

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов»

УДК 622.692.4.620.197-027.267

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б6А	Уктамжонов Махмуджон Мабубзода		06.2021

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Цимбалюк А.Ф	к.ф.-м.н		06.2021

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Клемашева Е.И.	к.э.н		06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.			06.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Брусник О.В.			10.06.2021

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</i>		
<i>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</i>		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-1, УК(У)-2, УК(У)-3, УК(У)-6, УК(У)-7, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-4, УК(У)-5, УК(У)-8, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
P3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
P4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9 ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>
P5	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК(У)-23, ПК(У)-24)</i>
P6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-2, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>
P7	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ОПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
P8	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
P9	Владеть методами и средствами для выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем НППС. и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.055 "Специалист по эксплуатации нефтепродуктоперекачивающей станции магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов".</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

_____ Брусник О.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б6А	Уктамжонов Махмуджон Мабубзода

Тема работы:

«Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№36-77/с от 05.02.2021г

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(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.).</i>	Изучение методов защиты от пожара нефтегазовых хранилищ, методик испытания зданий и сооружений от пожара. Изучение программы sfera-расчета теплового режима сферического хранилища в условиях пожара.
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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></p>	<p>Проведение расчетов огнестойкости незащищенных и защищенных слоев вспучивающегося покрытия сферических хранилищ с сжиженным пропаном.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Таблицы, рисунки, технологическая схема.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Клемашева Елена Игоревна к.э.н.</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович, старший преподаватель ООД</p>
<p></p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>18.01.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Цимбалюк А.Ф	к.ф-м.н., доцент		2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б6А	Уктамжонов Махмуджон Мабубзода		2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б6А	Уктамжонов Махмуджон Мабубзода

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Нефтегазовое дело
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Бюджет проекта – не более 950000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 110 000 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Районный коэффициент – 1,3</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы – 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 1.2 Анализ конкурентных технических решений 1.3 Технология QuaD 1.4 SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	2.1 Структура работ в рамках научного исследования 2.2 Определение трудоемкости 2.3 Бюджет научно-технического исследования
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Карта сегментирования</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>График проведения НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Елена Игоревна	канд.эко н.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б6А	Уктамжонов Махмуджон Мубубзода		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б6А	Уктамжонов Махмуджон Мабубзода

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Тема ВКР:

Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов. Область применения: применение современных методов нанесения вспучивающихся огнезащитных покрытий для надежной эксплуатации трубопроводов при транспортировке и хранении нефтепродуктов.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».
2. Производственная безопасность:	1) Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. 2) Проанализировать вредные производственные факторы, выявленные при применении вспучивающихся огнезащитных покрытий в следующей последовательности: - повышенный уровень шума; - высокая загазованность воздушной среды; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - превышение уровней вибрации; 3) Проанализировать опасные факторы, выявленные при применении вспучивающихся огнезащитных покрытий: - электрический ток; - взрывоопасность и пожароопасность; - трубопроводы и оборудование под давлением 4) Выводы на соответствие допустимым условиям труда согласно специальной оценке условий труда
3. Экологическая безопасность:	- анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу.

	- решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ 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. - Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2021 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б6А	Уктамжонов Махмуджон Мабубзода		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.01.2021	<i>классификация, назначение</i>	10
12.02.2021	<i>Характеристика объекта</i>	10
25.02.2021	<i>Географические и климатические условия</i>	25
14.03.2021	<i>Расчетная часть</i>	20
30.03.2021	<i>Финансовый менеджмент</i>	10
15.04.2021	<i>Социальная ответственность</i>	10
02.05.2021	<i>Заключение</i>	5
20.05.2021	<i>Презентация</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Цимбалюк А.Ф	к.ф-м.н., доцент		18.01.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Брусник О.В.	к.п.н.		18.01.2021

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: резервуар вертикальный стальной, эксплуатация, технологическая карта, оборудование резервуаров, снеговая нагрузка, зимний период, техническое обслуживание.

Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной типа РВС 5000 кубических метров.

Цель работы – определение технологических и технических параметров эксплуатации резервуара стального типа РВС 5000 кубических метров с учетом воздействия различных климатических нагрузок при эксплуатации.

В процессе исследования проводились расчеты ветровой и снеговой нагрузок с учетом географического и климатического расположения резервуара. Рассмотрены общие сведения об резервуарах: классификация, назначение, оборудование, конструкции. Приведены основные характеристики объекта: географические и климатические условия, режимы эксплуатации, технологическая карта, обязанности персонала. Обозначены осложненные условия эксплуатации и методы снижения их воздействия при эксплуатации. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды, составлена технико-экономическая часть.

В результате исследования были получены нормативные значения:

- основной ветровой нагрузки на стенку, складывающейся из суммы средней и пульсационной составляющих;
- максимальной допустимой снеговой нагрузки, действующей на стационарную крышу, резервуара вертикального стального.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
Разраб.		Уктамжонов М.М			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Цимбалюк А.ф				1	102
Рук-ль ООП		Бдисник О.В .			ОНД гр.3-2Б6А		

На основании полученных результатов было выявлено:

- нормативное значение основной ветровой нагрузки равно $0,23 \text{ кПа/м}^2$ или скорости ветра $\approx 20 \text{ м/с}$;

- нормативное значение максимальной допустимой снеговой нагрузки равно $2,5 \text{ кПа/м}^2$ или $255 \text{ кг/м}^2 = 0,21 \text{ м}$ при плотности снега 600 кг/м^2 .

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: применение при низких температурах, теплоизоляционных материалов, термочехлов; виды дыхательных клапанов с непримерзающими тарелками; организация мероприятий по подготовке оборудования к эксплуатации резервуара в условиях отрицательных температур. Применение, при высоких температурах окружающей среды методов, позволяющих:

- снизить объем газового пространства;
- хранение под избыточным давлением;
- изменить амплитуду колебания температуры в газовом пространстве;
- собирать пары нефти, вытесняемые из резервуара; провести организационные и технические мероприятия.
- организация мероприятий по подготовке оборудования к эксплуатации резервуара в условиях высоких температур.

Степень внедрения: на уровне рекомендаций, полученных на основе анализа всех существующих методов снижения потерь углеводородов от испарения.

Область применения: предприятия, осуществляющие добычу, транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов в осложненных климатических условиях.

Экономическая эффективность/значимость работы: затраты на организацию и выполнение работ:

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- окраска резервуара светоотражающими красками – 2 601 307 руб.;
- оснащение резервуара понтоном – 5 089 861 руб.;
- устройство системы улавливания легких фракций – 14 211 151 руб.

В будущем планируется дальнейшее исследование, связанное с разработкой инновационных технологий по снижению потерь легких углеводородных фракций.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В представленной работе используются термины:

Резервуар – емкость, предназначенная для хранения, приема, откачки, а также использование в технологических процессах и измерения объема нефти.

Резервуарный парк – группа (группы) резервуаров, предназначенных для приема, хранения и откачки нефти и размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами – при подземных резервуарах.

Огнезащитное покрытие – покрытие, обладающее специфическими свойствами для защиты поверхности оборудования от пожара

Огнезащитные вспучивающиеся композиции – специальный состав при действии высокой температуры вспучивается (увеличивается до 50 раз, в результате чего оборудование будет защищено от воздействия пожара.

Опасные условия эксплуатации – обстоятельства, выявленные при обследовании резервуарного парка или при проведении текущего осмотра резервуаров и их оборудования, которые позволяют сделать объективный вывод о возможности возникновения аварий или аварийной утечки.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		УктамжоновММ.М			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Цимбалюк А.Ф				4	102
<i>Рук. ООП</i>		Брусник О.В.			Отделение нефтегазового дела Группа зББ6А		

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В представленной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов.

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

РД 153-39.4-078.01 Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз.

РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах.

РД 34.21.526-95 Типовая инструкция по эксплуатации металлических резервуаров для хранения жидкого топлива и горячей воды. Строительные конструкции.

ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.003. Допустимые уровни шумов в производственных помещениях.

ГОСТ 12.1.019-79. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ТУ 2313-001-30642285-2011. Вспучивающаяся огнезащитная краска для металла «Термобарьер».

ГОСТ Р 53295-2009. Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования.

НПБ 236–97 «Огнезащитные составы для стальных конструкций. Метод определения огнезащитной эффективности»

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Уктамжонов М.М			НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Цимбалюк А.Ф					6	102
<i>Рук. ООП</i>		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа з-2Б6А		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	11
1.1 Применение различных методов огнезащиты оборудования по транспортировке и хранению нефтепродуктов	11
1.2 Применение вспучивающихся огнезащитных красок.....	12
1.3 Принцип действия вспучивающегося огнезащитного покрытия (ВОП).....	13
1.4 Состав огнезащитного покрытия.....	14
1.5 Необходимая толщина ВОП	15
1.6 Преимущества ВОП.....	15
1.7 Характеристики ОВК (огнезащитные вспенивающиеся конструкции)	16
1.8 Механизм вспучивания огнезащитных покрытий.....	18
1.9 Технология нанесения ОВК.....	20
1.10 ОВК на основе эпоксидных смол.....	22
1.11 Модификация ОВК с применением наноструктур.....	25
2 ХАРАКТЕРИСТИКА АО «ТРАНСНЕФТЬ-ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ»	28
2.1 Структура АО «ТРАНСНЕФТЬ – Западная Сибирь»	28
2.2 Производственные показатели	29
2.3 Политика ПАО «Транснефть»	32
2.4 Политика ПАО «Транснефть» в области охраны труда, энергоэффективности, промышленной и экологической безопасности	34
2.5 Принципы промышленной и экологической безопасности.....	35
3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	36
3.1 Расчет на прочность резервуара шарового.....	36
3.2 Классификация шаровых резервуаров и газгольдеров.....	41
3.2.1 Классификация сферических емкостей по раскрою оболочки.....	42
3.2.2 Классификация сферических емкостей по конструкции опор.....	44
3.2.3 Классификация сферических емкостей по способу изготовления лепестков	47
3.3 Монтаж резервуара	49
3.3.1 Вертикальный метод монтажа сферических резервуаров	49
3.3.2 Горизонтальный метод монтажа сферических резервуаров.....	51
3.4 Расчет сферического резервуара	54
3.4.1 основные виды нагрузок	54
3.4.2 Расчет стенки резервуара на прочность.....	58

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Уктамжонов М.М.</i>			Содержание		
<i>Руковод.</i>		<i>Цимбалюк А.Ф.</i>					
<i>Рук. ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>					
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
					7	102	
					Отделение нефтегазового дела Группа зББА		

3.4.3	Расчет стенки резервуара на устойчивость	59
3.4.4	Проверка прочности сварных стыков	61
4	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	63
4.1	Характеристика резервуара	63
4.2	Расчет расхода огнезащитных покрытий	63
4.3	Выводы по использованию огнезащитных покрытий	65
5	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	66
5.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	66
5.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	66
5.1.2	Анализ конкурентных технических решений	67
5.1.3	Технология QuaD	69
5.1.4	SWOT-анализ	70
5.2	Планирование научно-исследовательских работ	72
5.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	72
5.2.2	Определение трудоемкости	72
5.2.3	Разработка графика проведения научного исследования	74
5.2.4	Бюджет научно-технического исследования	75
5.3	Расчет затрат	76
5.3.1	Расчет материальных затрат	76
5.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для выполнения работ	77
5.3.3	основная заработная плата исполнителей темы	77
5.3.4	Дополнительная заработная плата исполнителе темы	81
5.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды	82
5.3.6	Накладные расходы	83
5.3.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	83
5.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	84
6	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	874
6.1	Введение	87
6.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	87
6.3	Производственная безопасность	89
6.4	Анализ вредных и опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению	89
6.5	Экологическая безопасность	95
6.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	97
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	101

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		8

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим элементом системы пожарной безопасности зданий и сооружений является огнезащита строительных конструкций. Она должна обеспечивать повышение огнестойкости конструкций до необходимого уровня, снижение их пожарной опасности, предотвращение развития и распространения пламени. Выполнение этих требований снижает вероятность гибели людей и материальные потери от пожаров. Одним из наиболее эффективных и доступных способов придания огнестойкости различным материалам служит окраска их огнезащитными ЛКМ.

Несмотря на то что металлические конструкции отличаются высокой прочностью и негорючестью, а температура плавления стали превышает 1500 °С, в условиях пожара незащищенный металл быстро прогревается до 500–600 °С. При этих температурах резко снижается прочность конструкций, возникают их деформация и быстрое разрушение под воздействием силы тяжести и нормативной нагрузки.

Одним из эффективных путей устранения отмеченного недостатка является нанесение на металлоконструкции ОВП. Эти покрытия широко используются в строительной индустрии и являются современными средствами, повышающими предел огнестойкости различных изделий и конструкций и характеризующимися высокими эксплуатационными свойствами при относительно умеренной стоимости.

Тема научной работы выбрана согласно Энергетической стратегии РФ (распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р), в которой ставится целью увеличение эффективного использования природных энергетических ресурсов.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		УктамжоновММ			ВВЕДЕНИЕ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Цимбалюк А.Ф.					9	102
<i>Рук.ООП</i>		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа з2Б6А		

Целью данной работы является исследование современных методов нанесения вспучивающихся огнезащитных покрытий для надежной эксплуатации трубопроводов при транспортировке и хранении нефтепродуктов. Задачи поставлены в работе следующие:

- 1) Провести обзор литературы по данной тематике;
- 2) Сделать прочностной расчет резервуара шарового;
- 3) Проверить на прочность и устойчивость резервуара шарового;
- 4) Рассмотреть варианты применения ОВП для обработки резервуара;
- 5) Произвести расчет необходимого количества ОВП для обработки;
- 6) Выявить наиболее перспективный вариант.

Объект исследования. Резервуар вертикальный стальной типа РВС 1000 м³, расположенный на территории АО «Транснефть – Западная Сибирь»

Предмет исследования. Нанесение огнезащитной вспучивающейся композиции на стенки резервуара.

Практическая значимость. Полученные результаты ВКР могут быть использованы на предприятиях, эксплуатирующих резервуары.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		10

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Применение различных методов огнезащиты оборудования по транспортировке и хранению нефтепродуктов

Объекты транспортировки нефтепродуктов характеризуются повышенной опасностью. Она возникает из-за большого количество ЛВЖ (легковоспламеняющейся жидкости) и ГЖ (горючих жидкостей). Эти огнеопасные жидкости могут стать источником возникновения загорания. По данным [1] почти половина всех аварий и пожаров при транспортировке нефтепродуктов приходится на НКО (насосно-компрессорное оборудование) и технологические трубопроводы [2]

В основном, возгорание возникает на сальниках, прокладках, фланцевых соединениях по причине их неисправности.

Пожар на технологических трубопроводах и оборудовании может повлечь деформацию и обрушение металлоконструкций оборудования.

Главная задача средств пассивной огнезащиты — сделать материалы и конструкции несгораемыми, уменьшить скорость их нагревания до опасных температур, ограничить выделение токсичных продуктов, снизить опасность разрушений зданий и гарантировать возможность эвакуации людей и безопасность работы пожарных [3].

Универсальный состав, который применяется для огнезащитной обработки – это краска. Современная промышленность предлагает огнезащитные краски для нанесения на разные материалы: дерево и металл, ткань и железобетон. Такая огнезащитная обработка имеет ряд бесспорных достоинств [3]:

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Уктамжонов М.М			1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ		
Руковод.		Цимбалюк А.Ф			Лит.	Лист	Листов
Рук.ООП		Брусник О.В.				11	102
					Отделение нефтегазового дела Группа з2Б6А		

- легко наносятся ручным и механическим способом;
- создают покрытие, обладающее не только защитными, но и декоративными свойствами;
- не оказывают на конструкцию дополнительной нагрузки и не утяжеляют ее.

Сегодня проведение мероприятий по огнезащите наружных коммуникаций технологических на установках по переработке и транспортировке нефти и нефтепродуктов является актуальной проблемой. Необходимо решить эту проблему для оптимальной защиты оборудования. Для современного строительства характерно широкое применение огнезащитных составов. Проводится огнезащита несущих стальных, железобетонных и деревянных конструкций, а также ведутся работы по защите воздуховодов, дымоходов и технологических проходов в противопожарных преградах. Путем принятия данных мер решаются две задачи [4, 5]:

во-первых, повышается устойчивость металлоконструкций при пожаре за счет увеличения предела огнестойкости строительных конструкций;

во-вторых, предотвращается развитие и распространение огня на оборудовании по транспортировке нефтепродуктов.

1.2 Применение вспучивающихся огнезащитных красок

Можно выделить два вида огнезащитной обработки с помощью красящих составов:

- без вспучивания – толщина покрытия при нагревании не изменяется;
- со вспучиванием – при нагревании создается толстый теплоизоляционный слой, обладающий высокими защитными свойствами.

Вспучивающиеся огнезащитные краски среди лакокрасочных материалов в последнее время занимают особенное место.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		12

Они используются как средства для огнезащиты.

В обычных условиях эти краски служат как декоративно-защитное покрытие, а при возгорании в случае повышения температуры они вспучиваются и моментально превращаются в термобарьер, который предотвращает или замедляет распространение огня на защищаемой поверхности [4].

Применение лакокрасочного покрытия вспучивающегося (интумесцентного) типа зарекомендовало себя с положительной стороны на многих предприятиях. Интумесцентная защита оборудования от горения заключается в превращении в кокс поверхностного защитного слоя при воздействии пламени. Этот вспененный кокс защищает поверхность оборудования от действия пламени и высоких температур в течение определенного времени [6].

1.3 Принцип действия вспучивающегося огнезащитного покрытия (ВОП)

Как работает такая защита?

На обрабатываемую поверхность наносится специальный состав. Он представляет собой краску, обладающую защитными свойствами. Защитные свойства проявляются при воздействии высокой температуры при возникновении пожара.

Что происходит при нагревании?

– Температура вспучивания составляет 180-220°C, может меняться в зависимости от изготовителя. В момент нагрева в реакцию вступают следующие процессы.

– Верхний слой вспучивающегося покрытия растрескивается. Образуются поры, через которые начинает поступать преобразовывающийся сухой остаток. При этом первоначальная толщина увеличивается от пяти до сорока раз.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		13

- В результате реакции вспучивающийся огнеупорный состав выделяет большое количество кокса, который является превосходным теплоизоляционным материалом.

- Дополнительно в момент увеличения выделяется большое количество инертного газа, также предотвращающего горение.

Такая краска значительно повышает предел огнестойкости металлических конструкций и оборудования.

Проще говоря, благодаря защитным свойствам вспучивающегося огнеупорного состава оборудование дольше сопротивляется воздействию пламени. За счет этого у пожарных будет больше времени на то, чтобы справиться с огнем.

1.4 Состав огнезащитного покрытия

Каков состав краски, которая предназначена для защиты металлоконструкций и оборудования от воздействия высоких температур пламени?

В настоящее время в продаже имеется много веществ, обладающих достойными защитными свойствами. Для создания огнезащитного покрытия используются следующие элементы:

- источник образования карбоновой основы – чаще всего это многоатомные спирты-полиолы, причем чем длиннее углеродная цепь, тем эффективнее образуется углеродный каркас пены;

- вещества, обеспечивающие дегидратацию – от них зависит скорость образования термоизолирующего слоя, и в этой роли обычно выступают гидроксильные группы полиолов;

- катализаторы – тоже влияют на скорость образования углеродного каркаса;

- пенообразователь – компонент, заставляющий краску огнезащитную вспучиваться;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		14

– пигменты и наполнители – они в первую очередь определяют эстетические характеристики краски, поэтому их подбирают так, чтобы они не понижали эффективность вспучивающегося состава;

– пленкообразователи – от них во многом зависит то, как долго огнезащитная вспучивающаяся краска будет сохранять свои декоративные и защитные свойства.

1.5 Необходимая толщина ВОП

Исследования по применению вспучивающихся защитных красок показало, что при нанесении защитного покрытия нет необходимости наносить его толстым слоем. Огнезащитный вспучивающийся состав имеют высокую эффективность, при толщине покрытия от 2 до 4 мм.

При проведении испытаний без защитного покрытия уже на 17 минуте у металлоконструкций прочностные характеристики уменьшились до критического уровня.

При нанесении защитного покрытия толщиной всего 2 мм критические пределы были достигнуты уже через 98 минут. Увеличение покрытия до 4 мм привело к тому, что испытываемая пластина начала деформироваться только через 120 минут.

Результаты этого эксперимента показывают, что тонкий слой защитного состава, может обеспечить хорошую защиту от термического воздействия.

1.6 Преимущества ВОП

Вспучивающиеся огнезащитные покрытия обладают множеством преимуществ:

- могут обеспечить эффективную защиту во время пожара;
- могут легко наноситься – в том числе ручным способом;
- обладают хорошей адгезией с поверхностью;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		15

– после нанесения и высыхания образуется прочный и долговечный слой;

– обладают высокими декоративными свойствами.

Еще один плюс таких составов – экономичность.

Стоят эти краски сравнительно недорого.

Эффективность огнезащитных вспучивающихся композиций характеризуется таким показателем, как способность переходить во вспученное состояние. Эта способность позволяет снизить теплопроводность.

Основные эксплуатационные характеристики ОВК [2]:

- кратность вспучивания;
- устойчивость к эрозии;
- температура активации;
- изменение массы при потере влаги.

Вспененная карбонизированная масса возникает при температуре 360-430 °С при наличии компонентов, которые являются ответственными за образование вспененного углеродного каркаса.

Таковыми являются пленкообразователи, пенообразователи, пигментные наполнители.

1.7 Характеристики ОВК (огнезащитные вспенивающиеся конструкции)

а) коэффициент теплопроводности [2]

ВОП (вспучивающиеся огнезащитные покрытия) для стальных металлоконструкций характеризуются теплоизолирующей способностью. Основная характеристика ее – коэффициент теплопроводности α .

Его можно рассчитать по формуле:

$$\alpha = \frac{\lambda_t}{c_t * \rho_0} \quad (1.1)$$

где

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		16

λ_t - теплопроводность

c_t - теплоемкость

ρ_0 – плотность.

б) коэффициент вспучивания

Коэффициент вспучивания $k_{всп}$ – важная характеристика огнезащитного состава. Большая толщина ОВК уменьшает теплопроводность материала.

Коэффициент вспучивания определяется по формуле:

$$k_{всп} = \frac{h_{всп}}{h_0} \quad (1.2)$$

где

$h_{всп}$ – толщина вспученного материала;

h_0 – начальная толщина.

в) адгезия ОВК

Адгезия ОВК – важнейшая характеристика, которая влияет на огнезащитную эффективность ОВК в условиях углеводородного горения.

В качестве основного агента адгезионного взаимодействия используется полимерное связующее, которое в условиях высокой температуры имеет свойство разрушаться. В результате этого происходит отслоение ОВК и происходит разогревание металлоконструкций.

г) Потеря массы ОВК

Потеря массы огнезащитной вспучивающейся композиции ΔM – эта характеристика очень сильно влияет на огнезащитную способность полимерного покрытия.

Плотность покрытия в условиях углеводородного пожара определяется по формуле:

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{1 - \frac{\Delta M}{M_0}}{1 + \frac{h_{всп} - h_0}{h_0}} \quad (1.4)$$

Где

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		17

M_0 - начальная масса огнезащитного покрытия.

д) огнезащитная эффективность

Огнезащитная эффективность ОВП согласно НП 236-97 [7] характеризуется временем, выраженным в минутах, от начала огневого испытания до достижения образцом с огнезащитным покрытием критической температуры. Такой температурой является $500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Тепловое воздействие на испытуемый образец осуществляется как стандартный температурный режим пожара. При этом температурная зависимость имеет следующую зависимость [6]:

$$T = 345 \lg(8t + 1) + T_0 \quad * (1.5)$$

где

T – температура, соответствующая времени t ;

T_0 – температура до начала теплового воздействия, обычно принимается равной температуре окружающей среды;

t – время от начала воздействия теплового воздействия.

1.8 Механизм вспучивания огнезащитных покрытий

По мнению многих специалистов [6, 8, 9], механизм вспучивания огнезащитных покрытий состоит из следующих стадий:

- выделение неорганической кислоты, способной к этерификации карбонизирующихся материалов (полиолов) при $150\text{--}215\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от вида производного кислоты;
- этерификация полиола выделившейся кислотой при температуре несколько выше температуры первой стадии. В присутствии аминов реакция ускоряется и завершается при более низкой температуре;
- плавление смеси компонентов вспучивающегося покрытия непосредственно перед или во время этерификации;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		18

– химические превращения образующегося эфира способностью отражения (поглощения) падающего полиола с неорганической кислотой вследствие дегидратации, в результате чего образуются углеродно-неорганические (как правило, углерод- и фосфорсодержащие) структуры, которые в дальнейшем участвуют в процессах коксования;

– вспенивание карбонизирующейся массы негорючими газами, выделяющимися при разложении вспенивающего агента, а также водяным паром, образующимся в результате дегидратации полиола;

– желатинизация, а затем отверждение вспененной массы в момент завершения процессов коксования.

Эта твердая масса состоит из мелкоячеистой пены, являющейся хорошим теплоизолятором.

По данным [8], пигменты и наполнители, присутствующие в составе ОВП, служат не только для придания оборудованию определенного цвета, но могут выполнять другие важные функции:

– зародышеобразователей или точек роста пузырей для образующейся в результате интумесценции огнезащитной пены;

– газообразующих веществ;

– элементов жесткости каркаса пенококсового слоя.

По данным [8], пигменты и наполнители с точки зрения их действия как зародышеобразователей вспененной структуры делятся на две группы:

– способствующие образованию ячеистой (вспененной) структуры кокса (диоксид титана, бораты бария и цинка, гидроксид магния);

– подавляющие образование пены в коксе (гидроксид алюминия, вспучивающийся графит, цеолит, триполифосфат натрия).

Наиболее эффективными зародышеобразователями пены являются диоксид титана и гидроксид магния.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		19

Свой вклад во вспучивание покрытий вносят неорганические наполнители, которые при повышенных температурах разлагаются с образованием негорючих газообразных продуктов (например, CO₂, паров воды) и отводят тепло. К таковым относятся гидроксид алюминия, карбонаты кальция, кадмия и цинка, соли борной кислоты.

Такие материалы, как борат цинка, силоксаны, тальк, каолин, стекловолокно и другие, добавляют в составы ОВП для формирования в коксе при повышенных температурах стекловидных и керамических структур, укрепляющих пенококсовый каркас.

Например, при температуре до 600 °С полифосфат аммония взаимодействует с тальком с образованием кристаллических продуктов типа Mg₂P₄O₁₂, MgP₄O₁₁,

SiP₂O₇, Si₅O(PO₄)₆, а при температуре, близкой к 1000 °С, — с образованием стеклообразных фосфатов магния и кремния.

1.9 Технология нанесения ОВК [10]

При нанесении огнезащитной краски необходимо строго соблюдать технологию нанесения краски:

а) подготовка основания перед нанесением огнезащитного покрытия:

- очистить поверхность от ржавчины, пыли, грязи, влаги;
- обезжирить поверхность растворителем (Р-4, Р-646);
- нанести грунтовку толщиной 500 мкм (огнезащитную краску можно наносить только после полного высыхания грунтованной поверхности).

б) подготовка огнезащитной краски к нанесению:

- перемешать огнезащитную краску миксером до однородного состояния;
- при необходимости разбавить краску растворителем.

в) порядок нанесения

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		20

- на подготовленную поверхность наносится 2-5 слоев огнезащитной краски;
- время сушки каждого слоя не менее 24 часов;
- толщина одного слоя не должна превышать 0,8 мм мокрой пленки (при превышении толщины нанесения огнезащитной краски возможно образование кратеров и трещин после высыхания, что недопустимо);
- толщина сухой пленки должна составлять 0,6 мм;
- расход краски 1,05 кг на один квадратный метр;
- необходимое время для набора эксплуатационных свойств составляет 96 часов;
- состав наносится кистью, валиком или распылителем;
- срок эксплуатации огнезащитного лакокрасочного покрытия составляет 25 лет.

г) время высыхания

- время высыхания при температуре + 20 °С и влажности воздуха до 70 % составляет 6-8 часов;
- при уменьшении температуры окружающей среды и увеличении влажности воздуха время высыхания огнезащитной краски увеличивается.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						21
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		



Рисунок 1.1 – Емкость для хранения нефтепродуктов до нанесения огнезащитного покрытия



Рисунок 1.2 – Емкость для хранения нефтепродуктов после нанесения огнезащитного покрытия [11]

1.10 ОВК на основе эпоксидных смол [12]

Увеличение уровня предела огнестойкости наружных коммуникаций за счет различных способов пассивной огнезащиты является одним из главных факторов повышения надежности при эксплуатации.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		22

В настоящее время как в России, так и за рубежом для данных целей производят широкую гамму вспучивающихся (интумесцентных) огнезащитных составов на водной и органической основе. Лучшие вспучивающиеся краски имеют коэффициент вспучивания до 40-50 раз и при толщине защитного покрытия менее 1 мм обеспечивают 2-ю и 3-ю группы огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53295-2009, что позволяет достичь требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций согласно требованиям Федерального закона № 123-ФЗ.

Разрабатываются новые технологии производства вспучивающихся огнезащитных материалов. Это дают возможность значительно повысить огнестойкость оборудования, обеспечивая при этом ее экономическую эффективность.

Основное назначение огнезащитной вспучивающейся краски — повысить пределы огнестойкости конструкции с 15 до 240 минут при проектировании огнезащитных мероприятий.

Работы по нанесению огнезащитных покрытий нередко приходится выполнять в условиях высокой влажности и при низких температурах (в зимний период).

С учетом климата России можно сказать, что огнезащитные краски должны иметь такие следующие свойства:

- возможность наносить на поверхности конструкций при низких температурах;
- сохранение качественных характеристик при эксплуатации в зимний период.
- сохранение своих свойств при транспортировании в неотапливаемых контейнерах на территорию Сибири, Крайнего Севера.

Огнезащитные составы, содержащие в своей композиции воду, для таких целей не могут быть применимы. Частично решают проблемы нанесения и эксплуатации в холодный период года составы на органических растворителях.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		23

Но наилучшими характеристиками обладают эпоксидные, не содержащие растворителей композиции, отверждение которых происходит за счет взаимодействия с отвердителем (химическое отверждение, так называемая «сшивка»).

Для таких эпоксидных красок характерна низкая водопроницаемостью, высокая термостойкость, долговременная защита при действии агрессивных сред (морская вода, минеральные масла, нефтепродукты).

Как показали результаты маркетингового исследования по интернет-сайтам производителей зарубежной и отечественной продукции (официальные перечни сертифицированной продукции в Российской Федерации), огнезащитные покрытия на основе эпоксидных композиций составляют 3–5% от огнезащитных покрытий на других пленкообразователях и связующих (информацию о выданных сертификатах соответствия и декларациях о соответствии продукции требованиям).

К лидирующим композициям по техническим характеристиками разделению на соответствующее специализированное применение относится линейка продукции Chartek (подразделение International концерна AkzoNobel), существенным недостатком которых являются их очень высокая стоимость — порядка 22 евро за 1 кг. Цены российских производителей органические и эпоксидные краски отечественного производства существенно ниже и составляют 50-70% от стоимости продукции Chartek.

Таким образом, в настоящее время актуальны вопросы исследования в области разработки эпоксидных композиций российского производства, для которых должны быть высокие показатели по огнезащитной эффективности и стойкости к различным органическим и неорганическим растворителям. При выполнении исследований появится возможность применения высокоэффективных ОВК в условиях низких температур.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		24

1.11 Модификация ОВК с применением наноструктур [2]

Модификация ОВК с применением наноструктур может заметно изменить эксплуатационные характеристики в лучшую сторону. Наличие большого количества наночастиц для модифицирования ОВК обеспечивает большие возможности. Для решения задач модифицирования чаще всего используется метод математического моделирования.

Исследования огнезащитных покрытий, проведенные в условиях углеводородного горения, показали, что пределы огнестойкости значительно снижаются из-за термической деструкции полимерных материалов.

Применение модифицированных полимеров позволяет получить материалы с улучшенными свойствами. Сведения разработанных модификаций ОВК представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Свойства полимеров, модифицированных углеродными наночастицами

Вид наночастиц + базовый материал	Концентрация наночастиц, % масс.	Наблюдаемый эффект
MWCNT+эпоксидная смола E51	0,01 ... 0,5	Повышение температуры разложения с 361 до 387 °С. Повышение предела прочности с 58,5 до 128,94 МПа. Снижение температуры стеклования с 76 до 69 °С.
DWCNT+ Эпоксидная смола SC-15	0,05 ... 1,0	Увеличение трещиностойкости с 0,65 до 0,8 МПа. Уменьшение коэффициента теплового расширения на 40 ... 70 %. Повышение температуры стеклования с 85 до 105 °С. Увеличение значения деформации на 50%.
Разрушения на MWCNT+полиметилакрилат	4 ... 26	Термическая деградация ПММА при 350 ... 450 °С.
УНТ марки «Суспензия+грунт алкидный» «Agrohel»	0,025 ... 0,3	Увеличение адгезии на 53 %. Увеличение ударной прочности в 2,5 раза. Повышение прочности покрытия в 2,5 раза.
УНТ марки «Суспензия+грунт алкидный» ГФ-0119	0,025 ... 0,3	Увеличение адгезии в 2 ... 5 раза. Ускорение формирования покрытия в 1,5 раза.

Продолжение таблицы 1.1

Вид наночастиц + базовый материал	Концентрация наночастиц, % масс.	Наблюдаемый эффект
MWCNT+эпоксидные связующие	1,0	Увеличение прочности при изгибе на 100 %. Увеличение модуля упругости при растяжении на 24,6 %. Уменьшение температуры стеклования с 170 до 159 °С.
MWCNT+жидкое натриевое стекло	0,01	Увеличение коэффициента вспучивания в 2,5 ... 3,0 раза в сравнении с базовым материалом.

Для исследований были применены наноматериалы, полученные методом каталитического пиролиза. Основой для создания модифицированных ОВК послужила вспучивающая краска для стальных конструкций «Термобарьер», изготовленная по ТУ 2313-001-30642285-2011.

Практически на всех образцах наблюдается медленный (10 ... 55%) рост температуры защиты объекта по сравнению с немодифицированным покрытием огнезащитной вспучивающейся композиции (рисунок 1.1).

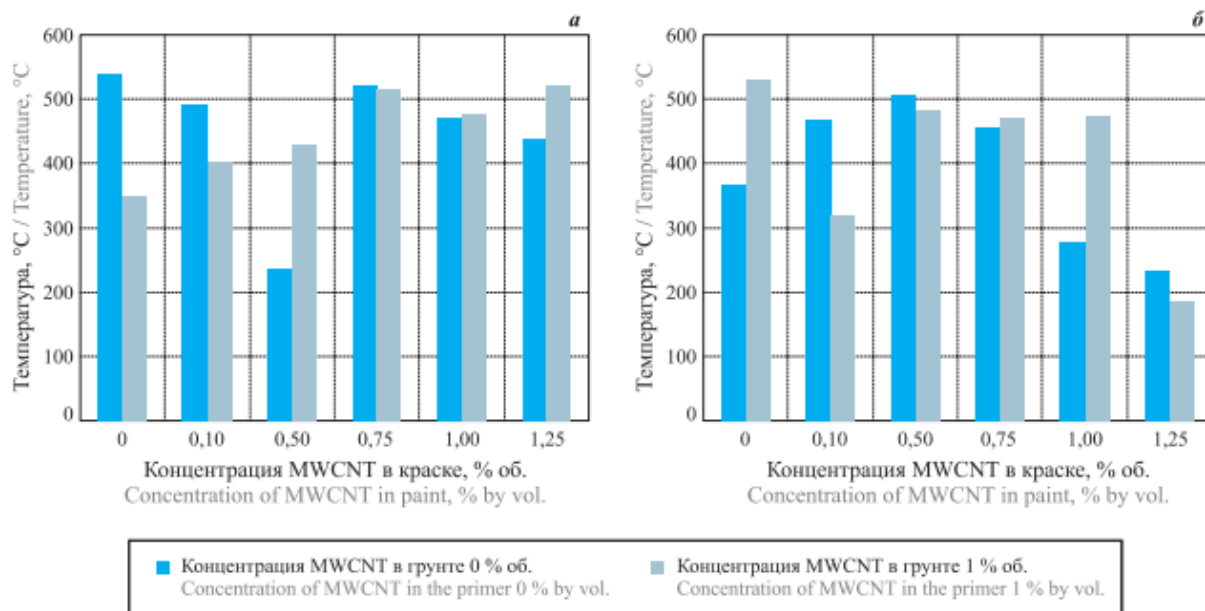


Рисунок 1.1 – Максимальная температура металла в зависимости от концентрации MWCNT в огнезащитном покрытии: а) без электрофизического воздействия; б) при воздействии ПЧМТ (переменного частотного модулированного потенциала)

Кроме этого, наблюдается рост температуры при достижении металлом 350 ... 450 °С. Эту закономерность можно объяснить разрушением слоя пеннокса в зоне углеводородного горения и дальнейшим окислением углерода в интумесцентном слое.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						27
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

2. ХАРАКТЕРИСТИКА АО «ТРАНСНЕФТЬ – ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ»

2.1 Структура АО «Транснефть – Западная Сибирь»

Акционерное общество «Транснефть - Западная Сибирь» с 1991 года является дочерним акционерным обществом и входит в состав ПАО «Транснефть» (до 30.06.2016 - ОАО «Акционерная компания по транспорту нефти «Транснефть») [13].

Предприятие является надежным звеном системы магистральных трубопроводов России и обеспечивает бесперебойную транспортировку нефти и нефтепродуктов в 6 регионах РФ:

- Тюменская область;
- Томская область;
- Омская область;
- Новосибирская область;
- Кемеровская область;
- Красноярский край.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
Разраб.		Уктамжонов М.М			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Цимбалюк А.Ф				28	102
Рук-ль ООП		Брисник О.В .			ОНД гр.3-2Б6А		

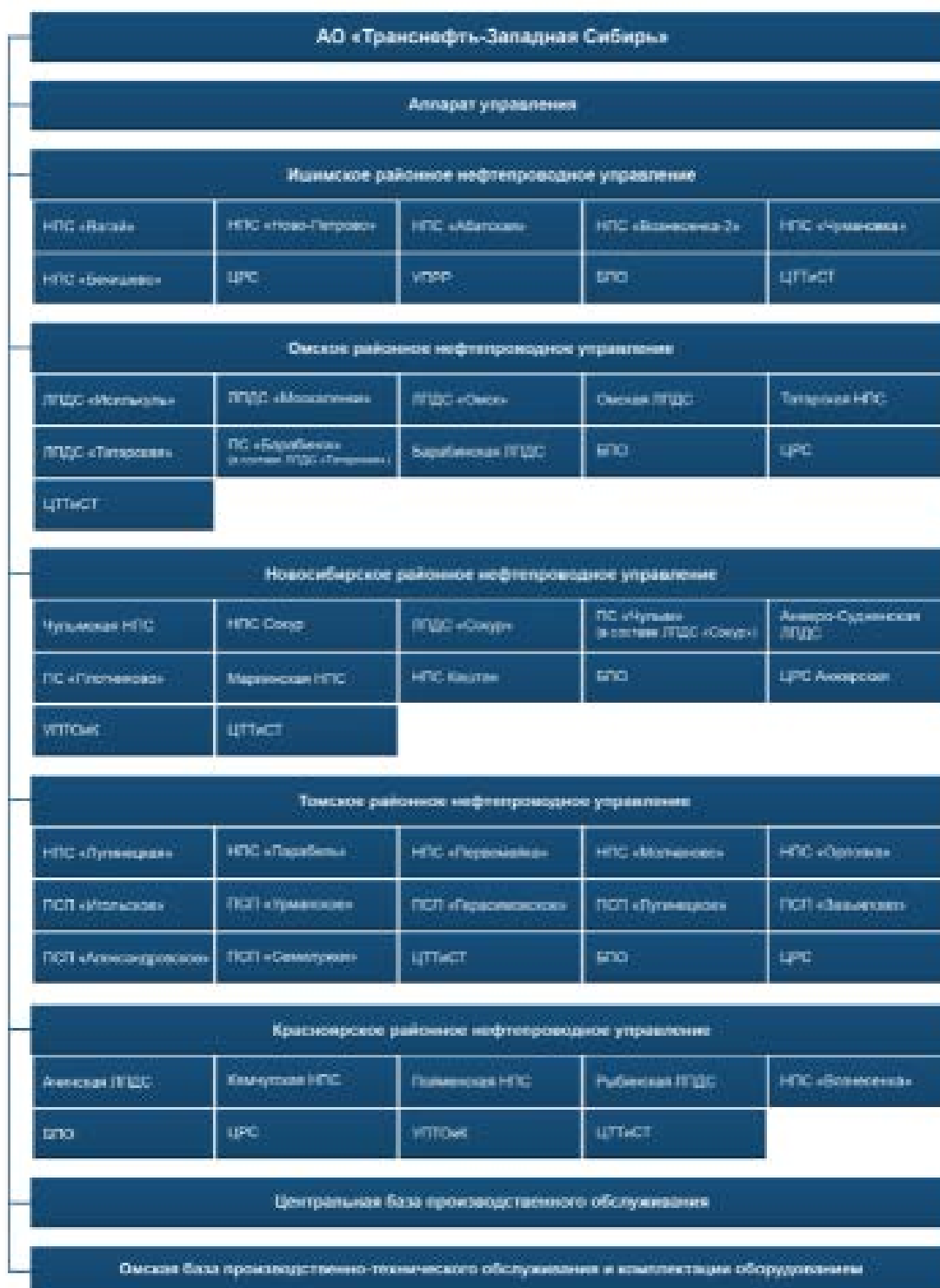


Рисунок 2.1 – Структура АО «Транснефть – Западная Сибирь»

2.2 Производственные показатели

Транспортировка нефти выполняется на нефтеперерабатывающие заводы Сибири, Дальнего Востока и для поставки на экспорт.



Рисунок 2.2 – Карта трубопроводов АО «Транснефть – Западная Сибирь»

Предприятие эксплуатирует более 4 557 км магистральных нефтепроводов (в одностороннем исчислении): Усть-Балык – Омск, Омск – Иркутск, Игольско-Таловое - Парабель, Александровское - Анжеро-Судженск, Анжеро-Судженск – Красноярск, Красноярск – Иркутск, Омск – Павлодар, «ТОН-2» (до границы с Республикой Казахстан).

Протяженность эксплуатируемых магистральных нефтепродуктопроводов – 1106,47 км в одностороннем исчислении: Омск – Сокур, Сокур – Плотниково, Уфа - Омск. Также АО «Транснефть – Западная Сибирь» обслуживает 198 км подводных переходов через водные преграды, в том числе через крупные реки Тотьма, Иртыш, Обь, Енисей.

Перекачку нефти осуществляют 25 нефтеперекачивающих станций, перекачку нефтепродуктов – 6 нефтепродуктоперекачивающих станций.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		30

Общая емкость резервуарного парка предприятия составляет 1 650 тыс.м³ (рисунок 2.3)



Рисунок 2.3 – Резервуарный парк АО «Транснефть - Западная Сибирь»

Основными видами деятельности АО «Транснефть - Западная Сибирь» являются:

- эксплуатация объектов магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов;
- транспортировка по магистральным трубопроводам нефти и нефтепродуктов;
- хранение нефти и нефтепродуктов;
- строительство, техническое перевооружение и реконструкция объектов магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, зданий и сооружений;
- ремонт объектов магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, зданий и сооружений;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		31

– охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

2.3 Политика ПАО «Транснефть»

- удовлетворение требований потребителей и других заинтересованных сторон путем постоянного повышения качества оказываемых услуг по транспортировке, хранению, наливу нефти и нефтепродуктов и по компаундированию нефти ПАО «Транснефть» и организациями системы «Транснефть» (далее – Услуги);

- соблюдение требований нормативных правовых актов Российской Федерации, международных договоров и межправительственных соглашений, предъявляемых к деятельности ПАО «Транснефть» и организаций системы «Транснефть»;

- развитие и постоянное повышение результативности системы менеджмента качества оказания Услуг (СМК УТННП).

Согласно указанным приоритетам ПАО «Транснефть» руководствуется следующими принципами:

- планирование и реализация стратегических решений ПАО «Транснефть», направленных на обеспечение качества оказываемых Услуг;

- повышение результативности деятельности ПАО «Транснефть» и организаций системы «Транснефть» путем расширения производственных мощностей и совершенствования технологических процессов в рамках оказания Услуг;

- развитие новых методов учета и контроля качества нефти и нефтепродуктов на объектах магистральных трубопроводов, обеспечивающих достижение и поддержание заданного качества оказываемых Услуг;

- постоянное совершенствование управленческой и производственной деятельности на основе мониторинга и анализа качества оказываемых Услуг;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		32

- открытость и доступность информации по качеству оказываемых Услуг для потребителей и иных заинтересованных сторон;
- мотивация работников, направленная на повышение уровня их вовлеченности в СМК УТННП;
- повышение культуры производства и компетентности работников ПАО «Транснефть» и организаций системы «Транснефть» в области качества;
- обеспечение соответствия СМК УТННП требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015, Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ, антимонопольного законодательства Российской Федерации.

Для соблюдения принятых принципов ПАО «Транснефть» намерено обеспечивать:

- учет и своевременное реагирование на обращения потребителей и других заинтересованных сторон, связанные с качеством оказания Услуг;
- наличие в достаточном количестве ресурсов, включая необходимые компетенции, материальные, информационные, трудовые и иные ресурсы, формирующие инфраструктуру и производственную среду ПАО «Транснефть» и организаций системы «Транснефть», необходимых для результативной производственной и управленческой деятельности по выполнению товарно-транспортных операций и диспетчеризации грузопотоков нефти и нефтепродуктов;
- постоянное улучшение результативности процессов, обеспечивающих качество оказываемых Услуг, на основе внедрения и применения новых технологий и оборудования, передовых знаний и опыта эксплуатации объектов магистральных трубопроводов, сливо-наливных эстакад, специализированных морских наливных портов и прочих задействованных в оказании Услуг объектов инфраструктуры организаций системы «Транснефть»;
- обеспечение своевременности оказания Услуг в соответствии с утвержденной Схемой нормальных технологических грузопотоков;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л 33
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

- совершенствование информационно-аналитических систем сбора, учета, мониторинга, анализа, обмена, представления и хранения данных по качеству оказываемых Услуг;
- совершенствование нормативной базы СМК УТННП путем разработки и/или внесения изменений в стандарты, применяемые в ПАО «Транснефть» и организациях системы «Транснефть»;
- планирование и реализацию инвестиционной и комплексной программ развития ПАО «Транснефть» в части, обеспечивающей повышение качества оказываемых Услуг.

Руководство ПАО «Транснефть» следует приоритетам, соблюдает принципы и выполняет обязательства настоящей Политики.

Данная Политика распространяется на ПАО «Транснефть» и организации системы «Транснефть», основная деятельность которых в соответствии с уставами заключается в оказании Услуг.

2.4 Политика ПАО «Транснефть» в области охраны труда, энергоэффективности, промышленной и экологической безопасности:

ПАО «Транснефть», являясь ключевым элементом энергетической отрасли Российской Федерации и обеспечивая конечные результаты ее деятельности, определяет своим высшими и неизменными приоритетами охрану жизни и здоровья работников, повышение уровня энергоэффективности, обеспечение требований промышленной безопасности и охрану окружающей среды.

ПАО «Транснефть», в полной мере осознавая масштаб и технологическую сложность своей деятельности, развивает магистральный трубопроводный транспорт и проводит работы таким образом, чтобы предотвратить угрозы производственного травматизма, возникновения аварий на опасных производственных объектах, причинения вреда окружающей

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						34
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

среде и обеспечивает рациональное использование потребляемых топливно-энергетических ресурсов.

2.5 Принципы промышленной и экологической безопасности:

- приоритетность жизни и здоровья работников по отношению к результату производственной деятельности;
- рациональное использование топливно-энергетических ресурсов;
- приоритетность предупреждающих мер перед мерами, направленными на локализацию и ликвидацию последствий аварий;
- предотвращение и снижение негативного воздействия на окружающую среду, рациональное использование природных ресурсов;
- вовлеченность персонала всех уровней в совершенствование системы управления охраной труда, промышленной безопасностью, системы экологического и энергетического менеджмента;
- открытость значимой информации о деятельности в области охраны труда, энергоэффективности, промышленной и экологической безопасности.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						35
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет на прочность резервуара шарового

Основной задачей безопасной и надежной эксплуатации резервуаров является уменьшение отказов, которые связаны с разрушением изделий и металла оболочки, в том числе в связи с пожарами. Для ее решения нужно разработать оптимальные режимы загрузки резервуара и оборудования опираясь на их фактическое техническое состояние, использовать технологии с научным обоснованием и осуществлять ремонт их конструктивных элементов. Важное значение для обеспечения безопасности эксплуатации резервуаров представляет создание научно обоснованных способов оценки их остаточного ресурса опираясь на средства и методы технического диагностирования. На сегодняшний день в литературе накопилось приличное количество работ, которые освещают эту проблему.

Известные работы включают ряд средств и методов обеспечения надежности нефтепроводов, включая выбор подходящих материалов и изделий, этапы проектирования, строительства и эксплуатации.

Изделия и материалы, которые применяются для строительства трубопроводов и резервуаров, обязаны соответствовать государственным стандартам, техническим требованиям заказчика, техническим условиям изготовителя и другим нормативным документам, которые утверждены в установленном порядке.

Для сооружения трубопроводов и резервуаров согласно с нормативными документами требуется применять трубы спиральношовные, электросварные прямошовные, стальные бесшовные и трубы других специальных конструкций, которые изготовлены из полуспокойных и спокойных низколегированных и углеродистых сталей, диаметрами до 500 мм

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Уктамжонов М.М			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Цимбалюк А.Ф				36	102
Рук-ль ООП		Брисник О.В .			ОНД гр.3-2Б6А		

включительно, из полуспокойных и спокойных низколегированных сталей – диаметрами до 1020 мм

Каждое сварное соединение труб требуется полностью проверить физическими неразрушающими методами контроля.

Большая часть труб нефтепроводов, которая находится в эксплуатации до нынешнего времени, изготовлено из углеродистых сталей марок Ст20, Ст3 и др. и низколегированных и малоуглеродистых сталей марок 14ГН, 17ГС, 09Г2С, 14ХГС, 19Г.

Нормативные сопротивления растяжению (сжатию) сварных соединений и металла труб R_{n1} и R_{n2} берутся равными соответственно минимальным значениям предела текучести и временного сопротивления, которая принимается по техническим условиям и государственным стандартам на трубы.

Прочности подземного трубопровода дается оценка опираясь на сопоставление возникающих в нем усилий от действующих механических нагрузок с теми усилиями, приводящие трубопровод в предельные состояния. Ключевое в методе предельных состояний для трубопроводов состоит в том, что исследуется такое напряженное состояние трубопровода, при котором дальнейшая его эксплуатация невозможна. За предельное состояние принимается разрушение трубопровода, и по этой причине расчетное сопротивление находится исходя из временного сопротивления δ_e материала труб. Определение усилий от расчетных воздействий и нагрузок, возникающих в отдельных элементах трубопроводов, находится способами строительной механики.

Расчетная схема трубопровода обязана отображать действительные условия его эксплуатации. Также требуется рассмотреть периоды строительства трубопровода, эксплуатации при режиме с проектной производительностью, капитального и аварийного ремонтов трубопровода.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		37

Нахождение толщины стенки, отталкиваясь от характера напряженного состояния трубопровода считается по двум формулам. Первая позволяет определить толщину стенки при отсутствии продольных сжимающих напряжений, а другая, когда присутствуют продольные сжимающие напряжения.

Применение труб, у которых характеристики отвечают нормативным требованиям, при правильном выполнении требований нормативных документов по проектированию и строительству, при высококачественном проектировании и строительстве обеспечивается довольно высокая надежность нефтепровода, в особенности, если будет выполнена предпусковая диагностика.

Соединительные детали трубопроводов - отводы, переходники, тройники и днища (заглушки) – изготавливаются, отвечая отраслевым или государственным стандартам или техническим условиям из листовой стали или труб. Также в готовых соединительных деталях сталь обязана удовлетворять требованиям, которые предъявляются к металлу труб.

Конструкция регулирующей, предохранительной и запорной арматуры обязана обеспечивать герметичность, которая соответствует I классу по ГОСТ 9544-93 «Арматура трубопроводная запорная. Нормы герметичности затворов». Запорная арматура имеет опорную лапу при диаметре более 400 мм для установки на фундамент. Материалы, которые применяются для арматуры, обязаны обеспечивать безопасную и надежную ее эксплуатацию.

Научно обоснованный выбор организационных, технологических, и технических решений, которые направлены на обеспечение безопасности и надежности нефтепроводов и резервуаров, предоставит допустимый уровень техногенных рисков, который связан с их эксплуатацией.

Так как безопасность и надежность обуславливаются фактическим техническим состоянием сооружений и оборудования и фактическим уровнем напряженного состояния, нужно дальнейшее совершенствование их нахождения.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		38

Также ухудшение в течение времени механических свойств металла труб эксплуатации трубопроводов оказывает отрицательное влияние на показатели надёжности трубопроводов, в особенности на перенапряжённых участках, и этот фактор нужно учитывать при составлении мероприятий для повышения надёжности длительно эксплуатируемых трубопроводов.

На стенках труб находятся различные дефекты, которые возникают в процессе изготовления труб и металлопроката для изготовления резервуаров, получения листового металла, при их транспортировке и эксплуатации в условиях трассы. Мероприятия для повышения надёжности нефтепровода и резервуаров обязаны предусматривать определение безопасных сроков эксплуатации изделий и труб с дефектами. Дефектоскопы, которые имеются в настоящее время, предоставляют возможность определить многие из известных дефектов, особенно крупных размеров. Однако на основе современных методов механики деформируемых систем не освещены вопросы классифицирования дефектов по скорости развития дефектов и степени опасности. С такими вопросами непосредственно сопряжены остаточные ресурсы нефтепроводов, надёжность эксплуатации и проблемы предотвращения аварийности на них.

Показатели надёжности закладываются при проектировке, обеспечиваются при изготовлении и поддерживаются в процессе эксплуатации этого объекта. Исходя из этого, образуются основные направления повышения работоспособности нефтепроводов. Решение этой трудной проблемы можно найти лишь при комплексном подходе, который охватывает все жизненные стадии объекта (проектирование, изготовление и эксплуатацию).

При эксплуатации трубы нефтепроводов по степени технического состояния переходят из работоспособного состояния в предельное и неработоспособное состояния из-за развивающихся повреждений различного рода. Переход из неработоспособного состояния в работоспособное состояние

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						39
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

осуществляется путем восстановления несущей способности труб с недопустимыми дефектами и аварийного ремонта в случае разрушения труб.

По данным Управления по надзору в газовой и нефтяной промышленности Госгортехнадзора России, каждая четвертая авария случается из-за ошибок, которые допустили при выборе конструкции, расчете и монтаже трубопроводов. Более половины аварий на трубопроводах связаны с накоплением повреждений в сварных швах и металле трубы, которые преимущественно происходят на перенапряженных участках.

Исходя из статистики анализа аварий на линейной части нефтепроводов, использование комплексных методов внутритрубной диагностики и повышение качества и объема капитального ремонта давали результат к обеспечению надежности на достаточно высоком уровне.

Одним из способов повышения экологической безопасности и надежности является рациональное размещение запорной арматуры по трассе, за счет которых можно локализовать повреждение нефтепровода в пределах между двумя ближайшими задвижками.

Большую роль в решении проблемы снижения ущерба от аварий, повышения безопасности эксплуатации, учитывая требования сохранения окружающей среды должны сыграть современные типовые решения, система технических требований на оборудование, изделия, материалы, требования к параметрам, определяющим эксплуатационную надежность и экологическую безопасность.

Воздействие множества факторов оказывает существенное влияние на работоспособность и надежность нефтепроводов и показывает сложность оценки их технического состояния. Эта оценка образуется из данных приборного контроля (измерительные, внутритрубные приборы, акустическо-эмиссионное оборудование, приборы измерения потенциалов труба – земля и сплошности изоляционных покрытий и др.), дополнительного дефектоскопического контроля, который осуществляется выборочно в наиболее опасных или вызывающих сомнение местах, результатов

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						40
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

обследования, анализа и испытания металла из вырезанных при аварии и на особо опасных участках нефтепровода "катушек", многолетних показаний измерений потенциала труба - земля и материалы об аварийности на тех или иных участках, сроках службы металла труб и изоляции, их марках, качестве и свойствах, цикличности работы нефтепровода и его отдельных участков и т.д.

Высокое значение имеет анализ надежности. Анализ работоспособности и надежности нефтепроводов обязан проводиться группой аналитиков из числа высококвалифицированных специалистов с привлечением сотрудников проектных и научных организаций.

3.2 Классификация шаровых резервуаров и газгольдеров

Сферические емкости применяются для хранения жидкостей, сжиженных газов и газов под большим давлением, а также для хранения сыпучих материалов и продуктов пищевой и химической промышленности. В основном сферические емкости применяются в виде газгольдеров и работают на действие постоянного давления. Рациональная величина давления, определяющая область применения шаровых резервуаров, при хранении жидких материалов должна значительно (не менее чем в 2 раза) превосходить гидростатическое давление внизу при полном наливе. Обычно такие резервуары применяются для внутренних давлений от 2 кгс/см² и выше. Наиболее распространено применение шаровых резервуаров объемами 400 – 1000 м³, а при больших давлениях – объемом до 2500 м³. При давлении 2 кгс/см² опирание принимается экваториальным на колонны двутаврового сечения, расположенные на равных расстояниях, а при давлении 6 кг/см² (значительно превосходящем гидростатическое) – кольцевое опирание. Оболочка имеет толщину 8-10 мм и расход стали составляет примерно 58,5 кг/м³. Классификация сферических емкостей представлена на рисунке 3.1.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		41



Рисунок 3.1 - Классификация сферических емкостей

3.2.1 Классификация сферических емкостей по раскрою оболочки

Оболочка шарового резервуара сооружается из лепестков двойной кривизны. Выбор вида раскроя оболочки имеет большое значение не только для экономного использования металла, но и для снижения трудоемкости и продолжительности монтажных работ (рис.2). Лепестки должны быть по возможности крупными, однотипными и взаимозаменяемыми. При сборке оболочки из лепестков должна быть обеспечена проектная геометрическая форма оболочки без подгоночных операций в процессе монтажа. При выборе наиболее экономичного метода раскроя оболочки ставят следующие задачи:

- изготовление лепестков из листов одинаковой ширины и длины; уменьшение протяженности сварных швов, особенно монтажных;
- уменьшение числа и видов монтажных элементов;
- уменьшение потерь на отходах;
- расположение сварных соединений оболочки должно обеспечивать удобство монтажных работ



Рисунок 3.2 - Типы раскроя сферической оболочки

Смешанный раскрой оболочки сферического резервуара, например элементы раскроя по типу «футбольного мяча» и элементы экваториально-меридионального раскроя. Смешанный вид раскроя употребляется редко. Шаровые резервуары с таким раскром оболочки сооружались во Франции.

Раскрой по «телам Платона» или, называемый иначе, раскрой по типу «футбольного мяча». При раскром оболочки по «телам Платона» все листы имеют одинаковую конфигурацию, их ребра и углы равны между собой. Это обычно тетраэдр, гексаэдр или октаэдр. Такой вид раскроя получил применение в ФРГ при сооружении шаровых резервуаров диаметром до 13 м.

Экваториально-меридиональный, называемый иногда радиально-поясный или меридионально-параллельный. Экваториально-меридиональный вид раскроя наиболее часто употребляется при сооружении шаровых резервуаров большого диаметра. Такие резервуары всегда разделяются на пояса.

Меридиональный раскрой. При меридиональном виде раскроя шаровой резервуар не делится до пояса. Меридиональный раскрой наиболее удобен для осуществления автоматической сварки, так как при этом раскром имеются длинные, одинаково направленные швы и отсутствуют экваториальные и кольцевые швы, за исключением кольцевых швов днища и купола.

Вывод: из представленных методов раскроя наиболее оптимальным при небольших объемах является меридиональный способ раскроя, основным достоинством которого является взаимозаменяемость лепестков в связи с их подверженностью коррозии. При больших объемах возникает необходимость разделять лепестки горизонтальным швом, в этом случае наиболее часто применяется экваториально-меридиональный способ раскроя оболочки, в экваториальном пояском шве которого возникает нежелательный эффект.

3.2.2 Классификация сферических емкостей по конструкции опор

Виды опорных конструкций шаровых резервуаров весьма разнообразны. Применение того или иного вида опорной конструкции (рисунок 3.3) обусловлено назначением резервуара, конструкцией оболочки и требованиями, предъявляемыми к опорным конструкциям.



Рисунок 3.3 - Классификация емкостей по конструкции опор

Опоры должны быть:

- экономичными по расходу стали;
- технологичными, т.е. иметь простую форму с минимальным числом конструктивных элементов;
- огнестойкими;
- простыми и удобными в монтаже и эксплуатации.

Более прогрессивным и поэтому наиболее распространенным решением опорных конструкций являются отдельно стоящие стойки (рисунок 3.4):

Отдельные вертикальные стойки, примыкающие по экватору к оболочке шарового резервуара (рисунок 3.4)



Рисунок 3.4 - Резервуары с отдельными вертикальными стойками

Отдельные наклонные стойки, примыкающие к шаровой оболочке ниже экватора (рисунок 3.5)

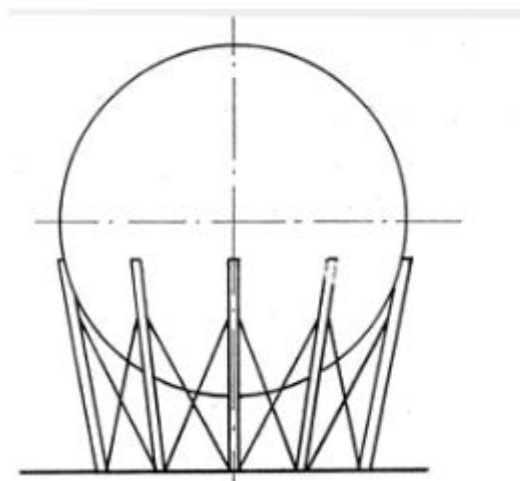


Рисунок 3.5. Опоры в виде наклонных стоек

V-образная конструкция опор (рисунок 3.6); точки приложения усилий здесь также расположены по экватору на равных расстояниях друг от друга.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		45

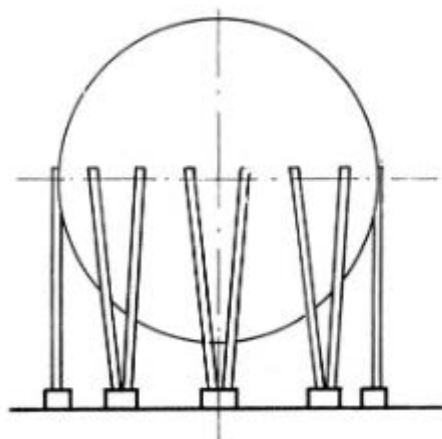


Рисунок 3.6 - Газгольдер с V-образными стойками.

В некоторых случаях сферические газгольдеры опираются на вертикальную стойку, совмещающую с вертикальной осью оболочки. Верхний конец стойки соединяется с оболочкой подвижно, что обеспечивает ей свободу перемещения при «дыхании» вследствие изменений внутреннего давления и температуры. Между опорными стойками и оболочкой обычно устанавливают распределительные накладки, имеющие кривизну сферической оболочки, для уменьшения влияния сосредоточенной нагрузки от реакции опор на напряженное состояние оболочки сферического резервуара. Опорные трубчатые стойки имеют радиальный вырез для установки распределительных накладок.

Опорные стойки с приваренными накладками устанавливают в экваториальном сечении оболочки. Накладки приваривают к лепесткам сферической оболочки таким образом, чтобы не перекрывать ее сварные швы. В нижней части к стойкам приварены круглые опорные пластины для равномерного распределения передаваемых усилий на фундамент резервуара. Опорные пластины крепятся к железобетонному фундаменту двумя-четырьмя анкерными болтами.

Между опорными стойками устанавливают диагональные связи круглого сечения с натяжными приспособлениями. При монтаже связи предварительно натягивают. Стойки с диагональными связями образуют

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л 46
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

опору сферического резервуара с неизменяемой расчетной схемой. Каждая стойка опирается на выступающий железобетонный столб, который в нижней части переходит в кольцевую бетонную плиту шириной порядка метра.

Трубчатые опорные стойки менее подвержены огню и коррозии по сравнению с другими видами стоек. Масса трубчатых опорных стоек также меньше по сравнению с массой стоек другого профиля. Поэтому опоры в виде трубчатых стоек получили наибольшее распространение в отечественной и зарубежной практике резервуаростроения. Применение того или иного конструктивного решения опор зависит от назначения сферического резервуара и конструкции оболочки. При хранении в сферических резервуарах сжатых газов под давлением опорные конструкции должны воспринимать в основном только собственную массу оболочки резервуара. При хранении в резервуарах жидкого газа опорные конструкции, помимо массы оболочки, должны воспринимать массу жидкого газа, а при гидравлическом испытании—еще и массу воды, заполняющей оболочку.

3.2.3 Классификация сферических емкостей по способу изготовления лепестков

Качество, надежность шаровых резервуаров и газгольдеров в эксплуатации, продолжительность, трудоемкость и удобство монтажа зависят от качества изготовления всех элементов резервуаров. При изготовлении лепестков оболочки шаровых резервуаров устанавливают специальные требования к их геометрической форме (рисунок 3.7).

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		47



Рисунок 3.7 - Классификация по способу изготовления лепестков

Изготовление оболочки методом гидравлического раздува заключается в образовании шаровой формы оболочки резервуара за счет избыточного гидравлического давления на сваренный плоскостной многогранник. Технология сооружения резервуаров этим методом включает несколько операций. Наиболее ответственная из них – раскрой лепестков оболочки, при этом добиваются максимально приближенной к шаровой оболочке плоскостной геометрической фигуры.

Штамповкой:

- холодная штамповка применяется и после горячей в качестве калибровки лепестков резервуара до проектной кривизны с помощью пуансона и матрицы на прессах мощностью 400 –6000 т (в зависимости от толщины стенки оболочки). Размеры и радиус кривизны матрицы и пуансона зависят от диаметра изготавливаемого сферического резервуара, толщины листового металла, марки стали и мощности пресса. Диаметр матрицы принимается обычно в пределах 1000-2000 мм, диаметр пуансона 500-800 мм;
- горячая штамповка осуществляется на специальных крупногабаритных прессах большой мощности (до 1000 т и выше) при нагреве металла до 700-850 °С. Разница в толщине листов по краям после штамповки горячим способом не должна превышать 1 мм.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						48
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

При холодной штамповке зачастую производят термообработку для снятия внутренних напряжений. Допускаемые деформации наружных волокон зависят от пластичности листового материала. Безопасный предел в зависимости от материала листов обычно равен относительному удлинению наружной поверхности на 3-4 %, максимальное удлинение может достигать 5 %;

– Вальцовкой. При изготовлении лепестков шаровых резервуаров методом холодной вальцовки их формообразование происходит на специальном многовалковом вальцовочном стенде, который обычно имеет девять валков. Лепесток получает двойную кривизну за счет кривизны и расположения валков в пространстве. Верхние четыре валка имеют бочкообразную а нижние пять вогнутую катушкообразную форму. Оси валков расположены по определенному радиусу. Два нижних валка и один верхний являются изгибающими, остальные валки калибрующими. Нижние валки стенда вращаются от привода, верхние путем трения между поверхностями лепестка и валков.

3.3 Монтаж резервуара

3.3.1 Вертикальный метод монтажа сферических резервуаров

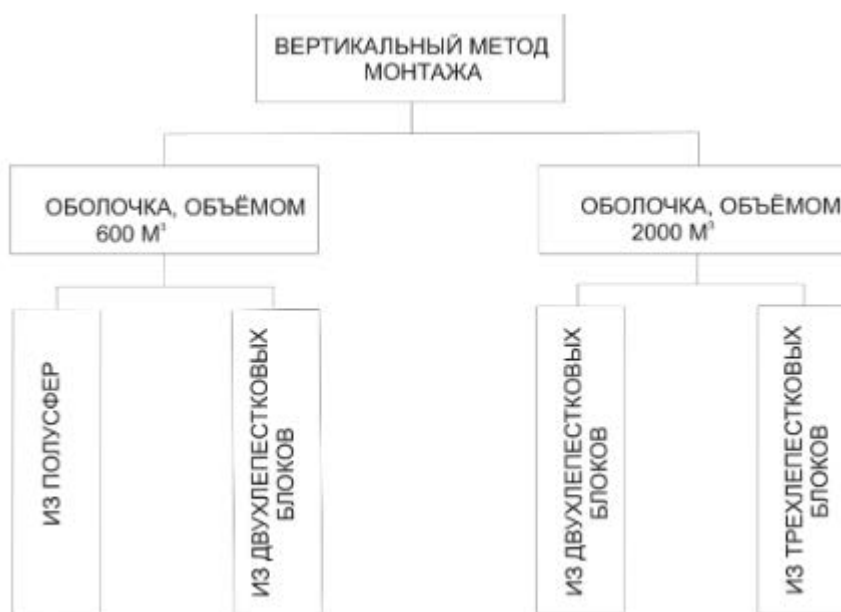


Рисунок 3.8 - Схема вертикального метода монтажа сферических резервуаров

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		49

Сферические резервуары вместимостью 2000 м³ на рабочее давление 0,25; 0,6 и 0,7 МПа сооружают вертикальным методом из укрупненных блоков. Лепестки укрупняют в двух или трехлепестковые блоки. Днище и купол собирают из трех элементов каждое и сваривают автоматической сваркой. На днище устанавливают ловители для центровки монтажной стойки на опоре манипулятора. На инвентарных опорах в горизонтальном положении монтируют центральную монтажную стойку, купол, днище, полноповоротную монтажную люльку и внутреннюю смотровую лестницу. Тщательно выверяют положение купола и днища на стойке, которые являются базой для сборки оболочки. Краном монтируют центральную монтажную стойку с куполом и днищем и другими элементами на кольцевую опору манипулятора, которую устанавливают на специально изготовленном фундаменте в центре проектной установки шарового резервуара. Стойку выставляют в строго вертикальной плоскости и раскрепляют тросовыми расчалками. Блоки с трубами жесткости поднимают в вертикальное положение с помощью крана и крепят посредством сборочных планок и клиньев к куполу и днищу. Для достижения геометрической формы оболочки с наименьшими отклонениями от проектной наиболее целесообразно монтировать блоки без обрезания монтажного припуска. При таком способе монтажа верхний конец блока заходит на купол, а нижний – внутрь днища.

После установки и закрепления первого блока монтируют последующие блоки по часовой стрелке или против нее. Затем после блока установки и закрепления очередного блока с наружной стороны временно устанавливают опорные стойки резервуара. Монтируемые блоки соединяют между собой скобами, клиньями и прихватками с глубиной проплавления 4 мм. При такой последовательности сборки получается один замыкающий блок, что значительно уменьшает трудоемкость монтажа.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		50

Лепестки шаровых газгольдеров вместимостью 2000 м³ толщиной 22 мм имеют одностороннюю разделку кромок, что облегчает выполнение подварочных швов. Наибольшее внимание следует уделять монтажным и подварочным швам между блоками, так как они выполняются на высоте в различном пространственном положении.

После установки блоков оболочки подгоняют купол и днище путем обрезки монтажных припусков концов лепестков, сваривают кольцевые швы купола и днища подварочными швами. Только после этого демонтируют и удаляют трубы жесткости блоков, центральную монтажную стойку. Под собранной оболочкой монтируют манипулятор для вращения оболочки при автоматической сварке.

При монтаже шаровых резервуаров вместимостью 2000 м³с толщиной стенки оболочки 20 мм целесообразно снимать фаски, особенно на монтажных стыках между блоками для обеспечения качественного подварочного шва с требуемой глубиной проплавления. Оптимальное число лепестков в блоках при сооружении шаровых резервуаров (газгольдеров) вместимостью 2000 м³, толщиной 20 и 22 мм–три, число блоков при этом – восемь.

3.3.2 Горизонтальный метод монтажа сферических резервуаров

Широко распространен горизонтальный метод монтажа с применением автоматической сварки всех стыков оболочек шарового резервуара на манипуляторах (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 - Схема горизонтального метода монтажа сферических резервуаров

При сооружении шаровых резервуаров вместимостью 600 м³ толщиной стенки оболочки 16 мм горизонтальным методом оболочку обычно монтируют из укрупненных блоков, иногда из полусфер.

Укрупнение лепестков в блоки выполняют на простейших приспособлениях и инвентарных стендах в нижнем положении, что значительно повышает производительность монтажных и сварочных работ. Обычно собирают двух-, четырехлепестковые блоки. При укрупнении лепестков в блоки их сваривают только вручную с глубиной проплавления 6 мм. Оболочку из укрупненных блоков собирают на инвентарном кольце, на кольце манипулятора или в отдельных случаях непосредственно на самом манипуляторе. При монтаже оболочки полусферами сначала собирают две полусферы на специальных инвентарных стендах из отдельных лепестков или укрупненных блоков по четыре лепестка.

Различают сборку полусфер выпуклостью вверх или вниз. При сборке полусфер выпуклостью вверх из отдельных лепестков на стенд сначала устанавливают нижние противоположные лепестки, к которым аналогично присоединяют остальные лепестки до образования полусферы. Стыки лепестков в полусфере сваривают ручным подварочным швом. После сборки в нижней полусфере устанавливают трубы жесткости, позволяющие сохранить ее проектную геометрическую форму при переворачивании. Нижнюю полусферу переворачивают двумя кранами. Перевернутую полусферу устанавливают на инвентарную опору или кольцевую опору манипулятора. На нижнюю полусферу монтируют верхнюю, подгоняют экваториальный стык полусфер и сваривают его ручным подварочным швом. Собранный оболочку устанавливают двумя кранами на манипулятор, где производят автоматическую сварку всех швов с наружной и внутренней сторон оболочки. Манипулятор имеет соответствующий комплект роликов, которые обеспечивают поворот собранной на нем оболочки резервуара на 360°. Поэтому сварку можно выполнить стационарным сварочным автоматом под флюсом.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л 52
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

Недостатком метода является точечное опирание на роликах манипулятора оболочки резервуара, листы которой имеют прихватное соединение, в связи с чем оболочка не имеет достаточной жесткости и при больших диаметрах резервуара местами деформируется. Вследствие этого указанный метод применяется только при монтаже резервуаров небольших диаметров, в основном до 2000 м³. Данный метод рентабелен при проведении монтажа комплекса резервуаров на одной строительной площадке, особенно когда в соответствии с технологическими требованиями их надо установить на высоких фундаментах.

При сборке нижней полусферы на стенде выпуклостью вниз из отдельных лепестков или блоков лепестков отпадает операция переворачивания нижней полусферы. Однако ввиду сборки нижней и верхней полусферы на различных стендах более трудоемкой считается операция подгонки стыка полусфер. При такой сборке следует обращать особое внимание на геометрические размеры стендов и проектную геометрическую форму обеих полусфер. При сборке нижней полусферы выпуклостью вниз на инвентарный стенд сначала устанавливают четырехлепестковый блок. С двух противоположных сторон к нему пристыковывают двухлепестковые блоки.

Оболочки сферических резервуаров вместимостью 600 м³ из укрупненных блоков с их горизонтальной ориентацией монтируют на инвентарном кольце, установленном на проектных опорных стойках резервуара или непосредственно на опоре манипулятора.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						53
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

3.4 Расчет сферического резервуара

Исходные данные: III климатический район, объём резервуара $V=2000$ м³, диаметр резервуара 16м, снеговая нагрузка $S_g = 1,8$ кН/м², ветровая нагрузка $w_0=0,38$ кН/м².

3.4.1 Основные виды нагрузок

а) Нагрузка от собственного веса:

$$q = \gamma_f \gamma_{ст} t \quad (3.1)$$

где

$\gamma_f=1,3$ – коэффициент надежности по нагрузке;

$\gamma_{ст}=7,85$ т/м³ = 78,5 кН/ м³ – объёмный вес стали 09Г2С;

$t=0,012$ м – предварительно принимаемая толщина стенки резервуара.

$$q = 1,3 \cdot 78,5 \cdot 0,012 = 1,22 \text{ кН/м}^2.$$

Погонное усилие (меридиональное и кольцевое) рассчитывается по формуле:

$$T_1^q = \frac{q * R}{1 + \cos\varphi} \quad (3.2)$$

$$T_2^q = q * R * \left(\cos\varphi - \frac{1}{1 + \cos\varphi} \right) \quad (3.3)$$

где

T_1^q – погонное усилие (меридиональное и кольцевое) от собственного веса, кН/м;

$R= 8$ м – радиус оболочки резервуара;

φ – текущий угол

$$T_1^q = \frac{1,22 * 8}{1 + \cos\varphi} = \frac{9,76}{1 + \cos\varphi}$$

$$T_2^q = q * R * \left(\cos\varphi - \frac{1}{1 + \cos\varphi} \right) = q * R * \cos\varphi - T_1^q$$

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		54

$$T_2^q = 1,22 * 8 * \cos\varphi - T_1^q = 13,42 - T_1^q$$

Рассчитаем значения погонных усилий для разных значений угла φ , результаты расчетов представим в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Расчет меридионального и кольцевого погонного усилия

$\varphi, ^\circ$	0	45	90
T_1^q	4,88	5,72	9,76
T_2^q	4,88	5,72	9,76

б) Снеговая нагрузка:

$$S_q = 1,8 \text{ кН/м}^2$$

$$T_1^q = \frac{S_q * R}{2} \quad (3.4)$$

$$T_1^{\text{сн}} = \frac{1,8 * 8}{2} = 7,2 \text{ кН/м}$$

$$T_2^{\text{сн}} = \frac{S_q * R}{2} * \cos 2\varphi \quad (3.5)$$

где

$T_{1,2}^{\text{сн}}$ – погонное усилие от снеговой нагрузки, кН/м;

$R = 8 \text{ м}$ – радиус оболочки резервуара;

φ – текущий угол.

Рассчитаем снеговую нагрузку при различных значениях угла φ , результаты занесем в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет снеговой нагрузки

$\varphi, ^\circ$	0	45	90
$T_1^{\text{сн}}$	7,2	7,2	7,2
$T_2^{\text{сн}}$	7,2	0,0	-7,2

в) Ветровая нагрузка

$$w_0 = 0,38 \text{ кН/м}^2$$

Ветровая нагрузка на оболочку вращения принимается нормальной к её поверхности и определяется как произведение скоростного напора q на эпюру аэродинамических коэффициентов:

$$C_B = 0,5 * \sin^2 \alpha * (0,85 \sin \psi - 0,15 \sin^3 \psi) - \cos^2 \alpha \quad (3.6)$$

Распределение ветровой нагрузки по площади поверхности можно представить согласно закону:

$$q = w_0 * \sin \alpha * \sin \psi \quad (3.7)$$

где

w_0 —давление ветра на вертикальную площадку, перпендикулярную его направлению (при $\alpha = \psi = 90^\circ$)

Расчётная ветровая нагрузка (без учёта аэродинамического коэффициента):

$$q = \gamma_t * w_0 \quad (3.8)$$

$$q = 1,2 * 0,38 = 0,456 \text{ кН/м}^2$$

Тогда меридиональное T_1^w и кольцевое T_2^w усилия находим по следующим формулам:

$$T_1^w = w_0 * R * \frac{\cos \alpha}{\sin^3 \alpha} * \left(\frac{2}{3} - \cos \alpha + \frac{1}{3} * \cos^3 \alpha \right) * \sin \psi \quad (3.9)$$

где

T_1^w —меридиональное усилие;

$$T_1^w = w_0 * R \left[\sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\sin^3 \alpha} * \left(\frac{2}{3} - \cos \alpha + \frac{1}{3} * \cos^3 \alpha \right) \right] * \sin \psi \quad (3.10)$$

где

T_2^w —кольцевое усилие от ветровой нагрузки.

Наибольший напор ветра действует в точке, для которой $\psi = 90^\circ$, поэтому расчет ведется при $\psi = 90^\circ = \text{const}$, результаты расчетов занесем в таблицу 3.3.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		56

Таблица 3.3 – Расчет ветровой нагрузки

$\varphi, ^\circ$	0	45	90
T_1^w	0,0	0,52	0,54
T_2^w	0,0	1,68	4,32

з) Нагрузка от гидростатического давления заполнителя

Расчёт ведётся для заполнителя – воды (при испытаниях), так как вода тяжелее действительного заполнителя. Найдём усилия от гидростатического давления:

$$T_1^r = R^2 * \gamma * \left[\frac{1}{2} \pm \frac{1}{3} \left(\cos\varphi + \frac{1}{\cos\varphi} \right) \right] \quad (3.11)$$

$$T_2^r = R^2 * \gamma * \left[\frac{1}{2} \pm \frac{1}{3} \left(2\cos\varphi - \frac{1}{\cos\varphi} \right) \right] \quad (3.12)$$

где

T_1^r – меридиональное усилие от гидростатического давления заполнителя;

T_2^r – кольцевое усилие от гидростатического давления заполнителя;

γ – объёмный вес жидкости;

φ – угол наклона радиуса рассматриваемой точки к вертикальному диаметру, отсчитываемый для верхнего полюса, а для нижнего полушария – от нижнего.

Выполним расчеты для верхнего и нижнего полушария, результаты расчетов сведем в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Расчет нагрузки от гидростатического давления заполнителя

$\varphi, ^\circ$	Верхнее полушарие			Нижнее полушарие		
	0	45	90	0	45	90
T_1^r	0,0	43,8	106,7	640,0	597,0	534,0
T_2^r	0,0	141,0	534,0	640,0	498,0	106,7

д) Нагрузка от избыточного давления

$$T_{1,2}^H = \frac{p_u * R}{2} \quad (3.13)$$

где

$p_u = 250 \text{ кН/м}^2$ – избыточное давление газа;

$R = 8 \text{ м}$ – радиус резервуара.

$$T_{1,2}^H = \frac{250 * 8}{2} = 1000 \text{ кН/м}$$

Найдем суммарное усилие от вышеприведенных нагрузок где ψ_c – коэффициент сочетаний.

Максимальное усилие возникает в нижней точке резервуара.

$$T = 4,88 + 640 + (0 + 0 + 1000) * 0,9 = 1544,9 \text{ кН/м}$$

Найдем требуемую толщину стенки $t_{тр}$ из соотношения:

$$t_{тр} = \frac{T}{R_{wy} * \gamma_c * \gamma_n} \quad (3.14)$$

где

$R_{wy} = 0,95 * R_y$ – расчетное сопротивление сварных швов растяжению;

$R_y = 29 \text{ кН/см}^2$ – расчетное сопротивление основного металла;

$\gamma_c = 0,65$ – коэффициент, учитывающий условия работы резервуара;

$\gamma_n = 0,9$ – коэффициент надежности на взрывоопасность.

$$t_{тр} = \frac{1544,9}{0,95 * 29 * 0,65 * 0,9} = 9,1 \text{ мм}$$

Окончательно толщина стенки с учетом вытяжки металла при вальцовке увеличивается на 2 мм:

$$t = t_{тр} + 2 = 9,1 + 2 = 11,1$$

Принимаем толщину стенки резервуара 12мм.

3.4.2 Расчёт стенки резервуара на прочность

Расчёт на прочность производится на действие избыточного давления

P_u и гидростатического давления жидкости по формуле:

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		58

$$\sigma_{кр} \leq \gamma_c * \gamma * r_{wy} \quad (3.15)$$

$$\sigma = \frac{\gamma_{f2} * p_u + \gamma_{f1} * \gamma_{ж} * (1 - \cos\varphi) * 2 * R}{2 * t} R \quad (3.16)$$

где

$\gamma_{f1} = 1,1$ – коэффициент надежности по нагрузкам для избыточного давления;

$\gamma_{f2} = 1,2$ – коэффициенты надёжности по нагрузкам для гидростатического давления;

$p_u = 0,25$ МПа = 250 кН/м²–избыточное давление;

$\gamma_{ж} = 890$ кг/м³= 8,9 кН/м³–удельный вес заполнителя (мазут);

$R = 8$ м–радиус резервуара;

$t = 12$ мм–толщина стенки;

$\gamma_c = 0,65$ –коэффициент, учитывающий условия работы резервуара;

$\gamma_n = 0,9$ –коэффициент надёжности на взрывоопасность;

$R_{wy} = 0,95R_y$ –расчётное сопротивление сварных швов растяжению;

$R_y = 290000$ кН/м²–расчётное сопротивление основного металла;

$\varphi = 20^\circ$ –угол, определяющий высоту залива резервуара.

$$\sigma = \frac{1,2 * 250 + 1,1 * 8,9 * (1 - \cos 20^\circ) * 2 * 8}{2 * 0,012} 8 = 103149 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{кр} \leq 0,64 * 0,9 * 0,95 * 290000 = 161167 \text{ кН/м}^2$$

$$103149 \leq 161167$$

Условие выполняется. Прочность стенки резервуара обеспечена.

3.4.3 Расчёт стенки резервуара на устойчивость

Расчёт на устойчивость сферической оболочки при $R/t \leq 0,75$ и действии внешнего равномерного давления R , нормального к её поверхности, производится по формуле:

$$\sigma \leq \gamma_c * \sigma_{кр} \quad (3.17)$$

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		59

где

$\sigma = PR/2tC_{\gamma c}$ —расчётное напряжение в оболочке;

$\sigma_{кр}$ —критическое напряжение в оболочке, принимаемое не более γ_y

$$\sigma_{кр} = 0,1 * \frac{E_t}{R} \quad (3.18)$$

P берём по наибольшему из двух значений P_1 и P_2 :

$$P_1 = q + (q^{сн} + q^w + P_{вак}) * 0,9 \quad (3.19)$$

$$P_2 = q^w + P_{вак} \quad (3.20)$$

где

$q=1,22$ кН/м²—нагрузка от собственного веса;

$q_{сн}=S_g c_1 \gamma_{сн}=1,8 \cdot 1 \cdot 1,4 = 1,71$ кН/м²—нагрузка от снега;

$q_w = w_0 \gamma_{вс} = 0,38 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 0,41$ кН/м²—нагрузка от ветра;

$\gamma_{сн} = 1,4$;

$\gamma_{вс} = 1,2$ —коэффициенты надёжности по нагрузкам;

c —аэродинамический коэффициент;

$P_{вак} = P'_{вак} \gamma_{вак} = 0,25 \cdot 1,2 = 0,3$ кН/м²—нагрузка от вакуума;

$\gamma_{вак}$ —коэффициент надёжности для вакуума;

$$P_1 = 1,22 + (1,71 - 0,41 + 0,3) * 0,9 = 2,66 \text{ кН/м}^2$$

$$P_2 = 0,41 + 0,3 = 0,71 \text{ кН/м}^2$$

Так как P_1 больше, чем P_2 , то для расчёта принимаем $P = P_1 = 2,66$ кН/м².

Вычислим расчетное и критическое напряжения:

$$\sigma = \frac{2,31 * 8 * 1,2}{2 * 0,012 * 0,1 * 0,65} = 13683 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{кр} = \frac{0,1 * 2,1 * 10^4 * 1,2}{800} = 3,15 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 31500 \text{ кН/м}^2$$

где

$C=0,1$ — коэффициент, полученный экспериментально.

$$13683 \leq 0,65 * 31500 = 20475 \text{ кН/м}^2$$

Неравенство выполняется. Устойчивость стенки резервуара

обеспечена.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		60

3.4.4 Проверка прочности сварных швов

Для того чтобы избежать концентрации напряжений в узле сопряжения стойки и стенки резервуара, применяется подкладной лист шириной 8 мм. Рассчитаем прикрепление подкладного листа к стенке резервуара двусторонними швами полуавтоматической сваркой проволокой.

Для определения параметров сварных швов найдём минимальное значение произведения βR_{ω} . Принимаем:

$R_{\omega f} = 215$ МПа – расчетное сопротивление угловых сварных швов срезу по металлу шва;

$R_{\omega z} = 165$ МПа – расчетное сопротивление по границе сопротивления;

$\beta_f = 0,7$ – коэффициент для расчета углового шва по металлу шва;

$\beta_z = 1$ – коэффициент для расчета углового шва по металлу границы сплавления.

Проверим условие:

$$\beta_f * R_{\omega f} = 0,7 * 2,15 = 15,05 < \beta_z * R_{\omega z} = 1 * 16,5 = 16,5 \text{ кН/см}^2$$

Следовательно, проверка по металлу шва будет решающей. Определим необходимую длину швов l_w :

$$l_w = \frac{N}{4 * k_f * \beta_f * R_{\omega f} * \gamma_{\omega f}} \quad (3.21)$$

где

$k_f = 0,8$ см – катет углового шва,

$\gamma_{\omega f}$ – коэффициент условия работы сварного соединения,

$$l_w = \frac{21,21}{4 * 0,8 * 15,15 * 1} = 44 \text{ см}$$

$$l_w = 44 \text{ см} < 85 * \beta_f * k_f = 85 * 0,8 * 0,7 = 47,6$$

$$l_w = 44 \text{ см} < 85 * \beta_f * k_f = 85 * 0,8 * 0,7 = 47,6 \text{ см.}$$

Это неравенство выполняется.

Проверяем условие:

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		61

$$\sigma = \frac{N}{4 * k_f * l_w * \gamma_{wf}} \leq \beta * R_{wf} \quad (3.22)$$

$$\frac{21,21}{4 * 0,8 * 44 * 1} = 14,4 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq \beta * R_{wf} = 15,05 \text{ кН/см}^2$$

Условие выполнено, прочность шва обеспечена.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						62
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

4.1 Характеристика резервуара

Для нанесения на поверхность резервуара необходимо рассчитать площадь поверхности для нанесения огнезащитного состава. Данные о геометрических размерах резервуара [14]. Эти данные внесем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 Характеристика резервуара 1000 м³

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Внутренний диаметр стенки, мм	10430
2	Высота стенки, м	12,0

Площадь боковой поверхности резервуара будет равна:

$$S_{\text{б}} = \pi * D * H = 3,14 * 10,430 * 12,0 = 393,00 \text{ м}^2$$

Площадь верхней части резервуара:

$$S_{\text{в}} = \pi * \frac{D^2}{4} = 3,14 * \frac{10,43^2}{4} = 85,4 \text{ м}^2$$

Общая поверхность для окраски составит:

$$S = S_{\text{б}} + S_{\text{в}} = 393,0 + 85,4 = 478,4 \text{ м}^2$$

4.2 Расчет расхода огнезащитных покрытий

а) Огнезащитная краска RE-FLAME (рисунок 4.1).

Теоретический расход 1,3 кг/м²

Стоимость 577 руб/ кг.

Необходимое количество краски:

$$478,4/1,3*577=358846,7 \text{ рублей}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
Разраб.		Уктамжонов М.М			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Цимбалюк А.Ф				63	102
Рук-ль ООП		Брисник О.В.			ОНД гр.3-2Б6А		
					4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ		



Рисунок 4.1 – Огнезащитная вспучивающаяся краска RE-FLAME

б) ОГНЕЗА - УМ Морозостойкая огнезащитная краска (рисунок 4.2)

Теоретический расход 1,24 кг/м²

Стоимость 1050 руб за банку 3 кг (350 руб/кг)

Необходимое количество краски:

$478,4 / 1,24 * 350 = 135031,8$ рублей



Рисунок 4.2 - ОГНЕЗА - УМ Морозостойкая огнезащитная краска

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						64
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

4.3 Выводы по использованию огнезащитных покрытий

Огнезащитная краска ОГНЕЗА – УМ имеет ряд преимуществ перед огнезащитным покрытием RE-FLAME:

- имеет меньший расход на м²;
- имеет более низкую стоимость;
- обладает морозостойкими свойствами.

Поэтому мы выбираем для нанесения на стенки резервуара ОГНЕЗА - УМ морозостойкую огнезащитную краску.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						65
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

Рисунок 5.1 - Карта сегментирования рынка

		Отрасль	
		Нефтегазодобывающие предприятия	
Р азмер	Крупные		
	Средние		
		Лукойл	Сургутнефтегаз
			ПАО «Газпромнефть»

По рисунку 5.1 можно сделать вывод, что основными наиболее перспективными сегментами нефтегазодобывающей отрасли являются предприятия всех размеров.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, проводится систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		проект	Кон-т 1	Кон-т 2	проект	Кон-т 1	Кон-т 2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Способствует росту производительности труда	0.05	5	4	5	0.5	0.4	0.5
2. Удобный в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.15	5	4	4	0.3	0.24	0.24
3. Коррозиестойчивый	0.1	4	4	3	0.2	0.2	0.15
4. Энергосберегающий	0.05	4	5	3	0.4	0.5	0.3
5. Надежный	0.1	5	4	4	0.5	0.4	0.4
6. Безопасный	0.1	4	4	4	0.4	0.4	0.4
7. Простота эксплуатации	0.1	4	4	5	0.24	0.24	0.3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.05	4	4	3	0.28	0.28	0.21
2. Уровень проникновения на рынок	0.04	1	4	4	0.06	0.24	0.24
3. Цена	0.06	4	1	3	0.4	0.1	0.3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.2	5	4	3	1	0.8	0.6
Итого	1	45	42	41	4.28	3.8	3.64

Оценка конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i$$

где

P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

По результатам оценки можно выделить следующие конкурентные преимущества модернизации УПН: рост производительности труда, повышенная надежность, длительный срок эксплуатации.

5.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 5.2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Бал-лы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное Значения (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценка качества разработки					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,03	65	100	0.65	0.0455
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.15	75	100	0.75	0.0975
3. Помехоустойчивость	0.12	50	100	0.5	0.015
4. Энергоэкономичность	0.05	70	100	0.7	0.07
5. Надежность	0.2	100	100	1	0.2
6. Уровень шума	0.04	40	100	0.4	0.016
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Продукт	0.03	70	100	0.7	0.021
8. Уровень проникновения на рынок	0.04	80	100	0.7	0.032
9. Цена	0.14	45	100	0.45	0.027
10. Предполагаемый срок эксплуатации	0.2	100	100		0.1
Итого:	1	695	100	6.95	0.624

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i$$

где

P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} - позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} - получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

$$P_{cp} = 62,4$$

Данное значение лежит в интервале от 60 до 79, следовательно, перспективность использования ОВП на объектах предприятий – выше среднего.

5.1.4 SWOT-анализ

Для получения четкой оценки проекта и его перспектив необходимо провести SWOT- анализ. SWOT - анализ - это определение сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз, исходящих из ближайшего окружения (внешней среды).

- Сильные стороны (Strengths) - преимущества проекта.
- Слабости (Weaknesses) - недостатки проекта.
- Возможности (Opportunities) - факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества проекту на рынке.
- Угрозы (Threats) - факторы, которые могут потенциально ухудшить положение проекта на рынке.

Применение SWOT-анализа позволит систематизировать всю имеющуюся информацию и, видя ясную картину, принимать взвешенные решения, касающиеся дальнейшего развития проекта.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		70

Таблица 5.3 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Экологичность технологии</p> <p>С2. Высокая экономичность и энергоэффективность технологии</p> <p>С2. Уменьшение затрат на эксплуатацию оборудования</p> <p>С3. Квалифицированный персонал</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Имеются альтернативы разработке</p> <p>Сл2. Крупные игроки на рынке</p> <p>Сл3. Крупная капиталоемкость проекта</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Сокращение расходов.</p> <p>В2. Качественное обслуживание потребителей</p> <p>В.3 Повышение пожарной безопасности</p> <p>В.4 В случае принятия рынком выход на большие объемы</p>	<p>1. Снижение риска возникновения разрушения объектов в результате пожара</p> <p>2. Экономия на антикоррозионной обработке</p>	<p>1. Принятие на работу квалифицированного специалиста.</p> <p>2. Переподготовка имеющихся специалистов</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства</p> <p>У2. Увеличение срока выхода на рынок при неудовлетворительных результатах испытаний</p> <p>У3.Повышение цен на материалы</p> <p>У4. Противодействие со стороны конкурентов: снижение цен, разработка новой продукции</p>	<p>1. Продвижение продукции с акцентированием на достоинствах</p> <p>2. Доработка конструкции</p> <p>3. Снижение цен за счет увеличения объемов</p>	<p>1. Повышение квалификации кадров</p> <p>2. Приобретение необходимого оборудования опытного испытания</p> <p>3. Выход из строя производственного оборудования</p>

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

При организации научно-исследовательской работы необходимо планировать занятость каждого участника и определить сроки выполнения этапов работ. При реализации проекта рассматриваются два исполнителя: руководитель (Р), исполнитель (И). Выделенные этапы представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Исполнитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Исполнитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Исполнитель
Теоретические и расчетные исследования	5	Поиск необходимых технических решений для повышения эффективности работы УПН	Исполнитель
	6	Проведение расчетов	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Исполнитель
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Исполнитель

5.2.2 Определение трудоемкости

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях выполняется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ОЖ}}{K_{ВН}} \cdot K$$

где $t_{ОЖ}$ – трудоемкость работы, чел/дн;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л 72
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ □ коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ □ коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К},$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{ВД} - T_{ПД}},$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 104$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 118} = 1.478,$$

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 66} = 1.22$$

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется две оценки: t_{min} и t_{max} (метод двух оценок).

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5},$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		73

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{T_{ожі}}{Чі},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн;

$T_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

$Чі$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot T_k,$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

T_k – коэффициент календарности.

Таблица 5.5 - Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Трудоемкость работ						Исполнители	T_{pi}	T_{ki}
	t_{mini}		t_{maxi}		$t_{ожі}$				
	И	Р	И	Р	И	Р		И+Р	И+Р
1	2	1	3	2	2,4	1,4	2	1,9	2,81
2	10	3	17	5	12,8	3,8	2	8,3	12,27
3	5	2	7	3	5,8	2,4	2	4,1	6,06
4	2	0	3	0	2,4	0	2	1,2	1,77
5	3	0	5	0	3,8	0	1	3,8	5,62
6	40	0	60	0	48	0	1	48	70,94
7	2	2	3	3	2,4	2,4	2	2,4	3,55
8	2	2	3	3	2,4	2,4	2	2,4	3,55
9	7	0	10	0	8,2	0	1	8,2	12,12
Итого:	73	10	111	16	88,2	12,4		80,3	118,68

На основании таблицы 5.6 построим диаграмму Ганта (таблица 11), представляющую из себя ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 5.6 – Календарный план – график проведения НИ по теме

Вид работ	Исполнители	Т _к , кал,дн.	Продолжительность выполнения работ														
			Янв.		Февр.			Март			Апрель			Май			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Изучение литературы, составление литературного обзора	Исполнитель, руководитель	34	■		■												
Расчет параметров работы УПН	Исполнитель	1 17						■									
Обсуждение полученных результатов	Исполнитель, руководитель	2 12									■						
Оформление выводов	Исполнитель, руководитель	3 10									■						
Оформление пояснительной записки	Исполнитель, руководитель	4 21												■			



-научный руководитель



-исполнитель

5.2.4 Бюджет научно-технического исследования

В состав бюджета выполнения работ по научно-технической работе включает вся себя стоимость всех расходов, необходимых для их выполнения. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- Материальные затраты
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		75

- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.3 Расчет затрат

5.3.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \blacksquare \cdot C_i + N_{рас\ xi},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{рас\ xi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы примем в размере 10% от стоимости материалов.

Для разработки проекта обработки поверхности шарового резервуара необходимы следующие материальные ресурсы: огнезащитное покрытие для обработки резервуара.

Таблица 5.7 - Материальные затраты

Наименование	Ед. измер	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Z _м), тыс.руб.		
		Исп. 1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
ОВП Pirilax+Krasula	литр	500	550	600	650000	730000	850000	650000	730000	850000
Итого:								650000	730000	850000

Расходы в виде бумаги, канцелярских принадлежностей будут далее включены в накладные расходы.

5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Для разработки проекта необходимы следующие специальное оборудование: компьютер в сборе.

Таблица 5.8 – Специальное оборудование

Наименование	Ед. измер.	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), тыс.руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Компьютер в сборе	шт	1	0	0	32000	0	0	32000	0	0
Итого:								32000	0	0

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Расходы на основную заработную плату определяются как произведение трудоемкости работ каждого исполнителя на среднедневную заработную плату.

Таблица 3.9 – Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего зарплата по тарифу, тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, исполнитель	2	3	2	2,55	5,1	7,65	5,1
2	Выбор темы исследований	Руководитель, исполнитель	13	15	14	2,55	33,15	38,25	35,7
3	Разработка и проектирование модернизации	Исполнитель	16	20	22	1,2	19,2	24	26,4
4	Обобщение и оценка результатов	Руководитель, исполнитель	22	22	22	2,55	56,1	56,1	56,1
5	Составление пояснительной записки	Исполнитель	13	12	13	2,55	33,15	30,6	33,15
Итого:							146,7	156,6	156,45

Настоящая статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_{\text{р}} \times Z_{\text{дн}}$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{45364,8 \cdot 10,4}{243} = 1941,5 \text{ руб,}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{18959 \cdot 11,2}{219} = 969,6 \text{ руб,}$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 5.10 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные - праздничные	66	118

Продолжение таблицы 5.10

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Потери рабочего времени: - отпуск - невыходы по болезни	56	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	219

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 24264 \cdot (1 + 0,2 + 0,3) \cdot 1,3 = 47314 \text{ руб,}$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,2 (т.е. 20% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

За основу оклада берется ставка работника ТПУ, согласно занимаемой должности. Из таблицы окладов для доцента (степень – кандидат наук) – 24264 руб., для ассистента (степень отсутствует) – 14584 руб.

Таблица 5.11 - Расчет основной заработной платы для исполнения 1

Исполнители	$Z_{тс}$, тыс. руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , тыс. руб.	$Z_{дн}$, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	$Z_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель	24264	0,2	0,3	1,3	45365	1941,5	10	21620,36
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	969,6	56	48259,78
Итого:								68880,15

Таблица 5.12 - Расчет основной заработной платы для исполнения 2

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	24264	0,2	0,3	1,3	45365	1941,5	12	22744,44
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	969,6	60	51706,91
Итого:								76451,35

Таблица 5.13 - Расчет основной заработной платы для исполнения 3

Исполнители	Зтс, тыс. руб.	кпр	кд	кр	Зм, тыс. руб.	Здн, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, тыс. руб.
Руководитель	24264	0,2	0,3	1,3	45365	1941,5	10	21620,36
Исполнитель	14584	0	0	1,3	18959	969,6	63	54292,25
Итого:								74912,62

5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15).

Таблица 5.14 - Дополнительная заработная плата

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исполнитель 1	Исполнитель 2	Исполнитель 3		Исполнитель 1	Исполнитель 2	Исполнитель 3
Руководитель	20620,36	24744,44	20620,36	0,15	3093,05	3711,67	3093,05
Исполнитель	48259,78	51706,91	54292,25		7238,97	7756,04	8143,84
Итого:					10332,02	11467,70	11236,89

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений по внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В 2021 г. в соответствии с Федеральным законом от 27.11.2017 № 361-ФЗ установлены следующие тарифы страховых взносов:

ПФР – 0.22 (22%), ФСС

РФ – 0.029 (2,9%),

ФФОМС – 0,051 (5,1%),

Взносы страхования от несчастных случаев (травматизм) – 0,2%.

следовательно, $k_{\text{внеб}} = 0,302$.

Таблица 5.15 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.			Отчисления во внебюджетные фонды		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	20620,4	24744,4	20620,4	3093,1	3711,7	3093,1	7161,4	8593,7	7161,4
Исполнитель	48259,8	51706,9	54292,3	7239,0	7756,0	8143,8	16760,6	17957,8	18855,7
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302								
Итого							23922,1	26551,6	26017,1

5.3.6 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы 16%.

$$Z_{\text{накл}} (1) = (650000 + 32000 + 20620,36 + 68880,1 + 10332,0 + 23922,1) \cdot 0,16 = 125621,48 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}} (2) = (730000 + 76451,4 + 11467,7 + 26551,6) \cdot 0,16 = 135115,3 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{накл}} (3) = (850000 + 74912,6 + 11236,9 + 26017,1) \cdot 0,16 = 153946,6 \text{ руб.}$$

5.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 17.

Таблица 5.16 - Бюджет затрат на НИР

Наименование статьи	Сумма, руб. (исполнение 1)	Сумма, руб. (исполнение 2)	Сумма, руб. (исполнение 2)
Материальные затраты	650 000,0	730 000,0	850 000,0
Специальное оборудование	32 000,0	0,0	0,0
Основная заработная плата	68 880,1	76 451,4	74 912,6
Дополнительная заработная плата	10 332,0	11 467,7	11 236,9
Страховые взносы	23 922,1	26 551,6	26 017,1
Прочие прямые расходы (лицензия на программное обеспечение Unisim Desing)	17 000,0	17 000,0	17 000,0
Накладные расходы	125 621,5	135 115,3	153 946,7
Итого:	927 755,7	996 585,9	1 133 113,3

Бюджет затрат НТИ по первому варианту составил 927755,7 рублей, что ниже затрат по второму и третьему варианту. Наибольшие затраты приходятся на приобретение ОВП для обработки поверхности шарового резервуара.

5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-ого варианта исполнения имеем:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{927\,755,7}{1\,133\,113,3} = 0.82$$

Для 2-ого варианта исполнения имеем:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{996\,585,9}{1\,133\,113,3} = 0.88,$$

Для 3-ого варианта исполнения имеем:

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		84

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{1\ 133\ 113,3}{1\ 133\ 113,3} = 1.$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 5.17 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности производителя труда	0.2	5	4	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.2	4	3	2
3. Коррозиестойчивость	0.1	5	3	3
4. Энергосбережение	0.2	4	3	3
5. Надежность	0.1	4	4	4
6. Материалоемкость	0.2	4	4	4
ИТОГО:	1	26	21	19

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p - \text{исп1} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 4,3.$$

$$I_p - \text{исп2} = 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 3,5.$$

$$I_p - \text{исп3} = 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 = 3,1.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп}i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.проект}} = \frac{I_{\text{тек.проект}}}{I_{\text{ф}}^p} = \frac{4,3}{0,82} = 5.25,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{I_{p-\text{исп1}}}{I_{\text{ф}}^{a1}} = \frac{3,5}{0.88} = 3.98,$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{I_{p-\text{исп2}}}{I_{\text{ф}}^{a2}} = \frac{3.1}{1} = 3.1.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}_i}$)

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^{\text{тек.проект}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{5.25}{3.1} = 1.69,$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^{\text{тек.проект}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп2}}} = \frac{3.98}{3.1} = 1.28$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^{\text{тек.проект}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп3}}} = \frac{3.1}{3.1} = 1.$$

Таблица 5.18 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.82	0.88	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.3	3.5	3.1
3	Интегральный показатель эффективности	5.25	3.98	3.1
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1.69	1.28	1

В ходе выполнения данной части выпускной квалификационной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ. Также был посчитан бюджет НТИ.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Введение

Ежегодно требования по безопасности и повышению противопожарной безопасности резервуарных парков и газонефтепроводов повышаются. В процессе эксплуатации резервуаров и трубопроводов для нефти, газа и нефтепродуктов их конструкция и транспортируемая (храняемая) среда может подвергнуться воздействию экстремальных температур, вследствие пожаров. Данный фактор приводит к деформации стенок и дальнейшей их разгерметизации, что приводит к крупным материальным потерям и несчастным случаям.

В данной работе рассматривается применение современных методов нанесения вспучивающихся огнезащитных покрытий для надежной эксплуатации шарового резервуара для хранения сжиженного углеводородного газа и сжиженного природного газа.

После рассмотрения существующих вспучивающихся огнезащитных покрытий, делается вывод об экономической целесообразности их использования.

Резервуар рассматривается, как опасный производственный объект, анализ причин возникновения опасных и вредных производственных факторов, а так же чрезвычайных ситуаций.

6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с ФЗ №116 «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах» предприятие обязуется страховать сооружение,

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Уктамжонов М.М			3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Цимбалюк А.Ф					87	102
<i>Рук-ль ООП</i>		Брцсник О.В .				ОНД гр.3-2Б6А		

персонал и оборудование на случай чрезвычайных ситуаций. В случае невыполнение обязательств по обеспечению безопасности производственного объекта и его персонала берет на себя полную ответственность по компенсации последствий, возникших при аварии.

Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Проведение работ по применению ОВП для РВС является работой повышенной опасности.

Проведение работ в местах с повышенной производственной опасностью осуществляется только при наличии наряда допуска.

К данным работам допускаются только лица старше 18 лет, прошедшие обучение методам и приемам проведения работ.

Работодатель обязуется обеспечить страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

В зависимости от условий работы персонал должен быть обеспечен необходимыми средствами защиты.

Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Размеры рабочего места и его размещение не должны препятствовать проведению работ по техническому диагностированию и затруднять движение работающего.

Всякий производственный объект, где обслуживающий персонал находится постоянно, необходимо оборудовать круглосуточной телефонной (радиотелефонной) связью с диспетчерским пунктом или руководством участка, цеха, организации.

Размеры рабочего места и размещение его элементов должны обеспечивать выполнение рабочих операций в удобных рабочих позах и не затруднять движений работающего.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		88

6.3 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ по нанесению ОВП на РВС в таблице 6.1

Таблице 6.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работы	Нормативные документы
	Ремонтно-восстановительные работы при диагностировании РВС	
1. Высокая загазованность воздушной среды	+	ГОСТ 12.1.005-88 ГН 2.2.5.3532-18
2. Превышение уровней шума	+	ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ[32] ГОСТ12.1.003 2014
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	ГОСТ 12.1.046- 85
4. Превышение уровней вибрации	+	ГОСТ 12.1.012-90 СБТ
5. Электрический ток	+	ГОСТ ИЕС 61140-2012
6. Взрывоопасность и пожароопасность	+	ГОСТ 12.1.010-76 ГОСТ 12.1.004-91
7. Трубопроводы и оборудование под давлением	+	ПБ 03-576-2003 32. РД 03-29-93

6.4 Анализ вредных и опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Рассмотрим опасные и вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении нанесения ОВП резервуара шарового, а также рассмотрим нормативные

значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

Загазованность воздушной среды

В результате испарения углеводородов в окружающем воздухе может возникнуть опасное содержание паров нефти.

Контроль воздушной среды должен проводиться: - с периодичностью 1 раз в 30 мин; - по первому требованию ответственного лица за проведение работ; - по первому требованию исполнителей работ по наряду-допуску; - после перерыва в работе 1 час. Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализаторов АНТ-3, АНТ-3м, Колион-1. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Предельно допустимая концентрация пыли, как вещества умеренно опасного, в воздухе рабочей зоны составляет 1,1-10 мг/м³, для нефти ПДК равно 300 мг/м³. Нефть по санитарным нормам относится к 4-му классу опасности (малоопасные вредные вещества со значением ПДК в пересчете на углерод) – 300 мг/м³. При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами. При работе с вредными веществами 4-го классов опасности (нефть, бензин, дизельное топливо, этиловый спирт, керосин и т.д.) должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование СИЗ.

Превышение уровней шума

Источниками шума являются звуки, вызванные в результате производственной деятельностью компрессоры, автомобилями, технологическим транспортом, привлеченными для необходимых работ для нанесения ОВП. Действие шума на человека определяется влиянием на

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						90
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему.

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА. К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся:

- совершенствование технологии ремонта и своевременное обслуживание оборудования;

- использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи); средств звукопоглощения. Также необходимо использовать рациональные режимы труда и отдыха работников. В качестве СИЗ Государственным стандартом предусмотрены заглушки-вкладыши (многократного или однократного пользования, вкладыши "Беруши" и др.), заглушающая способность которых составляет 6-В случаях более высокого превышения уровней шума следует использовать наушники, надеваемые на ушную раковину. Наушники могут быть независимыми либо встроенными в головной убор или в другое защитное устройство.

Вывод: условия труда по шумовому фактору соответствует допустимому (СанПиН 2.2.4.3359-16), согласно проведенной СОУТ.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для резервуарных парков необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность в темное время суток должна быть не менее 20 лк независимо от применяемых источников света. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов.

Вывод: условия труда по световому фактору соответствует допустимому (СанПиН 2.2.4.3359-16), согласно проведенной СОУТ.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л 91
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

Превышение уровней вибрации

Для санитарного нормирования и контроля используются средние квадратические значения виброускорения или виброскорости, а также их логарифмические уровни в децибелах. Для первой категории общей вибрации, по санитарным нормам скорректированное по частоте значение виброускорения составляет 62 дБ, а для виброскорости – 116дБ. Наиболее опасной для человека является вибрация с частотой 6-9 Гц.

Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены: применением вибробезопасного оборудования и инструмента; применением средств виброзащиты, снижающих воздействие на работающих вибрации на путях ее распространения от источника возбуждения; – организационно-техническими мероприятиями (поддержание в условиях эксплуатации технического состояния машин и механизмов на уровне, предусмотренном НТД на них; введение режимов труда, регулирующих продолжительность воздействия вибрации на работающих; вывод работников из мест с превышением ДУ по вибрации).

Электрический ток

Класс опасности по ПУЭ при проведении работ по реконструкции внутри резервуара В-1Г, категория опасности А. Зоны класса В-Іг - пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ, надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами, эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.

Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-Іг считается в пределах до: - 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами, при наличии обвалования - в пределах всей площади внутри обвалования.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						92
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

Используемое оборудование при проведении работ по реконструкции должно быть взрывозащищенное, выполненное для работы во взрывоопасной смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом. Допустимый уровень взрывозащиты переносных электрических светильников, для класса взрывоопасной зоны В-1Г, должен быть

повышенной надежности против взрыва. Для защиты от поражения электрическим током необходимо использовать следующие средства индивидуальной защиты ПУЭ 7 издание (приказ минэнерго России от 08.07.2002г. № 204): диэлектрические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки. Для защиты от электрической дуги и металлических искр при сварке необходимо использовать: защитные костюмы, защитные каски или очки и т.п.

Взрывоопасность и пожароопасность

Резервуары выполняют важную функцию по приему, хранению и выдаче нефтепродуктов являются объектами повышенной опасности. Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров существенное влияние оказывают физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуаров, технологические режимы эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Взрыв в резервуаре приводит к подрыву (редко к срыву) крыши с последующим горением на всей поверхности горючей жидкости. При эксплуатации резервуаров должны соблюдаться требования пожарной безопасности, установленные «Правилами пожарной безопасности в РФ», «Правилами пожарной безопасности при эксплуатации предприятий нефтепродуктообеспечения».

Причинами возникновения пожара на объектах эксплуатации резервуаров являются:

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		93

- В большинстве случаев пожар начинается со взрыва газо-воздушной смеси;
- Несоблюдение правил пожарной безопасности и неосторожное обращение со сгнем;
- Неправильная эксплуатация и неисправность оборудования;
- Возникновение статического электричества;
- Климатические и метеорологические условия.

Тушение пожара и ограничение его распространения достигается системой пожаротушения. Особым соблюдением правил по безопасности требуют работы, связанные с появлением источников зажигания. К ним в первую очередь относятся огневые работы. Необходимо, при проведении сварочных работ, исключить возможность взрыва газо-воздушной смеси, попадания нефти на сварочные агрегаты. Меры защиты: установка пожарных сигнализаций, автоматизированная система пожаротушения в резервуарном парке, средства индивидуальной защиты. Средства пожаротушения ПЩ (комплектность – покрывало для изоляции очага возгорания, ящик с песком, ведро, штыковая лопата, совковая лопата, багор, лом, ОП-10), количество ПЩ – 3 шт.

Трубопроводы и оборудование под давлением

При несоблюдении правил безопасности при изготовлении, монтаже и эксплуатации оборудование работающее под высоким давлением обладает повышенной опасностью. Причинами разрушения или разгерметизации систем повышенного давления могут быть: внешние механические воздействия, старение систем (снижение механической прочности); нарушение технологического режима; конструкторские ошибки; изменение состояния герметизируемой среды; неисправности в контрольно-измерительных, регулирующих и предохранительных устройствах; ошибки обслуживающего персонала и т. д.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		94

Сосуды, работающие под давлением, проектируют и изготавливают только специализированные проектные организации и заводы изготовители.

Общим требованием к конструкции сосуда является надежность обеспечения безопасности при эксплуатации и возможности осмотра и ремонта. Специальные требования предъявляются к сварным швам. Они должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации, располагаться вне опор сосудов. Сварные швы делаются только стыковыми. Сосуды, работающие под давлением, снабжаются следующими приборами: указателями уровня жидкости, обязательными для

сосудов, обогреваемых пламенем или горючими газами; запорной арматурой, устанавливаемой на трубопроводах, подводящих и отводящих из сосуда пар, газ или жидкость; приборами для измерения давления и температуры; предохранительными устройствами. Каждый сосуд, работающий под давлением, снабжается манометром. Предохранительные устройства (пружинные, рычажно-грузовые клапаны или разрывные мембраны) сосудов должны исключать возможность превышения рабочего давления.

Требования к персоналу по эксплуатации сосудов, работающих под давлением:

Руководитель организации-владельца сосудов назначает ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию этих сосудов. Ответственность за исправное состояние и безопасную эксплуатацию сосудов должна быть возложена на специалиста, которому подчинен персонал, обслуживающий сосуды (начальник компрессорной, начальник участка, старший мастер участка и т. д.).

6.5 Экологическая безопасность

Безопасность окружающей среды при эксплуатации РВС должна обеспечиваться отсутствием неконтролируемых утечек нефти. В процессе

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		95

налива, хранения и опорожнения резервуара должны быть исключены негативные воздействия на окружающую среду.

Защита атмосферы

При хранении нефтепродуктов в резервуаре образовывается газоз-воздушная смесь, которая через дыхательные клапаны выходит в атмосферу, это называется «большие дыхания» резервуара. Уменьшение газового пространства, это один из наиболее эффективных методов борьбы с потерями от испарения и выбросом в окружающую среду.

Немаловажным фактором является в целом состояние резервуара. Наличие коррозии и различных видов дефектов также приводит к большим потерям и выбросам. Резервуары и прилегающую территорию содержат в чистоте, и оборудуют средствами пожаротушения и молниеотводами.

Защита гидросферы

Значительное отрицательное воздействие на гидросферу оказывают разливы нефти, которые могут быть связаны с несоблюдением норм технической безопасности, а также в связи со стихийными бедствиями.

При попадании нефти в водоемы на поверхности воды образуется пленка, препятствующая воздушному обмену, вследствие чего приносит значительный ущерб живущим организмам. Основным методом считается механический. Большая эффективность этого метода достигается в начале разлива, когда толщина нефтяного слоя остается большой. Термический метод основан на выжигании слоя нефти.

Физико-химический использование диспергентов и сорбентов. Сорбенты при соприкосновении с нефтью впитывают её, образуя комья до максимума насыщенного нефтью. Биологический применяется после физико-химического и механического метода, когда толщина слоя не менее 0,1 мм. В основе лежит окисление углеводорода или биохимических препаратов.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л 96
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

Защита литосферы

Загрязнение почв нефтью приводит к значительному экологическому и экономическому ущербу: понижается продуктивность лесных ресурсов, ухудшается санитарное состояние окружающей среды. Земельные участки, отведенные в постоянное пользование, благоустраиваются с использованием предварительно снятого почвенно-растительного слоя. Земли, передаваемые во временное пользование, подлежат восстановлению (рекультивации). Земельные участки приводятся в пригодное для использования по назначению состояние в ходе работ, а при невозможности этого не позднее, чем в течение года после завершения работ.

Строительные работы в связи с требованиями лесного хозяйства обязаны:

- обеспечить минимальное повреждение почв, травянистой и моховой растительности;
- произвести очистку лесосек и ликвидировать порубочные остатки;
- не допускать повреждения корневых систем и стволов опушечных деревьев.

6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В рабочей зоне специалиста по нанесению ОВП могут возникнуть чрезвычайные ситуации как природного, так и техногенного характера.

Чрезвычайными ситуациями природного характера могут являться лесные пожары, наводнения или землетрясения.

Одним из наиболее вероятных видов чрезвычайных ситуаций является пожар или взрыв на рабочем месте. Содержание в воздухе метана более чем 4,4 % в смеси с воздухом может привести к взрыву.

Для обеспечения безопасности воздух в месте проведения работ проверяется при помощи газоанализатора.

Замеры производятся в разных точках с периодичностью не реже 1 раза в 30 минут.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		97

Для организации работ по локализации аварий, инцидентов и ликвидации их последствий разрабатывают и утверждают план ликвидации аварий, издают приказы на проведение аварийно-восстановительных работ.

Резервуары входят в состав опасных производственных объектов и подлежат регистрации в государственном реестре в соответствии с Федеральным законом РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Вывод:

В блоке социальной ответственности были рассмотрены такие важные вопросы как промышленная безопасность и охрана труда.

Анализ, проведенный в данном разделе, показал, что проведение работ по нанесению ОВП на шаровой резервуар и трубопроводы является типом деятельности, при которой возникает ряд вредных и опасных факторов. Резервуар шаровой является опасным производственным объектом, принадлежащим ко 2 классу опасности способным нанести ущерб, как человеку, так и природе, вследствие чего рабочий проводящий процедуру нанесения ОВП обязан использовать средства индивидуальной защиты и быть социально застрахованным.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						98
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важнейшим элементом системы пожарной безопасности зданий и сооружений является огнезащита строительных конструкций. Она должна обеспечивать повышение огнестойкости конструкций до необходимого уровня, снижение их пожарной опасности, предотвращение развития и распространения пламени. Выполнение этих требований снижает вероятность гибели людей и материальные потери от пожаров. Одним из наиболее эффективных и доступных способов придания огнестойкости различным материалам служит окраска их огнезащитными ЛКМ.

Одним из эффективных путей устранения отмеченного недостатка является нанесение на металлоконструкции ОВП. Эти покрытия широко используются в строительной индустрии и являются современными средствами, повышающими предел огнестойкости различных изделий и конструкций и характеризующимися высокими эксплуатационными свойствами при относительно умеренной стоимости

В результате ВКР был выполнен литературный обзор огнезащитных вспучивающихся композиций (технические характеристики, свойства, условия применения, технология нанесения ОВК).

Рассмотрены конструкции и методы монтажа резервуаров шаровых. Выполнен прочностной расчет резервуара шарового. Расчетная толщина стенки составляет 12 мм.

Выполнены расчеты на прочность и устойчивость резервуара шарового. Все требования прочности и устойчивости выполнены.

Рассмотрены варианты применения количества ОВР для резервуара 1000 м³. Для нанесения огнезащитного покрытия рассматривались два состава: RE-FLAME ОГНЕЗА – УМ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
Разраб.		Уктамжонов М.М			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Цимбалюк А.Ф				99	102
Рук-ль ООП		Брисник О.В .			ОНД гр.3-2Б6А		
					ЗАКЛЮЧЕНИЕ		

Были рассчитаны расходы огнезащитного состава на каждый вариант. В итоге потребовалось:

RE-FLAME 621,9 кг стоимостью 358846,7 руб

ОГНЕЗА – УМ 385,8 кг стоимостью 135031,8 рублей.

Наилучшим вариантом оказался второй, так как он экономичнее.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
						100
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа: учебное пособие для вузов, Ростов-на Дону: Феникс. -2006. -128 с.
2. Иванов А.В. и др. Исследование эксплуатационных характеристик наномодифицированных огнезащитных вспучивающихся композиций в условиях углеводородного пожара на объектах транспортировки нефтепродуктов Журнал Пожаровзрывобезопасность 2017 том 26 № 10
3. Огнезащитные краски. [Электронный ресурс]. Официальный сайт Кисти в руки. Режим доступа: <http://www.kistivruki.ru/materialy/kraski/ognezashitnye> (дата обращения 15.06.2021).
4. Применение огнезащитных вспенивающихся составов в комбинированных конструктивных покрытиях на основе теплоизолирующих полотен. [Электронный ресурс]. Официальный сайт ОГНЕПОРТАЛ. Режим доступа: [Применение огнезащитных вспенивающихся составов в комбинированных конструктивных покрытиях на основе теплоизолирующих полотен - Огнепортал \(ogneportal.ru\)](http://ogneportal.ru/primeneniye-ognezashitnykh-vspenivayushchiesya-sostavov-v-kombinirovannykh-konstruktivnykh-pokrytiyakh-na-osnove-teploizoliruyushchikh-polotenykh) (дата обращения 15.06.2021).
5. Виды огнезащиты. [Электронный ресурс]. Официальный сайт ГЕРМОИЗОЛ. Режим доступа: <https://germoizol.ru/articles/vspuchivayushchiesya-ognezashchitnyye-pokrytiya/>(дата обращения 15.06.2021).
6. Павлович А.В. Огнезащитные вспучивающиеся покрытия. Журнал лакокрасочная промышленность, 2012, № 5, с. 22-27
7. НПБ 236–97 «Огнезащитные составы для стальных конструкций. Метод определения огнезащитной эффективности»;
8. Машляковский Л.Н., Лыков А.Д., Репкин Ю.В. Органические покрытия пониженной горючести. Л.: Химия, 1989 184 с.

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Уктамжонов М.М</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Цимбалюк А.Ф</i>				101	102
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брисник О.В .</i>			ОНД гр.3-2Б6А		
					СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ		

9. Машляковский Л.Н., Лыков А.Д., Алескеров М.М. ЛКМ. 1992 № 6 С. 45–51.

10. Огнезащитная вспучивающаяся краска Ammerhain. [Электронный ресурс]. Официальный сайт СПЕЦКРАСКИ [Электронный ресурс]. Режим доступа; [СПЕЦКРАСКИ — Огнезащитная вспучивающаяся краска Ammerheim \(spec-kraski.ru\)](http://spec-kraski.ru) (дата обращения 15.06.2021).

11. Абдурахманов Ф.Х. и др. Эффективность применения вспучивающегося огнезащитного покрытия в теплозащитной системе. Журнал «Вестник концерна ВКО «Алмаз-Антей», 2020. - №4.

12. Еремина Т. Ю., Гравит М. В., Дмитриева Ю. Н. «Назначение огнезащитных вспучивающиеся композиций на основе эпоксидных смолы преимущества их использования» // *Пожаровзрывобезопасность. 2012. № 8. С. 42-45.*

13. АО «Транснефть – Западная Сибирь» [Электронный ресурс]. Официальный сайт ТРАНСНЕФТЬ. Режим доступа: [Деятельность \(transneft.ru\)](http://transneft.ru) (дата обращения 15.06.2021).

14. Описание РВС-1000 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Резервуары РВС 1000 м3 — цена на производство вертикальных емкостей 1000 куб.м \(nhstroj.ru\)](http://nhstroj.ru) (дата обращения 15.06.2021).

15. Огнезащитная краска [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Огнезащитная краска — Купить в Санкт-Петербурге на Flagma.ru #8374487](http://flagma.ru) (дата обращения 15.06.2021).

					Применение вспучивающихся огнезащитных покрытий при транспортировке и хранении нефтепродуктов	Лист/Л
Изм.И	Лист/Л	№ докум.№	ПодписьП	Дата		102