. Strategies include the following:

					Приложение А	Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Nonintervention. This is essentially a nonaction mode when the risks associated with intervening are unacceptable. All personnel are withdrawn to a safe area.
2. Defensive. In this tactic, certain areas may be conceded to the incident, and actions are limited to protecting exposures and limiting the spread of the incident.
3. Offensive. Aggressive and direct tactics used to control an incident.

As with most fires, the benefits must outweigh the risk. If a small-diameter tank is burning with no threat to exposures, should you extinguish the fire? If the tank has already lost its contents, is exposure protection more appropriate? These considerations are identified and developed as part of the preincident response planning, development of emergency action plans, and the identification of the credible incident scenarios.

Environmental conditions such as wind and rain could create problems with distance/range of the water/foam solution streams. Changes in wind direction might cause corrections to incident action plans with respect to changes in staging locations. An increase in temperature or humidity could force a quicker rotation of firefighters to prevent heat stresses.

1.9 Additional considerations

Consider the following additional response and operational conditions when preparing preincident response plans and incident action plans:

1. Interoperability. Identify these issues during preincident response planning. Ensure interoperability of the plant facility's fire water and extinguishing systems, the mutual- or automatic-aid departments, and the third-party emergency response contractors that may be on retainer to respond to a plant facility to assist with storage tank fires or emergencies.
2. Foam supplies. Consider regional foam cooperatives to establish sufficient foam concentrate supplies for large-scale storage tank fires or emergencies.

					Приложение А	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Remember, sufficient foam concentrate supplies are not enough; there must also be large - volume monitors and large-volume hose to supply the water and foam solutions required to address the emergency.

3. Industrial emergency task forces. Consider preestablishing industrial emergency task forces to respond to such incidents. They would be predetermined and activated to supply staffing, equipment, foam concentrate, and apparatus to mitigate emergency scenarios at storage tank locations. ICs can then call a task force or multiple task forces, knowing that the personnel, equipment, and apparatus required will respond. These task forces would be identified in the preincident response plans.

4. Third-party contractors specializing in these types of incidents should be identified and communicated with; you need them to respond. These companies can provide foam supplies, subject matter experts, and equipment not otherwise available on a day-to-day basis in a city or town.

5. Specialized industrial fire training. Fire departments should consider sending personnel to specialized industrial fire training programs so they can learn more about storage tank firefighting and emergency incidents. National Pro-Board certification in storage tank emergencies is now available at some training centers. If you have storage tanks in your area, send personnel to specialized training, or bring in subject matter experts to deliver training in-house. Although your training focuses on the bread-and-butter operations in your district, you must also train on low-frequency/high-risk scenarios.

6. Jet ratio controllers. As part of the equipment necessary to deliver foam solutions to the point of operations, seriously consider jet ratio controllers. Normally, foam concentrate must be placed within a specified distance from the nozzle, usually 150 feet. Using a jet ratio controller with a matched foam nozzle, the source of foam can now be placed as far away as 2,500 feet from the nozzle. Jet ratio controllers are venturi- type devices that move the concentrate from a remote storage location to the matched foam nozzle.

7. Foam quantities. Large quantities of foam concentrate will be required. For

					Приложение А	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

large incidents, using 55-gallon drums is not recommended; 275-gallon totes and large tanker trucks are the preferred foam concentrate delivery methods. During preincident response planning as well as during the incident, evaluate the logistics of moving the foam concentrate to the point of foam injection. If the access routes are blocked with vehicles and hose, how can you get the concentrate to where it needs to be? Additionally, how will the foam be transferred from the containers to the water stream? This can be the weakest link in the chain. Although you have the largest containers with the best foam on-scene and in position, if you are missing the \$4 wrench that opens the containers, you just have very large coat racks, because that is all you can use the containers for. What is your weakest link? Remember, the little things are what will prevent you from succeeding!

8. “Teasing” the fire. Before attacking a tank fire fully, practice “teasing” the fire. When first applying water to a storage tank fire, the cold water striking the burning fuel surface will react, increasing the intensity of the fire. To prevent a more violent reaction, pass the extinguishing streams over the top of the tank until the fire settles back down. At this point, a full attack should begin with a foam solution. The term “teasing” the fire is generally credited to Dwight Williams of Williams Fire & Hazard Control, which specializes in fighting storage tank fires. Williams Fire & Hazard Control has extinguished the largest storage tank fire (270 feet in diameter) to date.

9. Foam application. Do not position extinguishing streams around the tank for multiple points of application. Position foam monitors at one location; the foam streams should enter the tank at the same point and impinge on the surface in the same area. This will help achieve a stable foam blanket more quickly. This foam blanket will then spread out from this central point on the surface. Do not be tempted to move the streams to other positions. If no appreciable lessening of the fire intensity occurs within the first 20 to 30 minutes, instead of moving the stream position, review the rate of application.

10. LCES. When developing an incident action plan, consider the acronym LCES (lookouts, communications, escape routes, and safety zones).

					Приложение А	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Lookouts must be experienced and be able to see the fire and firefighters, and they must be able to recognize risks to firefighters. They must be the IC's additional eyes and ears. Post them in strategic areas so they can notify the IC of any relevant information or change in conditions.

Maintain communications with all personnel operating on the scene, plant operations personnel, and subject matter experts. You must keep personnel operating in remote locations informed of any change to operational tactics. Lookouts must maintain communications with operating personnel also.

Establish escape routes and inform all personnel of them during safety briefings. Two escape routes must be identified and lead to safety zones where accountability can be verified.

Establish safety zones upwind and uphill of the incident. Verify personnel accountability at these locations. In addition, designate a clear evacuation route from this safe area so that personnel can be further evacuated from the safety zone if conditions deteriorate to a level that makes this area unsafe.

					Приложение А	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

CONCLUSION

Fires involving large aboveground storage tanks can be extremely costly in terms of property damage, environmental concerns, and public impact. Additionally, the control and extinguishment of full-surface tank fires require a large amount of commitment in human logistics and equipment resources. Tank fires are complex events. Fighting them requires implementation of plans, preparation, and proper use of resources coordinated by an effective emergency management organization. Only with training and drills will your department become proficient in the strategies and tactics needed to successfully fight a storage tank fire.

					Приложение А	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		