

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти

УДК 622.692.23.004.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Бокова Алёна Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ТХНГ	Радюк К.Н.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПР	Романюк В.Б.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Грязнова Е.Н.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И. о. Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Бурков П.В.	Д.Т.Н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 Нефтегазовое дело
Кафедра транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) _____ (Бурков П.В.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2БЗБ	Бокова Алёна Александровна

Тема работы:

Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№2819/с от 19.04.2017
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.06.2017
--	------------

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>	Объектом исследования является резервуар вертикальный стальной типа РВС объемом 20000м ³ , в котором хранится нефть плотностью 850 кг/м ³ . Провести расчет стенки резервуара на прочность; согласно нормативной документации; экономический анализ стоимости очистки с использованием мобильных комплексов МКО-1000 и МЕГАМАКС.

<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>Аналитический обзор литературы по методам очистки резервуаров от отложений нефтяных осадков; сравнительный анализ отечественных и зарубежных мобильных комплексов очистки резервуаров от остатков нефтепродуктов с целью выявления достоинств и недостатков каждого; обоснование выбора наиболее выгодного с экономической точки зрения мобильного комплекса.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Нет</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Обзор литературы</p>	<p>Ассистент кафедры ТХНГ Радюк К.Н.</p>
<p>Расчетная часть</p>	<p>Ассистент кафедры ТХНГ Радюк К.Н.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент кафедры ЭПР, к.э.н. Романюк В.Б.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Инженер, к.т.н. Грязнова Е.Н.</p>
<p>Заключение</p>	<p>Ассистент кафедры ТХНГ Радюк К.Н.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>На русском языке: реферат, обзор литературы, расчетная часть, Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, Социальная ответственность, Заключение.</p>	
<p>На английском языке: реферат.</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>19.04.2017</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Радюк К.Н.			19.04.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Бокова Алёна Александровна		19.04.2017

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

Студенту:

Группа	ФИО
2БЗБ	Боковой Алёне Александровне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ТХНГ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

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

1 Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ по очистке резервуара РВС объемом 5000 м ³ со стационарной крышей от остатков нефтепродуктов с применением мобильных комплексов МКО-1000 и МегаМАКС.
2 Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3 Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники, а именно комплекса МегаМАКС и технологии выполнения работ с применением данного оборудования, сравнительный анализ эффективности применения комплекса МегаМАКС по сравнению с комплексом МКО-1000.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	График выполнения работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности внедрения новой техники

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Организационная структура управления
2. Линейный календарный график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романюк В.Б.	к.э.н.		03.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Бокова Алёна Александровна		03.03.2017

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БЗБ	Боковой Алёне Александровне

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ТХНГ
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются способы удаления твердых отложений из резервуаров вертикальных стальных типа РВС, предназначенных для хранения приема, накопления, хранения и выдачи жидкостных и смазочных материалов, прежде всего нефтепродуктов и воды.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1.Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты; - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты). 	<p>1.Производственная безопасность</p> <p>1.1. Проанализировать вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - превышение уровня шума при работе устройств и комплексов по очистке; - воздействие климатических условий; - повышенная влажность и загазованность воздуха рабочей зоны при нахождении работника внутри резервуара; - недостаточная освещенность рабочей зоны внутри резервуара и при работе в темное время суток. - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты; <p>1.2. Проанализировать опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные); - повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования и материалов; - взрывоопасность; - пожароопасность; - поражение электрическим током.
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД 	<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.

по охране окружающей среды.	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> - специальные правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Грязнова Е.Н	к.т.н.		03.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БЗБ	Бокова Алёна Александровна		03.03.2017

Реферат

Выпускная квалификационная работа 99 с., 12 рисунков, 17 таблиц, 75 источников.

Перечень ключевых слов: резервуар, нефтяные донные осадки, нефтешламы, технология, очистка, мобильный комплекс.

Объектом исследования являются современные способы удаления твёрдых отложений из нефтяных резервуаров посредством мобильных комплексов.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в анализе технологических процессов очистки нефтяных резервуаров с применением различных мобильных комплексов и выборе наиболее эффективного и экономичного, а также определение возможных способов повышения его эффективности.

В работе рассмотрены состав и свойства нефти, хранение нефти в резервуарах, устройство и виды резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, способы очистки нефтяных резервуаров.

В работе выполнен расчет стенки резервуара на прочность, который включает в себя проверочный расчет прочности и устойчивости стенки резервуара, расчет на остаточную прочность стенки, а также проведена оценка ресурса стенки резервуара.

В разделе финансового менеджмента проведен сравнительный анализ затрат на проведение очистки резервуара с применением зарубежного комплекса МегаМАКС и российского комплекса МКО-1000. Расчет показал, что применение зарубежного комплекса не только позволяет более качественно проводить очистку резервуара и сепарацию извлекаемого из него нефтепродукта, но и сократить затраты на очистку.

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.				Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Радюк К.Н.					8	99
Консульт.					Реферат			
Н.Контр.					НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ			
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						

Essay

Final qualifying work with 99 pages, 12 drawings, 17 tables, 75 resources.

Keywords: reservoir, oil bottom sediments, oil sludge, technology, cleaning, mobile complex.

The object of the study are modern methods of removing solid deposits from oil reservoirs through mobile complexes.

The purpose of the final qualification work is to analyze the technological processes of cleaning oil reservoirs using various mobile complexes and to choose the most efficient and economical one, as well as to identify possible ways to improve its efficiency.

The paper reviews the composition and properties of oil, the storage of oil in tanks, the structure and types of storage tanks for oil and petroleum products, and methods for cleaning oil reservoirs.

The calculation of the wall of the reservoir for strength is carried out in the work, which includes the verification calculation of the strength and calculation of the stability of the reservoir wall, calculation of the residual strength of the wall, and also the evaluation of the resource of the wall of the reservoir.

In the section of financial management, a comparative analysis of the cost of tank cleaning with the use of the foreign complex MegaMACS and the Russian MCO-1000 complex was carried out. The calculation showed that the use of the foreign complex not only allows for better cleaning of the reservoir and separation of the oil product recovered from it, but also reduces the cost of cleaning.

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Радюк К.Н.					9	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						

Сокращения

РВС – резервуар вертикальный стальной;

УРДО – устройство размыва донных отложений;

АСПО – асфальтосмолопарафиновые отложения;

ТМС – техническое моющее средство;

УВС – углеводородное сырье;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

УЗО – устройство защитного отключения;

ПДВК – предельно допустимая взрывобезопасная концентрация;

ПДВ – предельно допустимый выброс;

НПС – нефтеперекачивающая станция.

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Бокова А.А.				Сокращения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Радюк К.Н.						10	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.	Бурков П.В.							

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Нефтешлам: это смесь, состоящая из нефтепродуктов, механических примесей и воды.

Дезэмульгатор: реагент, разрушающий эмульсию, образованную водой и нефтью.

Флокулянт: вещество, вызывающее отделение мелкодисперсных частиц от жидкости, в которой они растворены.

Дешламация: процесс удаления нефтяного осадка (шлама) из резервуара.

Декантатор: устройство для механического отделения твердой фазы суспензии от жидкой сливанием раствора с осадка.

Скиммер: устройство, позволяющее удалять водно-нефтяную фракцию с взвешенными твердыми частицами.

Толщинометрия: метод исследования толщины и целостности материалов.

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.			Термины и определения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Радюк К.Н.					11	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						

Введение.....	13
1. Обзор современных методов очистки резервуаров.....	15
2. Образование твердых отложений при хранении нефти в резервуарах.....	21
2.1 Хранение нефти в резервуарах.....	21
2.2 Устройство нефтяного резервуара.....	24
2.3 Состав и свойства нефти.....	27
2.4 Твердые отложения.....	31
3. Способы очистки емкостей от остатков нефти и нефтепродуктов.....	32
3.1 Ручной метод.....	32
3.2 Механический (механизированный) метод.....	33
3.3 Биологический метод.....	34
3.4 Акустический метод.....	35
3.5 Тепловой метод.....	35
3.6 Химический метод.....	36
3.7 Механизированный метод с применением моющих средств.....	36
3.8 Очистка с применением специализированных комплексов.....	38
3.8.1 Мобильный комплекс МКО-1000.....	39
3.8.2 Система Vlabo	40
3.8.3 Комплекс МегаМАКС.....	41
3.8.4 Комплекс Техноспас.....	43
3.8.5 Комплекс КОР-1М.....	43
4. Повышение эффективности очистки резервуаров.....	45
4.1 Эффективность современных мобильных комплексов.....	45
4.2 Способы повышения эффективности очистки.....	46
5. Расчетная часть.....	49
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	58
7. Социальная ответственность.....	68
Заключение.....	92
Список литературы.....	94

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.			Содержание	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Радюк К.Н.					12	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						

Введение

Наиболее важной задачей при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах является обеспечение его надежной эксплуатации на протяжении всего срока службы. В связи с этим, необходимо обязательно контролировать техническое состояние и своевременно проводить зачистку нефтяных резервуаров. Вовремя проведенная зачистка резервуаров от остатков нефтепродуктов, влаги, механических примесей и высоковязких смолистых осадков, обеспечивает бесперебойную работу всего комплекса по транспорту и хранению нефти и нефтепродуктов.

Стоит также отметить, что качество нефтепродуктов, хранимых в резервуаре, напрямую зависит от технического состояния резервуара и от того, насколько тщательно проведена зачистка его перед поступлением в него нового вида продукта.

Зачистка резервуаров от остатков нефтепродуктов проводится в соответствии с РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз» и РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 м³». Данные документы регламентируют порядок выполнения работы по зачистке резервуаров с соблюдением требований охраны труда, пожарной и экологической безопасности.

Проведение очистки необходимо не только для дальнейшей надежной и бесперебойной эксплуатации резервуара, но и для сохранения его целостности. Содержание в нефтяном осадке воды, которая в свою очередь содержит в себе такие компоненты как сероводород, кислород, углекислый газ и сульфатвосстанавливающие бактерии, приводит к возникновению и развитию коррозии металла днища и нижних поясов резервуара [1].

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Радюк К.Н.					13	99
Консульт.								
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						
						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		

Таким образом, наличие отложений в резервуаре приводит к ускоренной потере металла и является основной проблемой при хранении нефти в резервуарах.

В настоящее время существует большое количество различных методов и оборудования, благодаря которому обеспечивается зачистка нефтяных резервуаров различной вместимостью.

Актуальность данной работы обоснована необходимостью усовершенствования способов очистки с целью сокращения затрат, трудоемкости и повышения качества очистки как самого резервуара, так и извлекаемых из него остатков углеводородов.

Целью данной работы является анализ эффективности современных способов очистки резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

В данной работе поставлены следующие задачи:

- изучение процесса хранения нефти в резервуарах;
- систематизация современных способов очистки резервуаров;
- определение наиболее эффективного способа очистки;
- определение возможных способов повышения эффективности очистки резервуаров.

					Введение	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Обзор современных методов очистки резервуаров

Очистка резервуаров – это одна из основных проблем, возникающих при эксплуатации резервуаров.

В стальных вертикальных резервуарах для хранения нефти в результате длительной эксплуатации на дне возникает осадок, который сокращает полезную емкость и затрудняет эксплуатацию резервуаров. Оценка объемов осадка затруднена, поскольку его распределение по площади днища неравномерно: чем дальше от приемо-раздаточных патрубков, тем осадок толще. С течением времени происходит уплотнение осадка, что существенно затрудняет его вымывание. Кроме этого, из-за трудности в очистке резервуаров степень поражения днища коррозией в большинстве случаев остается не выявленной и становится известной только после прорыва днища [2]. Поэтому, чтобы этого не произошло, необходимо своевременно проводить очистку резервуаров.

Согласно ГОСТ 1510-84 «Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение» [3] резервуары вертикальные стальные для хранения нефти загрязнены такими осадками как пиррофорные отложения, высоковязкие осадки, и очищаются по мере необходимости, а также в случае диагностики резервуара.

Существует три основных способа очистки резервуаров: ручной, механический (механизированный) и механический с применением моющих средств.

Ручной способ очистки резервуаров заключается в удалении твердых остатков и последующем пропаривании горячей водой около 40°C под давлением около 0,25МПа. Откачивание промывочной воды осуществляют специальным насосом.

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Бокова А.А.				Обзор современных методов очистки резервуаров	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Радюк К.Н.						15	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.	Бурков П.В.							

Суть механизированного способа заключается в использовании специальных моечных машинок – гидромониторов для нагнетания горячей или холодной воды для очистки резервуара.

Преимущество данного метода заключается в небольшом времени очистки, уменьшенном времени простоя резервуара, уменьшении объема вредных для здоровья человека операций, снижении стоимости процесса очистки резервуара.

Недостатками данного способа являются относительно большой расход теплоты для подогрева воды, необходимость в откачке загрязненной воды из резервуара, а так же большие потери легких фракций, которые входят в состав нефтеосадка.

Для повышения качества и интенсивности очистки резервуаров применяют химико-механизированный способ, заключающийся в использовании моющих веществ. Ручной труд в этом способе практически не используется.

В работе [4] проведен анализ существующих методов очистки резервуаров. Авторы привели сравнение ручной очистки резервуаров, установки МКО-1000 отечественной компании «Чистый Мир М», а также зарубежной компанией Комплекс МегаМАКС производства компании «КМТ Интернешнл». Были выявлены достоинства и недостатки каждого из методов и установок. На основании проанализированных данных авторы работы [4] предложили свой вариант установки, направленный на повышение эффективности очистки стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти, лишенный недостатков вышеописанных систем.

Для повышения эффективности очистки стальных вертикальных резервуаров используют различные устройства и технологические схемы.

На практике наиболее распространены электромеханические мешалки с применением гидравлического метода удаления и предотвращения образования донных отложений в резервуарах РВС.

					Обзор современных методов очистки резервуаров	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В работе [5] описаны недостатки существующих наиболее распространенных электромеханических мешалок при использовании гидравлического метода удаления и предотвращения образования донных отложений в резервуарах с нефтью и нефтепродуктами. В данной работе авторы пришли к выводу, что проведение очистки с применением нефтепродукта, находящегося в резервуаре, без применения дополнительных устройств, потребляющее дополнительную электроэнергию, позволяет снизить общую энергоемкость процесса размыва отложений.

В продолжение исследования теми же авторами в работе [6] с целью повышения эффективности, надежности и снижения энергоемкости размыва нефтяных донных отложений в резервуарах РВС предложена новая конструкция системы воронкообразного размыва и предотвращения образования отложений.

Механические способы повышения эффективности очистки резервуаров [7] включают применение различных управляемых скребков для удаления осадка с днища резервуара, а также подъемных устройств, позволяющих удалять грязевую массу из резервуара. Недостатки использования данных устройств: подъемные средства нередко ударяются о стенки резервуара, донный остаток размывается неравномерно, не полностью и т.д.

В США предложили обрабатывать извлекаемый донный остаток с целью регенерации некондиционного продукта [7]. Напорно-откачивающие блоки подключаются к коллекторам подачи нефти и откачки размытого нефтеостатка, которые в свою очередь подключаются к приемо-раздаточным трубопроводам резервуара.

Другим способом очистки резервуаров от загрязнений является промывка очищаемого резервуара адсорбентосодержащей эмульсией с дальнейшим ополаскиванием водой. При этом в целях уменьшения себестоимости очистки, в качестве адсорбента используют порошкообразный мел. Работы можно производить при температуре выше нуля. В меловой эмульсии немного компонентов, она взрывобезопасна, а приготовить ее достаточно просто [8].

					Обзор современных методов очистки резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Одной из последних разработок в области очистки резервуаров является устройство Gamajet HV-8 [9]. Устройство более компактное по сравнению с любой другой приводимой в действие жидкостью системы с подобными характеристиками течения. Ее компактность и легковесность обеспечивают гибкое управление и маневренность.

В работе [10] представлена система размыва донных отложений резервуаров вертикальных стальных с соплами СВК-ЭН, предназначенная для того, чтобы с целью сохранения проектной полезности резервуаров удалять донные отложения, которые естественно выпадают из нефти и нефтепродуктов.

Вместо системы веерных кольцевых сопел может применяться также компактная струя с медленно вращающимся соплом, также обеспечивающая высокую эффективность перемешивания осадка с нефтью [11]. Недостатком подобных систем является то, что со временем трубопроводы обвязки разрушаются, подвижные части сопел засоряются, снижая эффективность размыва [12].

Система предотвращения образования и удаления донных отложений из вертикального стального резервуара РВС-5000 [13] представляет собой комплекс оборудования, предназначенного для размыва донных парафинистых осадков нефти в заполненном нефтью резервуаре и откачки полученной суспензии после размыва осадка в магистральный нефтепровод.

Основным элементом системы размыва донных отложений в резервуаре является устройство «Диоген», устанавливаемое на крышке люк-лаза овальной формы размером 600х900 мм на первом поясе стенки резервуара.

Устройства размыва донных отложений (УРДО) типа «Диоген», «Тайфун» и др., стационарно подключаемые к резервуарам с врезкой в I пояс стенки, позволяют производить очистку РВС от парафиновых отложений за счет направленного воздействия подвижной струи хранимой жидкости, формируемой гребным винтом вала.

Несмотря на несомненные преимущества такого метода очистки РВС, возникают вопросы относительно обеспечения условий безопасной эксплуатации приведенных выше устройств. Перечисленные УРДО при работе вызывают появление динамических нагрузок с воздействием на тонкостенную оболочку стенки резервуара.

Авторы работы [14] исследовали проблемы воздействия устройств размыва донных отложений типа «Диоген», «Тайфун» и др. на оболочку резервуара. Выяснили, что возможно использовать данные устройства, однако при проектировании совместных систем «устройство размыва+резервуар» необходимо учитывать жесткости опорного кольца и кровли с балочным каркасом.

Большей эффективностью по сравнению с механическим способом очистки резервуаров обладает химико-механические способы. Например, в работе [15] лабораторией наземного хранения нефти и нефтепродуктов ВНИПИнефти разработаны рекомендации по проектированию установок очистки нефтяных резервуаров емкостью 5 и 50 тыс. м³ с плавающей крышей. Для очистки применяют раствор технического препарата МП-72, разработанный Институтом океанологии им. П.П. Шершова Академии наук СССР.

В работе [12] представлена сравнительная технико-экономическая характеристика основных наиболее значимых с практической точки зрения методов очистки стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти. Исследователи выяснили, что наиболее оптимальным является стационарное оснащение каждого резервуара устройствами размыва донных отложений.

Говоря об очистке вертикальных стальных резервуаров чаще всего имеют ввиду размыв нефтяных донных отложений, обходя стороной процесс дегазации, хотя вентиляция резервуаров с целью удаления паров углеводородов имеет важное значение в подготовке к ремонтным работам.

В литературе рассматривается не так много способов очистки резервуаров. Например, авторы работы [16] для поиска и исследования новых способов очистки (дегазации) резервуаров, преимущественно для хранения жидких и газообразных горючих и легковоспламеняющихся продуктов (нефти, нефтепродуктов, нефтяных газов), проведён ряд экспериментов по принудительной вентиляции, воздухом горючих газов в экспериментальном резервуаре и экспериментальном полупромышленном стенде. В ходе работы показана эффективность инновационная схема организации вентиляции резервуаров, которая может быть в 3-10 раз эффективнее традиционных способов подачи воздуха.

В результате проделанного обзора литературы можно сделать вывод о том, что очистка резервуара является достаточно трудоемким процессом, при этом резервуар выводится из эксплуатации на длительный срок.

Наиболее результативным средством предотвращения загрязнения резервуара является применение стационарно установленных систем размыва донных осадков.

В том случае, когда не удастся предотвратить накопление осадка, применяют различные способы очистки: ручной, механический и химико-механический. Третий из перечисленных выше является наиболее эффективным. Кроме этого, для повышения эффективности очистки применяют различные устройства и технологические схемы. Выбор таких средств зависит от условий эксплуатации резервуара и от свойств нефти или нефтепродукта, которые хранятся в этих резервуарах [17].

					Обзор современных методов очистки резервуаров	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Образование твердых отложений при хранении нефти в резервуарах

2.1 Хранение нефти в резервуарах

Резервуарные парки – технологически необходимые и важные сооружения магистральных нефтепроводов. Необходимость сооружения резервуарных парков на головных и конечных пунктах магистральных нефтепроводов объясняется, прежде всего, неравномерностью добычи или потребления нефти, а на промежуточных станциях – неравномерностью работы некоторых участков нефтепроводов. Имеющиеся в резервуарных парках запасы нефти и запас свободной емкости значительно снижают влияние неравномерности добычи или потребления нефти на ритмичность работы магистрального нефтепровода. При этом в резервуарных парках осуществляется количественно-качественный учет нефти, принимаемой от производителя и поставляемой потребителям. Возможность накопления и хранения разноразных нефтей придает магистральному нефтепроводу еще одну важную функцию – функцию регулирования качества перекачиваемых нефтей в заданных пределах. Таким образом, важнейшими функциями резервуарных парков являются:

- компенсация неравномерности приема-отпуска нефти;
- прием, размещение и количественно-качественный учет нефти;
- обеспечение заданных свойств нефти, в том числе компаундирование.

В состав резервуарных парков входят:

- основные и вспомогательные резервуары;
- система основных и вспомогательных трубопроводов технологической обвязки с камерами задвижек;
- узлы учета количества принимаемой (отпускаемой) нефти;

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.			Образование твердых отложений при хранении нефти в резервуарах	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Радюк К.Н.					21	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						

- газоуравнительная система;
- система размыва донных отложений;
- оборудование автоматического контроля и централизованного управления технологическими процессами;
- системы молниезащиты и пожаротушения.

Размеры и число резервуаров в составе резервуарных парков магистральных нефтепроводов определяются с учетом объемов и сортности перекачиваемых нефтей, коэффициента использования полезной емкости и требований возможно большей однотипности резервуаров. В общем случае вместимость резервуарных парков на головных станциях принимается равной двух-трехсуточной пропускной способности магистрального нефтепровода, а на промежуточных станциях, находящихся в местах разветвлений или соединений нефтепроводов – не менее 1,5 суточной пропускной способности. При этом для приема нефти от каждого поставщика предусматривается не менее двух резервуаров.

Резервуары предназначены для сбора и временного хранения нефти и нефтепродуктов, воды и других жидкостей.

По расположению различают резервуары (рисунок 1):

- наземные;
- полуподземные;
- подземные;
- подводные.

По материалам, из которых изготавливаются резервуары, выделяют следующие резервуары:

- металлические;
- железобетонные;
- неметаллические (резинотканевые, пластиковые и т.д.);
- резервуары, которые организовываются в природных пустотах, например, шахтные или льдогрунтовые.

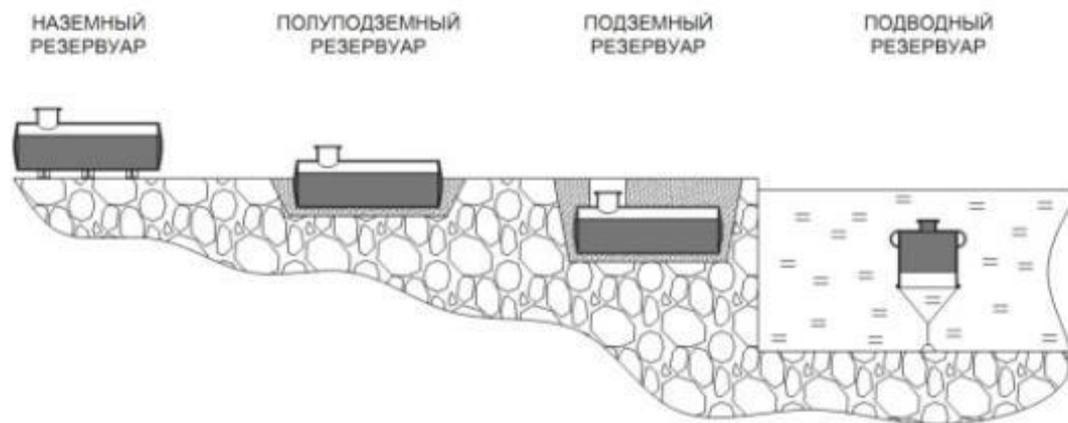


Рисунок 1 – Классификация резервуаров по расположению на местности

По конструктивным решениям выделяют следующие типы резервуаров (рисунок 2):

- цилиндрические;
- сферические;
- прямоугольные и многоугольные;
- резервуары сложных ф орм (каплевидные, торовидные).



Рисунок 2 – Классификация резервуаров по форме

Наиболее распространенным видом резервуара, применяемым для хранения нефти, является резервуар вертикальный стальной цилиндрической формы. Такие резервуары изготавливаются объемом от 100 до 100 000 м³

Резервуары вертикальные РВС могут изготавливаться с плавающей, стационарной крышей или понтоном. Плавающая крыша, находящаяся внутри резервуара РВС на поверхности жидкости, предназначена для сокращения потерь ее от испарения и исключения возможности возникновения взрыва и пожара. Понтон может быть установлен по желанию заказчика.

Все резервуары, эксплуатируемые на предприятиях, занимающихся добычей, переработкой и хранением нефтепродуктов, с течением времени при длительной эксплуатации требуют зачистки от образующихся отложений, которые накапливаются на дне и стенках резервуаров. Данные отложения представляют собой нефтяной шлам, который уменьшает полезную емкость и затрудняет эксплуатацию резервуара.

Зачистку резервуаров производят согласно ГОСТ 1510-84 «Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение». Зачистку резервуаров производят в следующие сроки: не менее 1 раза в 2 года при хранении автомобильных бензинов и дизельных топлив; не менее 1 раза в год при хранении смазочных масел, имеющих компоненты присадок. Резервуары, предназначенные для хранения топлива для реактивных двигателей, авиационных бензинов, масел и их компонентов, зачищаются не менее двух раз в год [18].

Резервуары, предназначенные для других аналогичных по физико-химическим свойствам нефтепродуктов, зачищают по мере необходимости, определяемой условиями сохранения качества нефтепродуктов и техническим состоянием резервуаров.

Зачистку резервуаров выполняют перед сменой заливаемого в резервуар нефтепродукта, перед подготовкой резервуара к очередному или внеочередному ремонту или проведению дефектоскопии, при освобождении от пирофорных высоковязких осадков, содержащих влагу, ржавчину и т. д., что в отдельных случаях может произойти и раньше установленных сроков.

2.2 Устройство нефтяного резервуара

Наземный стальной вертикальный цилиндрический резервуар состоит из следующих основных элементов: корпуса, крыши и днища. Корпус резервуара изготавливается в виде поясов. Толщина стенки изменяется по высоте резервуара: самый нижний пояс имеет максимальную толщину. Крыша резервуара собирается из крупноразмерных металлических щитов. В центральной части кровли резервуара щиты опираются на центральную стойку.

					Лист
					Образование твердых отложений при хранении нефти
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	24

Днище резервуара сварное из листов толщиной до 8 мм, расположено на песчаной подушке и имеет уклон от центра к периферии равный 2%. Уклон днища необходим для стока и удаления жидкости при подготовке резервуара к ремонту. Вокруг резервуара имеется бетонная отмостка, имеющая уклон от резервуара. Для обеспечения правильной и надежной эксплуатации резервуар оснащен следующим оборудованием:

- *световой люк* предназначен для проветривания и освещения внутреннего объема резервуара во время ремонта и зачистки;
- *вентиляционный патрубок* предназначен для обеспечения вентиляции внутри резервуара при ремонтных работах;
- *дыхательный клапан* предназначен для выпуска газовой смеси при наборе уровня в резервуаре и ввода воздуха внутрь резервуара при снижении уровня жидкости. Изменение уровня происходит при наполнении и опорожнении резервуара, то есть при так называемых «больших» дыханиях резервуара, а так же при расширении сжатия газовой смеси в процессе колебания температуры – «малых» дыханиях резервуара. Принцип работы клапана таков: при понижении уровня в резервуаре в полости корпуса клапана создается вакуум, равный вакууму в газовом пространстве резервуара. При достижении расчетного значения вакуума боковые тарелки затворов открываются, сообщая газовое пространство резервуара с атмосферой, обеспечивая пропуск воздуха в резервуар.

При снижении вакуума ниже расчетного значения затвор закрывается и резервуар герметизируется. При повышении уровня в резервуаре повышается избыточное давление в корпусе клапана, достигая величины давления срабатывания, тарелка клапана открывается и происходит выпуск газа из резервуара в атмосферу. После снижения избыточного давления ниже расчетного значения тарелка возвращается в исходное положение. Под дыхательным клапаном устанавливается *огневой предохранитель*, который предохраняет пространство резервуара от попадания в него пламени через дыхательный клапан.

					Образование твердых отложений при хранении нефти	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- *замерный люк* расположен на крыше резервуара. Через него производится ручной замер уровня нефти и подтоварной воды в резервуаре, а также отбор проб;

- *люк лаз* находится на нижнем поясе корпуса резервуара и служит для проникновения рабочего в резервуар при зачистке или ремонте и обеспечения вентиляции;

- *сифонный кран* предназначен для слива подтоварной воды;

- *устройства размыва донных отложений*;

- *сигнализатор максимального допустимого уровня* используется для контроля заполнения резервуара до максимально допустимого уровня;

- *датчик измерения температуры* фиксирует значения температуры жидкости в резервуаре;

- *стационарный уровнемер* служит для непрерывного измерения уровня жидкости в резервуаре с помощью направленных микроволн. Основными частями уровнемера являются размещаемые на кровле резервуара электронный блок с датчиком излучателем и специальный зонд в виде троса, помещаемый внутрь резервуара. Посылаемый излучателем сигнал, проходя по зонду, отражается от поверхности нефти, и, частично проникая через нее, отражается от поверхности водяного слоя. Отраженные сигналы принимаются датчиком, определяя как общий уровень жидкости, так и уровень раздела фаз.

- *лестница* предназначена для подъема на площадку обслуживания оборудования, находящегося на крыше резервуара. Площадки и переходы оборудуются ограждениями.

В обязательном порядке все резервуары оборудуются *средствами пожаротушения*. Система орошения предназначена для орошения горящего резервуара, а так же его охлаждения при возгорании соседнего резервуара. В состав системы орошения входят подводящие трубопроводы, для подвода воды, и перфорированное кольцо для равномерного распределения воды по стенке резервуара. Генератор пены предназначен для пенного пожаротушения нефтепродуктов внутри резервуара. Раствор пенообразователя через

					Образование твердых отложений при хранении нефти	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

подводящий трубопровод под давление подается в генератор. Создаваемая пена направляется в газоздушное пространство резервуара для тушения горячей нефти. В настоящее время резервуары оборудуются системой подслоного пожаротушения.

Для защиты о попадания молний и защиты от образования статического электричества резервуары оснащаются *молниеотводами и заземлением*.

Во избежание аварийного разлива нефти резервуары должны быть ограждены замкнутым земляным обвалованием. Высота обвалования должна быть на 0,2 м выше уровня расчетного объема находящейся в резервуаре жидкости

2.3 Состав и свойства нефти

Нефть представляет собой сложную смесь большого числа различных химических соединений: углеводородов и их серо-, кислород-, азот-содержащих и других производных. В Российских нефтях содержится:

- углерода – от 82 до 87%;
- водорода – от 11 до 15%;
- кислорода – от следов до 1%;
- серы – от следов до 2-5%, в отдельных случаях до 8%;
- азота – от следов до 1%.

Основным компонентом нефти являются углеводороды, которые различаются содержанием углерода и водорода в молекуле. В зависимости от строения молекул они подразделяются на три класса – парафиновые (насыщенные алканы), нафтеновые (циклоалканы) и ароматические (арены). В нефтях обычно преобладают парафиновые и нафтеновые углеводороды. Значительную часть нефти составляют углеводороды смешанного строения, содержащие структурные элементы всех трех упомянутых классов. Преобладание той или иной группы углеводородов в природной нефти, а также присутствие в них серо-, азот- и кислородсодержащих соединений придает нефтям специфические свойства.

					Образование твердых отложений при хранении нефти	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Парафиновые углеводороды (алкановые или алканы) имеют общую формулу C_nH_{2n+2} , где n – число атомов углерода. Каждый последующий углеводород получен из предыдущего заменой крайнего в цепи атома водорода на группу CH_3 .

В обычных условиях углеводороды от CH_4 до C_4H_{10} – газы, от C_5H_{12} до $C_{15}H_{32}$ – жидкости и от C_{16} и выше – твердые вещества. Начиная с четвертого члена ряда – бутана – возможно существование изомеров – веществ с одинаковой формулой и различаются строением.

Для каждого последующего члена ряда количество изомеров все более возрастает. Так, для углеводородов C_{13} возможно 802 изомера, для C_{14} – 1858 и т.д. Углеводороды изостроения резко отличаются от соответствующих углеводородов нормального строения по физическим и химическим свойствам. Например, гептан нормального строения имеет октановое число, равное нулю, а изооктан – 100.

Нафтенновые (циклоалкановые) углеводороды имеют циклическое строение и общую формулу C_nH_{2n} . Их молекулы состоят из нескольких групп – CH_2 – соединенных между собой в замкнутое кольцо. В нефти содержатся преимущественно нафтены, состоящие из пяти или шести групп CH_2 .

По химическим свойствам нафтенновые углеводороды близки к парафиновым, но имеют более высокую плотность и меньшую упругость паров и лучшую растворяющую.

Ароматические углеводороды (арены) – углеводороды ряда бензола, имеющие общую формулу C_nH_{2n-6} , например, бензол, толуол, параксиллол, этилбензол.

Циклическое строение ароматических углеводородов в отличие от нафтенновых характеризуется наличием двойных связей в бензольном кольце. Ароматические углеводороды – ценное сырье для химической промышленности. Для ароматических углеводородов характерны большая растворимость, более высокая плотность и температура кипения.

					Образование твердых отложений при хранении нефти	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Кислородосодержащие соединения нефти. К ним относятся нафтеновые кислоты, фенолы и смолисто-асфальтовые соединения. Нафтеновые кислоты – соединения, содержащие карбоксильную группу –COOH. В чистом виде они представляют собой маслянистые жидкости, обладающие резким запахом и коррозионной активностью. Фенолы содержатся только в некоторых нефтях.

Смолисто-асфальтовые соединения присутствуют в довольно значительных количествах – от следов до 25%. Это сложные высокомолекулярные вещества, содержащие кроме углерода, водорода и кислорода, также серу и азот. Присутствие этих соединений в нефти и в нефтепродуктах придает им темный цвет, способствует коксо- и нагарообразованию. В светлых нефтепродуктах и маслах наличие их вредно, но в таких продуктах как кокс, битум, изоляционные и пропиточные материалы, они являются необходимыми компонентами. Содержание смолисто-асфальтовых соединений тем больше, чем выше плотность нефти и чем больше в ней серы.

Серосодержащие соединения нефти. Содержание таких соединений в Российских нефтях колеблется от следов до 8%. В нефтях встречаются серосодержащие соединения следующих видов:

- меркаптаны RSH, где R – углеводородный радикал;
- сульфиды RS;
- дисульфиды RS-RS;
- тиофен C₄H₄S и его производные;
- сероводород и элементарная сера.

Сероводород и меркаптаны, обладающие кислотными свойствами, а также элементарная сера, относятся к группе наиболее активных соединений, вызывающих сильную коррозию оборудования и трубопроводов даже на холоде. Ко второй группе относятся нейтральные на холоде, но термически малоустойчивые сульфиды и дисульфиды, которые при температуре 120-130°C начинают распадаться с образованием сероводорода. Из-за своей высокой

коррозионной активности сернистые соединения – наиболее нежелательные примеси в нефти.

Азотосодержащие соединения нефти. В большинстве случаев содержание этих соединений не превышает 0,3-0,5% бывает тем выше, чем выше плотность нефти. Азотосодержащие соединения нефти достаточно стабильны. Особое место среди них занимают парафины. Это азоторганические соединения, содержащие металлы – ванадий, никель, железо. Предполагают, что они образовались из гемоглобина животных и хлорофилла растений.

Минеральные вещества содержатся в нефтях в очень небольших количествах. Минеральная часть представляет собой золу, образующуюся при сжигании нефти. Это различные минеральные соединения, чаще всего оксиды железа, никеля, ванадия, иногда соли натрия.

В зависимости от степени подготовки ГОСТ 9965-76 «Нефть для нефтеперерабатывающих предприятий. Технические условия» устанавливает I, II и III группы нефтей, поставляемых на нефтеперерабатывающие предприятия для переработки.

По содержанию серы нефти подразделяются на три класса:

- 1 класс – малосернистые нефти с содержанием серы не более 0,6 %;
- 2 класс – сернистые нефти с содержанием серы от 0,61 до 1,80 %;
- 3 класс – высокосернистые нефти с содержанием серы более 1,8 %.

На промысле первичная характеристика нефти определяется по ее плотности. В зависимости от плотности нефти при 20°C подразделяют на три типа:

- 1 тип – легкая с плотностью не более 850 кг/м³;
- 2 тип – средняя с плотностью от 851 до 885 кг/м³;
- 3 тип – тяжелая с плотностью более 885 кг/м³.

Наиболее ценными являются легкие нефти, содержащие больше бензиновых и масляных фракций [19].

					Образование твердых отложений при хранении нефти	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

2.4 Твердые отложения

При длительной эксплуатации резервуаров на их днище и стенках образуется осадок, который сокращает полезную емкость резервуара.

Со временем осадок уплотняется и в отдельных зонах трудно поддается размыву. Для надежной эксплуатации резервуаров их необходимо периодически очищать от накопившегося осадка.

Нефтяные отложения представляют собой плотную не текучую массу. Уровень нефтяного осадка может достигать от 30 сантиметров до 3 метров и располагаться по днищу резервуара очень неравномерно. Такие осадки способствуют ускоренному развитию коррозионных процессов на днище резервуара, а также его первого пояса и уторного шва. Поскольку объем осадка может достигать от 300 до 6000 м³, то наблюдается существенное уменьшение полезного объема резервуара, что в свою очередь снижает его эксплуатационные характеристики.

Нефтяной осадок по сути является песчано-глинистой основой, в которой содержание механических примесей колеблется от 50 до 91%, пропитанной нефтепродуктом и подтоварной водой.

Фракционный состав нефтеотложений представляет собой смесь асфальтенов (6-5%), парафинов (1-4%), масел (70-80%) и связанной воды (0,3-8%).

Наличие в нефтеосадках солей хлора, серы и воды приводит к реализации локальной коррозии днища резервуара и нижнего пояса стенки его корпуса, что в свою очередь может привести к нарушению целостности конструкции и возможности возникновения прорывов и утечки нефтепродуктов. Поэтому возникает необходимость в контроле и своевременной очистке резервуаров от подобных отложений.

					Образование твердых отложений при хранении нефти	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов

В настоящее время существует большое количество способов очистки резервуаров от донных отложений нефти и нефтепродуктов. Рассмотрим наиболее распространенные из них:

- ручной;
- механический;
- биологический;
- акустически;
- тепловой;
- химический;
- механизированный с применением моющих средств;
- с помощью специализированных комплексов.

3.1 Ручной метод

Самым распространенным методом является ручной способ зачистки, совмещенный с использованием различных механизмов и ручного оборудования. Ручной способ очистки резервуаров и емкостей представляет собой механическое удаление твердых остатков с помощью лопаток и скребков, изготовленных из цветных металлов или неметаллических материалов. С их помощью снимается слой осадка с внутренних поверхностей резервуара. Затем стенки и днище резервуара промывают горячей водой, непрерывно сливая образующуюся смесь воды и частичек нефтепродуктов, либо, для экономии воды, заполняют полностью и оставляют на 10-12 часов. В процессе отстаивания на поверхность воды всплывают частицы нефтепродуктов. По прошествии времени в резервуар добавляют чистую воду до тех пор, пока с поверхности воды не будет удален слой нефтепродуктов. После этого резервуар проветривается. Окончательным этапом ручного метода очистки является

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.			Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лит.	Лист	Листов
Рковод.		Радюк К.Н.					32	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2Б3Б		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						

зачистка резервуара с использованием сухих деревянных опилок или мешковины, которые затем удаляются и утилизируются. Для зачистки резервуара при данном методе также применяют пар. В данном случае после удаления осадки на резервуаре полностью закрывают все люки и задвижки и непрерывно в течении двух-трех часов подают в него пар. Затем его также проветривают и протирают.

Данный метод очистки имеет ряд существенных недостатков. При использовании ручного метода очистки существует большой риск для здоровья и безопасности людей, выполняющих данный вид работ, поскольку воздействие углеводородов отрицательно сказывается на здоровье человека и способно вызвать ряд тяжелых заболеваний, в том числе и онкологических. Также стоит отметить, что при ручном способе очистки происходит загрязнение почвы, воздушного и водного бассейнов.

3.2 Механический (механизированный) метод

Механический способ очистки нефтяных емкостей от шлама производится с помощью различных переносных технических средств, бульдозеров, мини тракторов (рисунок 3).

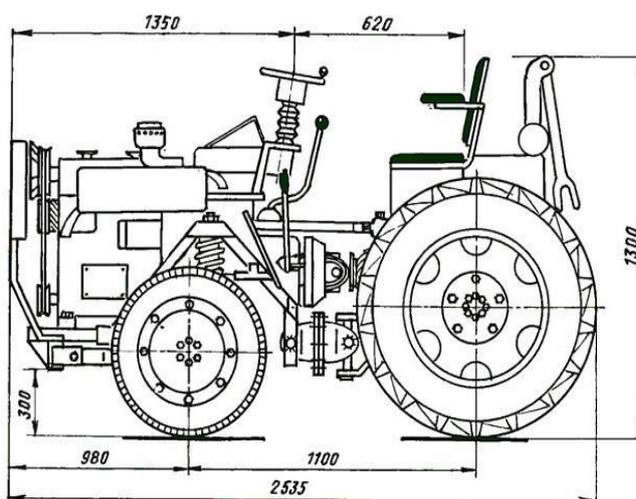


Рисунок 3 – Схема с изображением минитрактора с его размерами

Применялся в основном для удаления более тяжёлых нефтяных остатков, состоящих из тяжелых АСПО соединений с большим количеством механических частиц в резервуарах большой емкости. Данный способ позволил

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

значительно сократить время на проведение очистки от осадка, но данный метод имеет ряд недостатков существенного значения:

- большие капитальные затраты на проведение при значительно низком качестве очистки днища резервуара;
- необходимость доочистки резервуара вручную из-за неспособности полноценного удаления отложений;
- нарушение целостности резервуара для ввода в них технических средств;
- повреждение днища из-за работ на нем оборудования большой массы;
- создание дополнительной системы фильтрации воздуха и подачи ее в область очистки емкости.

С учётом современных существующих технологий данный способ является неподходящим из-за разнообразия видов резервуаров хранящих нефть и считается устаревшим и неэффективным в данный момент.

3.3 Биологический метод

Биотехнологический метод очистки резервуаров для хранения нефти заключается во введении биомассы определенной структуры в очищаемую емкость. Как правило, биомасса представляет собой раствор активного ила, имеющего анаэробное происхождение и соотношение между основными компонентами углерод/фосфор/азот равное 25/1/1. Данный раствор вводится в резервуар, в котором под действием его активных компонентов происходит разрушение структуры нефтяного осадка и его последующий дренаж в специальные емкости.

Данный метод позволяет провести полную очистку емкостей от остатков нефти или нефтепродуктов без образования взрывоопасных смесей газов. Недостатком данного метода является необходимость в специализированном производстве дополнительных специальных бактериальных структур, что в свою очередь является очень дорогостоящим и сложным процессом.

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

3.4 Акустический метод

Акустический метод очистки нефтяных резервуаров предполагает воздействие на придонный осадок мощным акустическим облучением, который создается специальной аппаратурой. Как правило, в качестве источника применяют электромагнитный активационный вибратор ВЭМА-0,3 (рисунок 4).

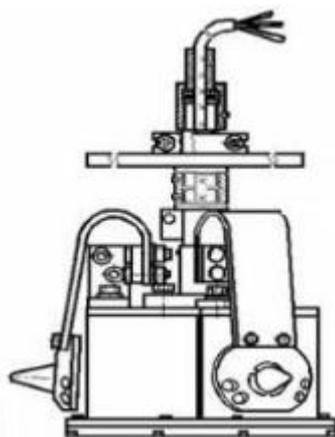


Рисунок 4 – Электромагнитный активационный вибратор ВЭМА-0,3

Данная установка применяется в химической, нефте- и газодобывающей, а также нефтехимической отраслях промышленности. Она обеспечивает эффективную обработку за счет диспергирования и снижения вязкости различных жидкостей и смесей.

3.5 Тепловой метод

Сущность теплового метода заключается в подогреве нефти до температуры, при которой происходит расплавление асфальтосмолопарафиновых отложений. Это происходит благодаря циркуляции небольшого объема нефти или специального растворителя по системе «резервуар-реплообменник-резервуар».

Данный метод имеет некоторые недостатки, а именно:

- при увеличении температуры нефти в резервуаре происходит испарение легких фракций нефти;
- после охлаждения нагретой нефти в трубопроводе может наблюдаться отложение парафина внутри трубопровода;

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

– данный способ очень длительный.

3.6 Химический метод

Химический метод основывается на использовании химических реагентов, которые вводятся в нефть в небольших количествах. Данный способ получил широкое распространение за рубежом, однако, в России эта технология не применяется в чистом виде из-за дороговизны химических реагентов.

Как правило, химический метод совмещается с другими методами, например, тепловым или гидравлическим. Химико-гидравлический способ осуществляется с помощью химических реагентов, которые подаются в гидравлическое устройство, которое, в свою очередь, подает их под высоким давлением в очищаемую емкость.

Химико-тепловой способ заключается в использовании химических реагентов совместно с подогревом парафинистых и асфальтовых отложений в резервуаре толщиной до 1 метра.

3.7 Механизированный метод очистки с применением моющих средств

В конце 1980-х – начале 1990-х гг. активно начались разработки роботов, предназначенных для очистки резервуаров. Р. Крайсек и Р. Крайдер (США) в 1989 году изобрели робот (рисунок 5), который с помощью дистанционного управления способен размывать нефтяной осадок с помощью воды подаваемой под высоким давлением.

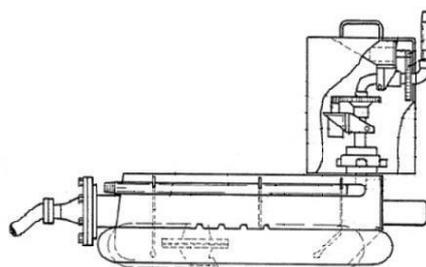


Рисунок 5 – Внешний вид робота Р. Крайсека и Р. Крайдера

Учитывая опыт использования системы, предложенной Р. Крайсеком и Р. Крайдером, в 1994 году ученный Р. Тибодокс из США усовершенствовал робота для зачистки нефтяного резервуара (рисунок 6).

Модернизация была совершена не только в корпусной части, но и заключалась в смене реагента, воздействующего на нефть: вместо воды стали использовать растворители. Также была добавлена функция одновременной откачки реагента и размытого нефтяного шлама из резервуара.

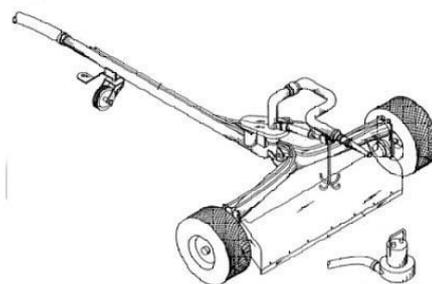


Рисунок 6 – Внешний вид робота Р. Тибодокса

В 1996 году Р. Крайдером из США был создан робот для удаления нефтяного твердого осадка из резервуара. Новшеством данного оборудования являлось дистанционное управление во время очистки резервуара, а также являлось дополнительное дробильное устройство, воздействующее на механические спрессованные частицы (рисунок 7).

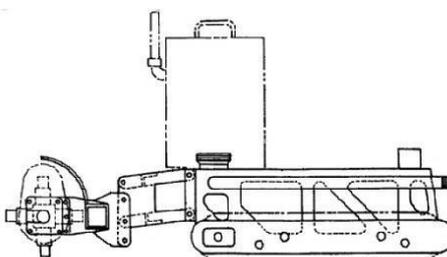


Рисунок 7 – Внешний вид робота Р. Крайдера

С целью увеличения безопасности и предотвращения взрывоопасных ситуаций при очистке стальных резервуаров в 1996 году учеными из США было предложено устанавливать на роботизированное оборудование видеокамеры и датчики для замера концентрации H_2S , O_2 (рисунок 8).

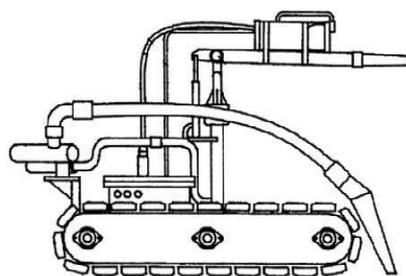


Рисунок 8 – Внешний вид робота, оборудованного видеокамерой и датчиком.

В 1997 году было разработано роботизированное оборудование, не требующее дополнительного участия человека для сбора конструкции внутри очищаемого резервуара (рисунок 9).

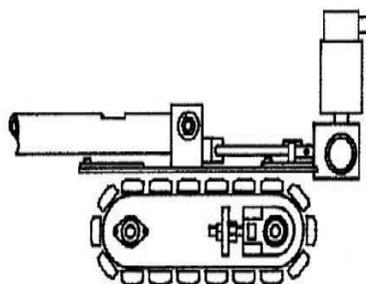


Рисунок 9 – Внешний вид робота с цельной рабочей конструкцией

К основным недостаткам использования роботов для очистки резервуаров от механических примесей можно отнести большую стоимость исходного оборудования, дороговизну в обслуживании, большие габариты и массу, трудность доставки оборудования в зону проведения очистки, сложность управления оборудование при большом слое скопления осадка, невозможность использования в резервуарах с понтонами и плавающими крышами.

3.8 Очистка с применением специализированных комплексов

В настоящее время наиболее эффективным способом очистки резервуаров от нефтешламов является механизированный метод очистки с применением специализированных мобильных комплексов как российского, так и зарубежного производства. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

3.8.1 Мобильный комплекс МКО-1000

Мобильный комплекс очистки резервуаров от углеводородных соединений (нефтепродуктов) МКО-1000 (рисунок 10) в своей работе использует технологию, основывающуюся на изобретении специалистов Холдинговой компании «Чистый Мир М», которое заключается в использовании по замкнутому циклу технического моющего средства (ТМС), образующего неустойчивую эмульсию с УВС.

Комплекс МКО-100 предназначен для очистки резервуаров как от светлых нефтепродуктов, таких как керосин, бензин, дизельное топливо и т.д., так и от высоковязких темных нефтепродуктов – битумов, мазутов, гудронов – имеющих большое содержание в своем составе парафинов, что усложняет процессы очистки.

Сущность технологии заключается в регенерации моющего раствора путем фазового разделения эмульсии на УВС и водный раствор ТМС. Установки являются на сегодняшний день наиболее распространенными установками российского производства [21].



Рисунок 10 – Общий вид МКО-1000

Откачка и фильтрация нефтепродуктов из резервуара производится непосредственно на месте проведения работ с использованием комплекса МКО-1000. Продукт перекачивается в емкости предоставляемые заказчиком или подлежат утилизации на полигоне.

Отличительной и принципиальной особенностью этого способа очистки (мойки) резервуаров хранения нефтепродуктов является использование водного

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

раствора новых технических моющих средств (ТМС), которые отделяют углеводородные соединения от поверхности и создают с ними неустойчивую эмульсию, не вступая в химическую реакцию [21].

Комплекс энергозависим – требует подключения электроэнергии и при работе в холодное время года или на тяжелых донных осадках – нагрева моющего средства. Поставляется в комплекте с моющими головками, создающими моющую «сферу» диаметром до 24 метров [21].

Плюсы технологии:

- низкая стоимость комплекса;
- возможность установки контейнеров на шасси контейнеровоза;
- полностью российские комплектующие.

Минусы технологии:

- гидроциклоны и гравитация не в состоянии качественно разделить выбираемые донные остатки и обеспечить качественное отделение нефтепродуктов;
- установка энергозависима;
- перекачивающие насосы не в состоянии полностью «поднять» все остатки шламов со дна резервуара, поэтому очистка резервуаров требует дополнительного ручного труда [21].

3.8.2 Система Vlabo

Запатентованная компанией Oresco система Vlabo – полностью автоматизированная система зачистки нефтяных резервуаров и переработки нефтесодержащих отходов, при которой не требуется присутствие персонала внутри самой емкости. Мобильная и модульная, она разработана специально для зачистки большеобъемных наземных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

Система Vlabo одинаково подходит для работы с резервуарами, оснащёнными плавающей или фиксированной крышей, объемом до 200 000 м³ и содержанием нефтешламов превышающим 30 000 м³. Система Vlabo может также быть использована в резервуарах, содержащих сырую нефть, тяжелую топливную нефть, остатки каталитического крекинга, дренажную нефть и т.п.

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Зачистка резервуаров и переработка нефтесодержащих отходов производится одновременно.

Система Vlabo представляет собой мобильную технологическую установку блочно-модульного типа, смонтированную в стандартных двадцати футовых контейнерах, что обеспечивает удобство транспортировки.

Применение системы Vlabo позволяет сократить время очистки резервуара, а соответственно и время простоя резервуара на 60-80%. Высокая мобильность комплексной системы и возможность очистки резервуаров различных типов позволяет применять комплекс в различных условиях.

Отсутствие необходимости нахождения персонала внутри резервуара в процессе зачистки позволяет минимизировать риски для здоровья и безопасности персонала в процессе зачистки резервуара.

С точки зрения экологической политики комплекс разработан в соответствии с требованиями безопасности и защитой окружающей среды и позволяет минимизировать отходы от очистки, а также выбросы газов в атмосферу.

Преимущества:

- очень высокое качество очистки резервуаров;
- очень высокое качество очистки углеводородов, воды и мехпримесей.

Недостатки:

- сложный монтаж с необходимостью прорезания отверстий в крыше резервуара;
- энергозависимость;
- очень высокая стоимость [22].

3.8.3 Комплекс МегаМАКС

Комплекс МегаМАКС является высокоэффективной мобильной системой очистки резервуаров с одновременной утилизацией нефтепродуктов. МегаМАКС предназначен для разжижения, извлечения, предварительного и

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

полного фазоразделения донных отложений при очистке от них любых хранилищ нефти и нефтепродуктов. МегаМАКС включает все необходимые для выполнения этой задачи технологические блоки и способен так же обеспечить энергией различное вспомогательное оборудование, используемое в очистных работах.

Установка смонтирована на двух трейлерах уникальной конструкции, примерно соответствующих размеру 40-футового контейнера. При этом она скомпонована таким образом, что задействовано даже свободное пространство между осями полуприцепа [23].

Шлам на установках МегаМАКС разделяется в несколько этапов. Сначала откачиваемый шлам проходит через вибросепаратор, специально сконструированный для данной установки. Далее очистка резервуаров предполагает поступление шлама в специальную емкость, где тяжелые мехпримеси оседают на дне и выводятся с помощью специальных шнеков, а углеводородная пленка собирается скиммером.

Неразделенная эмульсия воды и шлама подается далее на 3-фазную декантерную центрифугу, где происходит разделение даже химически связанной воды.

Для финишной сборки шламовой пленки установка обеспечена вакуумным агрегатом производительностью более 2000 м³ воздуха в час, позволяющей в буквально «вылизывать» дно резервуара.

Кроме того, это единственная установка, в комплект которой входит мини-трактор для сбора особо тяжелых шламов со дна резервуара без применения ручного труда, а также роботизированная пушка на треноге, управляемая удаленно.

Преимущества:

- очень высокое качество очистки резервуаров;
- очень высокое качество очистки углеводородов, воды и мехпримесей; полная энергонезависимость;
- самые короткие сроки развертывания/свертывания и отмывки

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

резервуара.

Недостатки: высокая стоимость.

3.8.4 Комплекс Техноспас

Данный комплекс является ближайшим российским аналогом комплекса МКО-1000 и имеет аналогичный принцип очистки резервуаров. Комплекс представляет собой контейнеры, внутри которых располагается все необходимое оборудование. Основным отличием данного комплекса от своего аналога является дополнительная комплектация приборами газового контроля, предназначенными для предотвращения возникновения воспламенения или взрыва в процессе очистки, связанных с поступлением паров нефти в резервуар, а также устройств принудительной вентиляции и дегазации.

В комплект к основному оборудованию комплекса входят дополнительные комплектующие: мембранные насосы, шанцевые инструменты, а также установки дополнительного нагрева моющей смеси.

Преимущества:

- низкая стоимость;
- мобильность комплекса, которая достигается за счет установки контейнеров на шасси как зарубежных, так и отечественных контейнеровозов;
- наиболее тщательная очистка по сравнению с комплексом МКО-1000 достигаемая за счет нагрева ТМС.

Недостатки:

- энергозависимость;
- необходимости дополнительной доочистки с использованием ручного труда.

3.8.5 Комплекс КОР-1М

Комплекс КОР-1М предназначен для проведения работ по очистке резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов от донного осадка и углеводородной пленки при подготовке резервуаров к ремонту или проведению текущего обслуживания.

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Комплекс состоит из двух основных модулей: основной модуль, который включает насосное и вакуумное оборудование, технологические емкости, теплообменники, а также устройства, предназначенные для струйного воздействия на разжижаемую среду, и автоматизированная модульная котельная, предназначенная для нагревания моющего раствора перед подачей его в резервуар.

Преимущества:

- сокращения времени проведение очистки;
- отсутствие химического взаимодействия рабочего раствора на нефтепродукты и материалы конструкций;
- минимизация ручного труда;
- отсутствие отходов;
- экологическая и пожаро- взрывобезопасность;
- полное извлечение нефтепродуктов с сохранением их качества.

Недостатки:

- установка не может эффективно проводить очистку резервуаров из-под высоковязких нефтей и темных нефтепродуктов;
- несмотря на сокращение применения ручного труда, данный комплекс не исключает проведение ручной доочистки.

					Способы очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

4 Повышение эффективности очистки резервуаров

На сегодняшний день такие способы как биологический, тепловой и акустический являются достаточно затратными и весьма длительными, поэтому применяются редко. Химический метод, как правило, применяется в комплексе с другими методами.

Использование механического и механизированного метода с применением моющих средств ограничивается конструкцией резервуара, поскольку не могут применяться в резервуарах с понтонами и плавающими крышами. К недостаткам этих методов можно отнести дороговизну оборудования и его обслуживания, большие габариты и массу, а также трудность доставки его к месту проведению работ.

Как правило, с целью сокращения затрат на проведение очистки на предприятиях зачистка проводится ручным способом. Но этот метод имеет существенные недостатки, а именно большой вред для здоровья работников, загрязнение окружающей среды и длительность проведения работ.

4.1 Эффективность современных мобильных комплексов

Наиболее эффективным методом по очистке на сегодняшний день является применение специализированных комплексов. Для определения наиболее эффективного из рассмотренных комплексов как отечественного, так и зарубежного производства, составим таблицу, в которой отразим основные параметры, которые влияют на выбор того или иного комплекса для очистки резервуаров (таблица 1).

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Бокова А.А.				Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Радюк К.Н.					45	99
Консульт.					НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.							
И.о.Зав. каф.	Бурков П.В.						

Таблица 1 – Комплексы по очистке резервуаров

Показатель	МКО-1000	Техноспас	КОР-1М	МегаМАКС	Blabo
Страна - производитель	Россия	Россия	Россия	США	Дания
Очистка резервуаров от высоковязких темных нефтепродуктов	-	+	-	+	+
Мобильность комплекса	+	+	-	+	-
Принудительная дегазация	-	+	+	+	
Максимальный размер очищаемого резервуара	20 000 м ³	50 000 м ³	50 000 м ³	120 000 м ³	200 000 м ³
Необходимость подключения к источнику электроэнергии	+	+	+	-	+
Стоимость комплекса, млн. рублей	32	40	35	120	130
Время разворачивания комплекса	3 дня	3 дня	3 дня	4-6 часов	2 недели
Время проведения очистки на примере резервуара РВС-5000м ³ (светлые нефтепродукты)	3 дня	3 дня	3 дня	2 часа	5 дней
Необходимость проведения ручной доочистки	+	+	-	-	-
Необходимость дополнительной очистки извлекаемого нефтепродукта	+	+	+	-	-

Проанализировав данные, представленные в таблице, можно сделать вывод, что наиболее совершенным мобильным комплексом является МегаМАКС. Он отличается от других комплексов высоким качеством очистки резервуаров, высоким качеством очистки углеводородов, воды, мехпримесей, а также полной энергонезависимостью и самыми короткими сроками разворачивания/свертывания и мойки резервуара. Однако недостатком этого комплекса является высокая стоимость.

4.2 Способы повышения эффективности очистки

Для повышения эффективности работы мобильных комплексов необходимо применять специальные реагенты, такие как деэмульгаторы, предназначенные для эффективного разрушения водно-нефтяной эмульсии, также флокулянты, используемые для лучшего выделения мелкодисперсных частиц из раствора, откачиваемого из резервуара в процессе разделения нефти, дозированная подача которых также предусматривается в работе комплексов.

					Повышение эффективности очистки резервуаров	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В настоящее время высокую эффективность имеют нанодезэмульгаторы, которые имеют ряд преимуществ относительно ранее применяемых, а именно:

- низкий удельный расход (до 2-4 раз ниже обычных дезэмульгаторов);
- повышение качества процесса разделения нефти и воды;
- эффективность нанодезэмульгаторов выше импортных аналогов, что позволяет обеспечить импортозамещение;
- не теряют своей активности при проведении очистки без подогрева моющей смеси и водонефтяной эмульсии;
- нанодезэмульгаторы являются эффективными как для очистки резервуаров от легких нефтепродуктов, так и от тяжелых высоковязких нефтей;
- позволяют снизить использование или полностью отказаться от ингибиторов коррозии, добавляемых в раствор ТМС.

Применение флоакулянтов на стадии сепарации (отделения механических примесей от эмульсии, образованной моющим средством и вымываемым нефтяным осадком), позволяет отделить не только крупные частицы примесей, но и даже самые мелкие взвешенные частицы, и эффективно удалить их из конечного нефтепродукта.

Таким образом, применение наиболее совершенных по своему составу и свойствам дезэмульгаторов и флоакулянтов позволяет значительно повысить качество очистки резервуаров мобильными комплексами.

Не маловажную роль в качестве очистки резервуаров, особенно резервуаров, предназначенных для хранения высоковязких нефтей и темных нефтепродуктов, таких как битумы, мазуты, гудроны и т.д., играет температура разжижающего агента или моющего средства, подаваемого под давлением в очищаемую емкость. Высокая температура агента позволяет посредством нагревания разжижать и удалять парафиновые компоненты подобных продуктов, что не всегда удается при обычной очистке без нагревания. Для нагревания ТМС в установках необходимо предусматривать наличие

					Повышение эффективности очистки резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

дополнительной секции, включающей в себя теплообменники для повышения температуры.

Общую производительность комплексов можно повысить, используя различное дополнительное оборудование. Например, при проведении работ с применением комплекса МегаМАКС применение роботизированной пушки позволяет увеличить производительность до 12,0 м³/ч, а использование шламового экстрактора – до 22 м³/ч.

Что касается прочих комплексов, на качество очистки влияет модификация и принцип работы моющих головок, помещаемых в резервуар. Наиболее эффективными на сегодняшний день считаются струйные турбинки, для которых характерны самые высокие силы воздействия. Они идеально подходят для очистки как небольших, так и более крупных резервуаров – диаметром до 23 метров. Данная модификация позволяет промывать всю емкость за счет вращения струй моющего средства на 360° и даже при низких давлениях проводить более эффективную очистку.

					Повышение эффективности очистки резервуаров	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

5 Расчетная часть

Расчет стенки на прочность проведен для резервуара РВС-20000 м³.

Исходные данные:

- радиус резервуара $r = 22,8$ м;
- высота резервуара $H = 12$ м;
- максимальная высота заполнения резервуара $H_{max} = 10434$ мм;
- плотность нефти $\rho = 850$ кг/м³;
- избыточное давление $P_s = 2,5$ кПа;
- модуль упругости стали $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа.

5.1 Проверочный расчет прочности стенки резервуара

При проектировании стенки резервуара учитываются следующие основные воздействия и нагрузки:

- гидростатическое давление нефти;
- вакуум;
- избыточное давление;
- ветровые нагрузки;
- снеговые нагрузки в зимнее время года;
- воздействие подтоварной воды на протекание коррозии днища и нижнего пояса резервуара;
- температурное воздействие окружающей среды;
- температурное воздействие хранимой среды.

Расчет на прочность для каждого пояса стенки резервуара проводится по формуле:

$$\sigma_x \leq \frac{\gamma_c \cdot R_{un}}{\gamma_m}, \quad (5.1.1)$$

где γ_c – коэффициент, учитывающий условия работы стенки резервуара при расчете на прочность.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Разраб.		Бокова А.А.			Расчетная часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Радюк К.Н.					49	99
Консульт.								
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						
						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		

Для нижнего пояса резервуара $\gamma_c = 0,7$, для остальных поясов $\gamma_c = 0,8$ [26];

γ_m – коэффициент надежности для листовых прокатов по материалу
Коэффициент одинаков для всех листов резервуара, изготовленных из одного материала $\gamma_m = 1,1$ [27].

По каталогу института ВНИКТИ Стальконструкция определяем марку стали, используемую для изготовления стенки резервуара объемом 20000 м³.
Выбираем высокопрочную низколигированную сталь марки 09Г2С-12 [24].

В расчетах стенки на прочность учитываем нормативное сопротивление материала стенки. Для данной марки стали $\sigma_x = 460$ МПа [25].

Для каждого пояса стенки резервуара по максимальному значению определяем гидростатическое давление по формуле:

$$p_x = \gamma_{f,0} \cdot \rho \cdot g \cdot (H - x) + P_{\text{раб}}, \quad (5.1.2)$$

$$P_{\text{раб}} = \gamma_{f,s} \cdot P_s^H = 1,2 \cdot 2,5 = 3 \text{кПа}, \quad (5.1.3)$$

где P_s^H – нормативное значение избыточного давления $P_s^H = 2,5$ кПа [26];

$\gamma_{f,s}$ – коэффициент надежности по избыточному давлению, $\gamma_{f,s} = 1,2$ [26];

$\gamma_{f,0}$ – коэффициент надежности по гидростатическому давлению, $\gamma_{f,0} = 1,0$ [27];

ρ – плотность нефти $\rho = 850$ кг/м³;

g – ускорение свободного падения $g = 9,81$ м/с²;

H – высота стенки резервуара, м.

Первый пояс $p_1 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 0) + 3000 = 103062$ Па;

второй пояс $p_2 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 1,5) + 3000 = 90554,25$ Па;

третий пояс $p_3 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 3) + 3000 = 78046,5$ Па;

четвертый пояс $p_4 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 4,5) + 3000 = 65538,75$ Па;

пятый пояс $p_5 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 6) + 3000 = 53053$ Па;

шестой пояс $p_6 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 7,5) + 3000 = 40523,25$ Па;

седьмой пояс $p_7 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 9) + 3000 = 28015,5$ Па;

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

восьмой пояс $p_8 = 1,0 \cdot 850 \cdot 9,81 \cdot (12 - 10,5) + 3000 = 15507,75 \text{ Па}$.

Вычисляем значения напряжений в стенке по формуле:

$$\sigma_x = \frac{p_x \cdot r}{t_{ф.х}}, \quad (5.1.4)$$

где r – радиус резервуара;

$t_{ф.х}$ – фактическая толщина стенки резервуара в рассматриваемом сечении;

P_x – гидростатическое давление в рассматриваемом сечении.

Первый пояс $\sigma_x = \frac{103062 \cdot 22,8}{0,009} = 215,5798 \cdot 10^6 \text{ Па} = 215,5798 \text{ МПа}$;

второй пояс $\sigma_x = \frac{90554,25 \cdot 22,8}{0,0109} = 189,4163 \cdot 10^6 \text{ Па} = 189,4163 \text{ МПа}$;

третий пояс $\sigma_x = \frac{78046,5 \cdot 22,8}{0,0103} = 172,7631 \cdot 10^6 \text{ Па} = 172,7631 \text{ МПа}$;

четвертый пояс $\sigma_x = \frac{65538,75 \cdot 22,8}{0,0106} = 140,9701 \cdot 10^6 \text{ Па} = 140,9701 \text{ МПа}$;

пятый пояс $\sigma_x = \frac{53053 \cdot 22,8}{0,0107} = 113,0475 \cdot 10^6 \text{ Па} = 113,0475 \text{ МПа}$;

шестой пояс $\sigma_x = \frac{40523,25 \cdot 22,8}{0,010} = 92,393 \cdot 10^6 \text{ Па} = 92,393 \text{ МПа}$;

седьмой пояс $\sigma_x = \frac{28015,5 \cdot 22,8}{0,0107} = 59,6966 \cdot 10^6 \text{ Па} = 59,6966 \text{ МПа}$;

восьмой пояс $\sigma_x = \frac{15507,75 \cdot 22,8}{0,0108} = 32,7385 \cdot 10^6 \text{ Па} = 32,7385 \text{ МПа}$.

Вычисляем допускаемую величину напряжений в стенке резервуара для каждого из поясов. Поскольку коэффициент условий работы стенки резервуара имеет значение $\gamma_c = 0,7$ для первого пояса и $\gamma_c = 0,8$ для поясов со второго по восьмой, то значение допускаемых напряжений для первого пояса будет отличаться от значений для остальных поясов.

Для первого пояса $\sigma_{\text{доп}} = \frac{0,7 \cdot 460}{1,1} = 292,727 \text{ МПа}$;

Для поясов со второго по восьмой $\sigma_{\text{доп}} = \frac{0,8 \cdot 460}{1,1} = 334,545 \text{ МПа}$.

Сравниваем полученные значения действующих и допускаемых напряжений и делаем вывод, что для всех восьми поясов, из которых собирается стенка резервуара, условие прочности выполняется.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

5.2 Расчет устойчивости стенки резервуара

Расчет устойчивости стенки резервуара выполняется проверкой соотношения:

$$\frac{\sigma_B}{\sigma_{B,кр}} + \frac{\sigma_\Gamma}{\sigma_{\Gamma,кр}} \leq \gamma_c \quad (5.2.1)$$

где σ_B – расчетное напряжение сжатия в кольцевом сечении рассматриваемого пояса от суммарного значения вертикально действующих расчетных внешних нагрузок и воздействий;

$\sigma_{B,кр}$ – критическое меридиальное напряжение;

σ_Γ – расчетное напряжение сжатия в вертикальном сечении рассматриваемого пояса от суммарного значения горизонтально действующих расчетных внешних нагрузок и воздействий;

$\sigma_{\Gamma,кр}$ – нижнее критическое напряжение в вертикальном сечении стенки.

Поскольку в процессе эксплуатации резервуара на его стенку и крышу оказывает воздействие ветер, а также снег в зимнее время года, то эти нагрузки должны быть учтены при расчете устойчивости стенки. Снеговая и ветровая нагрузка имеют нормативные значения равные $S_0 = 1,5$ кПа и $\omega_0 = 0,3$ кПа соответственно.

Расчетная величина результирующей снеговой нагрузки на крышу определяется по формуле:

$$S = S_0 \cdot \mu = 1500 \cdot 1 = 1500 \text{ Па} , \quad (5.2.2)$$

где S_0 – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли [27];

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, $\mu = 1$ [27].

Расчетная величина результирующей ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$\omega_m = \omega_0 \cdot k \cdot C = 230 \cdot 1,25 \cdot 0,5 = 201,25 \text{ Па} , \quad (5.2.3)$$

					Расчетная часть	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности, $k = 1,25$ [27];

C – коэффициент лобового сопротивления резервуара, $C = 0,5$ [27].

Наибольшие нагрузки в процессе эксплуатации испытывает первый пояс резервуара. Расчет устойчивости для этого пояса проводится без учета собственного веса стенки первого пояса. Для этого сначала вычисляем вес той части стенки, которая расположена выше рассчитываемого пояса, по формуле:

$$P'_{ст} = \frac{P_{ст}}{8} \cdot 7 = \frac{165800}{8} \cdot 7 = 145075 \text{ кг} = 1423186,75 \text{ Н} \quad (5.2.4)$$

$$P_k = 112800 \text{ кг} = 1106568 \text{ Н} \quad (5.2.5)$$

Вычисляем значение напряжения сжатия в кольцевом сечении первого пояса по формуле:

$$\sigma_B = \frac{P_k + P'_{ст} + \pi r^2 (S + P_d)}{2\pi r t} \quad (5.2.6)$$

$$\sigma_B = \frac{1106568 + 1423186,75 + 3,14 \cdot 22,8^2 (1500 + 600)}{2 \cdot 3,14 \cdot 22,8 \cdot 0,009} = 1,778 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

В соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85 [27] вычисляем критическое меридиальное напряжение.

Поскольку $\frac{r}{t} = \frac{22,8}{0,009} = 753,85 > 300$, то:

$$\sigma_{в.кр} = c \cdot E \cdot \frac{t}{r} = 0,06 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,009}{22,8} = 4,87895 \cdot 10^6 \quad (5.2.7)$$

где c – параметрический коэффициент, $c = 0,06$ [28];

E – модуль упругости, $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа.

Далее вычисляем напряжение сжатия в вертикальном сечении первого пояса (5.2.8):

$$\sigma_r = \frac{r \cdot p_d \cdot \omega_m}{t} = \frac{22,8 \cdot (600 + 201,25)}{0,009} = 2,029 \cdot 10^6 \text{ Па}. \quad (5.2.8)$$

Затем вычисляем нижнее критическое напряжение в вертикальном сечении стенки:

$$\sigma_{г.кр.} = 0,55 \cdot E \cdot \frac{r}{H} \left(\frac{t_{ср}}{2} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,55 \cdot 2,06 \cdot 10^{11} \cdot \frac{22,8}{12} \cdot \left(\frac{0,012}{2} \right)^{\frac{3}{2}} = 100,048 \cdot 10^6$$

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Проверяем выполнение устойчивости стенки резервуара при воздействии на нее вертикальных и горизонтальных внешних нагрузок:

$$\sigma_B = 1,778 \text{ МПа} < \sigma_{B.кр} = 8,00346 \text{ МПа};$$

$$\sigma_\Gamma = 2,029 \text{ МПа} < \sigma_{\Gamma.кр} = 100,048 \text{ МПа}$$

Условие устойчивости выполняется. Проверяем выполнение условия общей устойчивости стенки:

$$\frac{\sigma_B}{\sigma_{B.кр}} + \frac{\sigma_\Gamma}{\sigma_{\Gamma.кр}} \leq \gamma_c, \quad (5.2.9)$$

где $\gamma_c = 1$ – коэффициент условий работы стенки резервуара вертикального стального при расчете ее на устойчивость.

$$\frac{1,778}{4,87895} + \frac{2,029}{100,048} = 0,3847 < 1$$

Поскольку требуемое соотношение выполняется, можно сделать вывод о выполнении условия общей устойчивости стенки.

5.3 Расчет на остаточную прочность стенки резервуара

Конструкция стенки резервуара предполагаем уменьшение толщины листов с высотой резервуара: чем выше располагается пояс, тем меньше его толщина относительно первого пояса. Это приводит к возрастанию кольцевых напряжений в корпусе. Наибольшие значения имеют кольцевые напряжения, определяемые на уровне на 300 мм выше нижней кромки каждого пояса резервуара. Эти напряжения считаются наиболее опасными для корпуса резервуара.

В основу расчета стенки резервуара на остаточную стоимость заложены свойства стали, из которой изготавливаются листы стенки резервуара, а также данные полученные в результате проведения толщинометрии, которые отражают фактические толщины поясов.

Максимальные кольцевые напряжения для всех поясов резервуара определяются по формуле:

$$\sigma_{max} = \frac{(\gamma_{f,0} \cdot \omega_0 \cdot (H-x) + \gamma_{f,s} \cdot P_s) \cdot R_p}{\delta_{x \max}}, \quad (5.3.1)$$

					Расчетная часть	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где σ_{max} – расчетные максимальные кольцевые напряжения;

$\gamma_{f,0}$ – коэффициент надежности по гидростатическому давлению, $\gamma_{f,0} = 1,1$ [27];

$\omega_0 = 0,3$ кПа – нормативное значение ветровой нагрузки на резервуар;

H_{max} – максимальная высота заполнения резервуара, $H = 10434$ мм;

$\gamma_{f,s}$ – коэффициент надежности по избыточному давлению, $\gamma_{f,s} = 1,2$;

P_s – избыточное давление, $P_s = 2,5$ кПа;

R_p – радиус резервуара $R_p = 22800$ мм.

Рассчитываем кольцевые напряжения стенки резервуара (с учетом дефектов выявленных при визуальном осмотре и дефектоскопии наружной поверхности корпуса) при максимальном уровне налива продукта, определенному в проектной документации на рассматриваемый резервуар. Полученные данные оформляем в таблице 2. В эту же таблицу вносим данные толщинометрии.

Таблица 2 – Максимальные кольцевые напряжения стенки

Координата расчетного сечения	Минимальная фактическая толщина стенки резервуара, мм	Максимальные кольцевые напряжения стенки при $H = 10434$ мм, МПа	Допускаемое значение напряжения для стали, МПа
300	10,1	2,020	2,741
1800	10,9	1,872	
3300	10,4	1,962	
4800	10,5	1,943	
6300	10,7	1,907	
7800	10,8	1,889	
9300	10,7	1,907	

Проверка прочности корпуса резервуара с учетом хрупкого разрушения в соответствии со СНиП II-23-81* производится по формуле:

$$\sigma_{max} < \left[\frac{\gamma_c \cdot R_{un}}{\gamma_m} \right], \quad (5.3.2)$$

где σ_{max} – кольцевые напряжения стенки при максимальной высоте налива, вычисленные по формуле (5.3.1);

R_{un} – расчетное сопротивление стали 09Г2С по временному сопротивлению, $R_{un} = 460$ МПа [28];

γ_c – коэффициент условий работы резервуара, $\gamma_c = 0,7$ для первого пояса, $\gamma_c = 0,8$ для остальных поясов [28].

γ_m – коэффициент надежности по материалу для листовых прокатов, $\gamma_m = 1,1$ [28].

Сравниваем полученные значения с допустимой величиной равной 2,741МПа и делаем вывод, что условие прочности при максимальной высоте налива продукта $H = 10434$ мм выполняется.

5.4 Оценка ресурса стенки резервуара

Число полных циклов наполнения резервуара до образования макротрещины определяется по формулам [29]:

$$N_0 = \frac{1}{4} \left(\frac{1,28 \cdot E \cdot \ln\left(\frac{1}{1-\Psi}\right)}{1,28 \cdot \frac{n_\sigma \sigma_a^*}{\varphi_c} - \sigma_{-1}} - 1 \right)^2, \quad (5.4.1)$$

$$N_0 = \frac{1}{4n_N} \left(\frac{1,28 \cdot E \cdot \ln\left(\frac{1}{1-\Psi}\right)}{1,28 \cdot \frac{\sigma_a^*}{\varphi_c} - \sigma_{-1}} - 1 \right)^2, \quad (5.4.2)$$

где E – модуль упругости, $E = 2,06 \cdot 10^5$ МПа;

Ψ – относительное сужение, $\Psi = 0,55$ для стали 09Г2С;

σ_a^* - амплитуда условных напряжений в расчетной точке стенки, МПа [29];

σ_{-1} – предел выносливости для материала стенки, $\sigma_{-1} = 120$ МПа;

φ_c – коэффициент, учитывающий снижение характеристик в результате сварки для малоуглеродистой стали, $\varphi_c = 0,9$ [29];

n_N – коэффициент запаса долговечности, $n_N = 10$;

n_σ – коэффициент запаса по напряжениям, $n_\sigma = 2$.

Амплитуда условных напряжений определяется по формуле 5.4.3:

$$\sigma_a^* = 0,5 \cdot K_\sigma \cdot \sigma_H = 0,5 \cdot 2,42 \cdot 2,741 = 3,317 \text{ МПа}, \quad (5.4.3)$$

где K_σ – коэффициент концентрации напряжений в упругопластической зоне,

$K_\sigma = 2,4$;

σ_H – номинальное напряжение в стенке резервуара.

					Расчетная часть	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Номинальное напряжение в стенке резервуара рассчитывается по формуле:

$$\sigma_H = \frac{\rho \cdot g \cdot (H_{max} - x) \cdot r}{\delta} \quad (5.4.4)$$

Подставляем значения параметров в формулы (5.4.1) и (5.4.2):

$$N_0 = \frac{1}{4} \left(\frac{1,28 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot \ln\left(\frac{1}{1-0,55}\right)}{1,28 \cdot \frac{2 \cdot 3,317}{0,8} - 120} - 1 \right)^2 = 9475$$

$$N_0 = \frac{1}{4 \cdot 10} \left(\frac{1,28 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot \ln\left(\frac{1}{1-0,55}\right)}{1,28 \cdot \frac{3,317}{0,8} - 120} - 1 \right)^2 = 5024$$

Корректируем минимальное из полученных значений с учетом коррозии по формуле:

$$N = N_0 \cdot (1 - \beta_{kc}), \quad (5.4.5)$$

где N_0 – ресурс стенки резервуара без учета коррозионного воздействия;

β_{kc} – коэффициент влияния среды, для частот до 1,0 Гц $\beta_{kc} = \lambda \cdot \lg N_0$

Коэффициент коррозии $\lambda = 0,1$ при отсутствии мер по снижению коррозионного воздействия.

$$\beta_{kc} = \lambda \cdot \lg N_0 = 0,1 \cdot \lg 5024 = 0,37$$

$$N = N_0 \cdot (1 - \beta_{kc}) = 5024 \cdot (1 - 0,37) = 1859$$

Зная остаточный ресурс стенки резервуара, остаточный срок службы можно определить по формуле:

$$T = \frac{N}{n_0},$$

где n_0 – число полных циклов заполнения резервуара

$$T = \frac{N}{n_0} = \frac{1859}{48} = 38$$

Таким образом, минимальный срок службы данного резервуара при условии заполнения 48 циклов в год составляет 38 лет.

					Расчетная часть	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Проведем сравнительный анализ экономической эффективности проведения работ по очистке резервуара РВС объемом 5000 м³ для хранения светлых нефтепродуктов с помощью мобильных комплексов МегаМАКС (США) и МКО-1000 (Россия).

6.1 Расчёт нормативной продолжительности выполнения работ

Для обеспечения эксплуатационной надежности резервуаров с нефтепродуктом необходимо соблюдение правил их технической эксплуатации, контроля, выявления и устранения дефектов. Необходимым условием выполнения этих работ является своевременный ремонт резервуаров с предварительной зачисткой от остатков нефтепродуктов и их отложений.

Нормы времени на зачистку резервуаров составлены на основе опыта выполнения работ по зачистке резервуаров на предприятиях нефтепродуктообеспечения и опыта применения РД 112-РСФСР-021-89 Инструкция по зачистке резервуаров.

Нормы времени на зачистку резервуаров РВС комплексом МегаМАКС объемом до 5000 м³ приведены в таблице 3.

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Бокова А.А.				Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Радюк К.Н.						58	99
Консульт.	Романюк В.Б.					НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.	Бурков П.В.							

Таблица 3 – Нормы времени на зачистку резервуаров комплексом МегаМАКС

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность работ, часов	Состав бригады, человек
1	Подготовка моечной машины: установка оборудования, монтаж моечного оборудования в резервуаре, подключение трубопроводов, заземление модулей и резервуара	6	3
2	Подготовка резервуара: демонтаж арматуры, разлуживание	8	3
3	Выкачка остатка нефтепродукта	5	3
4	Дегазация	1	3
6	Мойка	2	3
9	Демобилизация комплекса: демонтаж моечного оборудования из резервуара, демонтаж трубопроводов	6	3
11	Залуживание резервуара, демонтаж арматуры	1	3
	Оформление документов	0,5	1
	Продолжительность работ по очистке, итого	29,5	

Нормы времени на зачистку резервуаров РВС комплексом МКО-1000 объемом до 5000 м³ приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Нормы времени на зачистку моечными машинами МКО-1000

№ п/п	Наименование работ	Норма времени, час.	Состав бригады, человек
1	Подготовка моечной машины: подключение заземления, электропитания, подсоединение трубопроводов	10	3
2	Подготовка резервуара: демонтаж арматуры, разлуживание	8	3
3	Выкачка остатка нефтепродукта	5	3
4	Дегазация	1	3
5	Монтаж моечного оборудования в резервуаре	2	3
6	Мойка	6	3
7	Демобилизация комплекса: демонтаж моечного оборудования из резервуара, демонтаж трубопроводов	12	3
8	Удаление осадка вручную	2	3
9	Залуживание резервуара, демонтаж арматуры	8	3
10	Оформление документов	0,5	3
	Продолжительность работ по очистке, итого	54,5	

Составим линейные календарные графики проведения работ по очистке резервуара РВС-5000м³ на объекте с применением мобильного комплексов МКО-1000 и МегаМАКС (таблицы 5,6).

Таблица 5 – График проведения очистки комплексом МКО-1000

Наименование операции	Всего часов	Дни												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Подготовительные работы	26	■	■	■										
Очистка резервуара	8				■									
Демонтаж оборудования	20,5					■	■	■						
Итого	54,5													

Таблица 6 – График проведения очистки комплексом МегаМАКС

Наименование операции	Всего часов	Дни												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Подготовительные работы	20	■	■	■										
Очистка резервуара	2			■										
Демонтаж оборудования	7,5				■									
Итого	29,5													

6.2 Расчет сметной стоимости работ произведем ресурсным методом.

Ресурсный метод - калькулирование в текущих (прогнозных) ценах и тарифах ресурсов (элементов затрат), необходимых для реализации проектного решения. При составлении смет используются натуральные измерители расхода материалов и конструкций, затрат времени эксплуатации машин и оборудования, затраты труда рабочих, а цены на указанные ресурсы принимаются текущие (т.е. на момент составления смет). Использование данного метода позволяет определить сметную стоимость объекта на любой момент времени.

Основу сметного расчёта составляют затраты на материальные ресурсы, трудовые затраты на заработную плату и страховые взносы, а также амортизация основных фондов. Проведем расчет данных затрат на 1 одну очистку резервуара с применением ручного способа и с применением мобильного комплекса МКО-1000 (таблицы 7,8).

Таблица 7 – Расчет стоимости материалов на очистки комплексом МегаМАКС

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./нат. ед.	Стоимость материалов, тыс.руб.
Диз.топливо для двигателя МегаМАКСа	18 л/час	33 руб/л	1,19
Диз.топливо для двигателя фазаразделения	14 л/час	33 руб/л	0,92
Диз.топлива для теплообменника	30 л/час	33 руб/л	1,98
Итого			4,09

Таблица 8 – Расчет стоимости материалов на проведение очистки комплексом МКО -1000

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, нат. ед.	Цена за единицу, руб./нат. ед.	Стоимость материалов, тыс. руб.
Техническая моющая смесь «Вега ЧМ»	0,006 кг/м ³	50 руб./кг	1,5
Ветошь	1 м ² /м ²	36 руб./м ²	10,0
Опилки	5 кг/м ²	15 руб./кг	12,0
Итого			23,5

К расходам на оплату труда относятся суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда. Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др. Начисления стимулирующего или компенсирующего характера – надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

праздничные дни и др.

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др. Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования. Расчет заработной платы можно свести в таблицы 9,10.

Таблица 9 – Расчет заработной платы при проведении работ комплексом МКО-1000

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Инженер	1	8	600	0,5	300
Разнорабочий	2		350	24	16 800
Оператор установки	2		400	30	24 000
Итого				54,5	41 100

Таблица 10 – Расчет заработной платы при проведении работ комплексом МегаМАКС

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Инженер	1	8	600	0,5	300
Оператор установки	3		400	29	34 800
Итого				29,5	35 100

Страховые взносы определяются согласно установленным Налоговым кодексом РФ. Основная сумма страховых взносов складывается из страховых взносов в государственные внебюджетные фонды и страховых взносов в фонд социального страхования на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, составляющих 30% и 20% соответственно от фонда заработной платы (таблица 11).

Таблица 11 – Страховые взносы

Метод, применяемый при проведении работ	Сумма страховых взносов, руб.
1. Метод с применением мобильного комплекса МегаМАКС	10 600
2. Метод с применением мобильного комплекса МКО-1000	12 412

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицы 12 и 13 для каждого метода соответственно.

Таблица 12 – Расчет амортизационных отчислений при проведении работ комплексом МКО-1000

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, млн. руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, тыс. руб./смену
		одного объекта	всего		
Установка МКО-1000	1	32,0	32,0	10	29,2
ИТОГО		32,0	32,0		29,2

Таблица 13 – Расчет амортизационных отчислений при проведении работ комплексом МегаМАКС

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, млн. руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, млн. руб./смену
		одного объекта	всего		
Установка МегаМАКС	1	120	120	10%	27,4
ИТОГО		120	120		27,4

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма прямых затрат на проведение организационно-технического мероприятия по форме таблиц 14 и 15.

Таблица 14 – Затраты на проведение очистки комплексом МКО-1000

Состав затрат	Сумма затрат, тыс. руб.
1. Материальные затраты	23,5
2. Затраты на оплату труда	41,1
3. Страховые взносы	12,4
4. Амортизационные отчисления	29,2
Итого основные расходы	106,2

Таблица 15 – Затраты на проведение очистки резервуара с применением комплекса МегаМАКС

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	4,09
2. Затраты на оплату труда	35,1
3. Страховые взносы	10,6
4. Амортизационные отчисления (Установка МегаМАКС)	27,4
Итого основные расходы	77,19

Составим общую смету затрат на проведение работ по очистке с применением мобильных комплексов МКО-1000 и МегаМАКС (таблица 16).

Таблица 16 – Смета затрат на выполнение работ

№ п/п	Статьи затрат	Сумма затрат, руб.	
		МегаМАКС	МКО-10000
1	Материалы и комплектующие	4 090	1 500
2	Оплата труда	35 100	41 400
3	Страховые взносы	10 600	12 500
4	Амортизация основных средств	27 400	29 200
5	Накладные расходы	7 700	8 400
6	Командировки и служебные разъезды	0,00	0,00
7	Прочие расходы, в т.ч.:	77,24	198,09
7.1	Оплата транспортных услуг	0,00	0,00
7.2	Оплата услуг связи	2,39	0,40
7.3	Коммунальные услуги	74,85	197,69
8	Итого собственных затрат	84 967,24	93 198,09

Вывод: в результате проведенных расчетов и полученных данных можно сделать вывод, что применение зарубежного комплекса МегаМАКС позволяет сократить общую стоимость проведения работ по очистке на примере резервуара РВС объемом 5000м³ по сравнению со стоимостью тех же работ, но с применением российской установки МКО-1000. Расчет показал, что затраты на оплату труда работников сократились 15,2%, страховые взносы – на 14,5%, а накладные расходы – 8,3% по сравнению с проведением очистки ручным способом (рисунок 11).

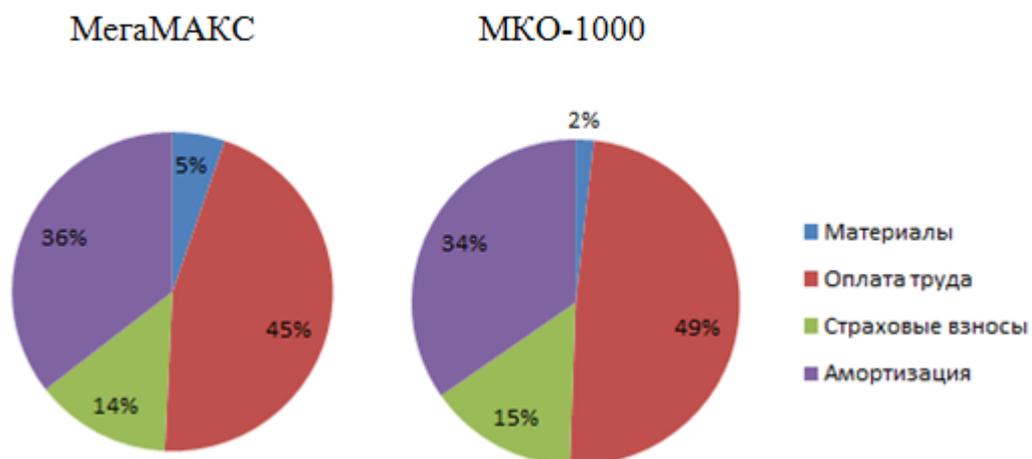


Рисунок 11 – Структуры затрат на выполнение работ

Экономическая эффективность производства измеряется путём сопоставления результатов производства (эффекта) с затратами или применяемыми ресурсами. Расчёты экономической эффективности производства производятся по системе показателей, которые группируются по содержанию показателей, отражающих эффективность использования в производстве элементов затрат и ресурсов на обобщающие и частные показатели. К обобщающим показателям относятся следующие:

- рост производства продукции в стоимостном выражении;
- производство продукции на 1 руб. затрат;
- относительная экономия основных производственных фондов, нормируемых оборотных средств, материальных затрат, фонда оплаты труда;
- общая рентабельность.

Система частных показателей включает показатели:

- эффективности использования труда (выработка, трудоёмкость);
- эффективности использования основных фондов (фондоотдача, фондоёмкость);
- эффективности использования оборотных средств (коэффициент оборачиваемости, период оборота);

– эффективности капитальных вложений (срок окупаемости, коэффициент эффективности капитальных вложений, удельные капитальные вложения);

– эффективности использования материальных ресурсов (материалоёмкость, материалоотдача).

С помощью руководителя организационно-экономической части дипломного проекта, исходя из темы дипломного проекта выбирается методика и направления расчетов экономической, социальной, экологической эффективности мероприятия.

Расчеты показали, что прямые и текущие расходы на проведение очистки резервуара РВС объемом 5000 м³ выше при проведении очистки комплексом МКО-1000, чем при использовании мобильного комплекса МегаМАКС. Динамика основных затрат представлена на рисунке 12. Затраты на оплату труда работников сократились 15,2%, накладные расходы – на 8,3% по сравнению с проведением очистки МКО-1000. Стоит отметить, что при проведении работ МегаМАКСом наблюдается рост затрат на материалы, однако на общей стоимости проведения работ это увеличение влияет не существенно.

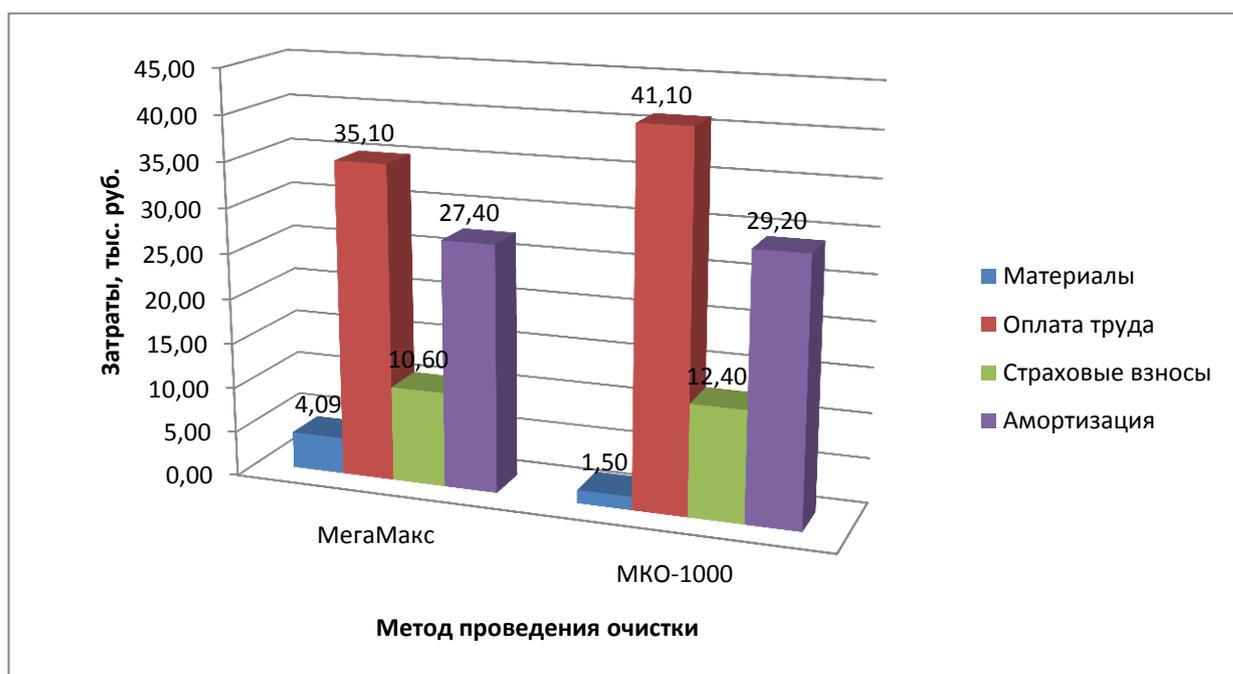


Рисунок 12 – Динамика основных затрат

Произведем расчет экономического эффекта, который наблюдается при применении новой техники мойки резервуара.

Экономический эффект \mathcal{E}_T рассчитывается как разница между затратами на проведение одной очистки резервуара при ручном методе и в случае применения установки МКО-1000:

$$\mathcal{E}_m = Z_{MCO} - Z_{МегаМАКС} = 93\,198,09 - 84\,967,24 = 84\,230,85 \text{ рублей}$$

Эффект связан с уменьшением затрат на оплату труда работникам, на накладные расходы, необходимые для проведения работ, а также затрат на страховые взносы.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

7 Социальная ответственность

В данном разделе представлен анализ вредных и опасных факторов при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарном парке. Так же рассмотрены вопросы экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях при удалении твердых отложений из резервуаров вертикальных стальных типа РВС объемом до 20000 м³.

7.1 Производственная безопасность

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при удалении твердых отложений из резервуаров вертикальных стальных типа РВС 20000 м³ (таблица 17). Резервуар металлический, каркасный, по форме – цилиндрический, по способу организации- со стационарной крышей и понтоном. Резервуар располагается на территории резервуарного парка на открытой местности.

Таблица 17 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-88.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Очистка внутренней полости резервуара от донных отложений и остатков нефти	<i>Физические</i>		
		1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)	ГОСТ 12.1.003 -74 ССБТ [34]
		2. Поражение Электрическим током	ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ [35]
		3. Пожаровзрывобезопасность на рабочем месте	ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ[38] ФЗ –от 22.07.2013г. №123 [39]

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Бокова А.А.				Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Радюк К.Н.						68	99
Консульт.	Грязнова Е.Н.					НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.	Бурков П.В.							

Продолжение таблицы 17

Очистка внутренней полости резервуара от донных отложений и остатков нефти		4. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	СанПиН 2.2.4.548-96 [40], ГОСТ 12. 1. 007 – 76 [41], ГОСТ 17. 2. 1. 03-84 [42]
	1.Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны		СанПиН 2.2.4.548-96 [43] СНиП 41-01-2013 [44]
	2.Повышение уровней шума		ГОСТ 12.1.003–2014 [45] ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ [46]
	3.Недостаточная освещенность рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [47] СП 52.13330.2011 [48]
	4.Поражение насекомыми		ГОСТ Р 12.4.296 - 2013 [36]
	<i>Химические</i>		
	5.Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны		ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [49] ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ [50]

7.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при очистке резервуара от остатков нефти и нефтепродуктов, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

Отклонение показателей микроклимата

Воздействие нагревающего микроклимата оказывает вредное влияние на организм работающего, способствуя ухудшению самочувствия, понижению работоспособности и нарушению здоровья.

Проведение работ по очистке резервуара проводится преимущественно в теплое время года, как правило в летние месяцы. Жаркая погода приводит к ухудшению условий труда работающих на открытой местности.

Работы в нагревающем микроклимате необходимо проводить при соблюдении мер профилактики перегревания и рекомендаций относительно режима работ. Для профилактики перегревания организма (гипертермии) необходимо организовать рациональный режим работы. При работах на открытом воздухе и температуре наружного воздуха 35 °С и выше продолжительность периодов непрерывной работы должна составлять 15-20 минут с последующей продолжительностью отдыха не менее 10-12 минут в охлаждаемых помещениях. При этом допустимая суммарная продолжительность термической нагрузки за рабочую смену не должна превышать 4-5 часов, для лиц использующих специальную одежду для защиты от теплового излучения и 1,5-2 часа для лиц без специальной одежды [60].

Работа при температуре наружного воздуха более 37 °С по показателям микроклимата относится к опасным (экстремальным). Не рекомендуется проведение работ на открытом воздухе при температуре свыше 37 °С. Следует изменить порядок рабочего дня, перенося такие работы на утреннее или вечернее время.

Для защиты от чрезмерного теплового излучения необходимо использовать специальную одежду или одежду из плотных сортов ткани. Рекомендуется допускать к такой работе лиц не моложе 25 и не старше 40 лет.

В целях профилактики обезвоживания организма рекомендуется правильно организовать и соблюдать питьевой режим. Питьевая вода должна быть в достаточном количестве и в доступной близости.

					Социальная ответственность	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Пить воду следует часто и понемногу, чтобы поддерживать хорошую гидратацию организма (оптимальное содержание воды в организме, которое обеспечивает его нормальную жизнедеятельность, обмен веществ). При температуре воздуха более 30 °С и выполнении работы средней тяжести требуется выпивать не менее 0,5 л воды в час - примерно одну чашку каждые 20 минут [60].

Повышение уровней шума.

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА [51].

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 6-8 дБА. 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 [52].

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Для площадок, выделенных для размещения оборудования, необходимого для проведения работ по очистке, необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 2 лк независимо от применяемых источников света, за исключением автодорог [53].

При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ

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

не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов [54]. Для освещения внутри резервуара должны применяться переносные светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не более 12 В [74].

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны.

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализатора или рудничной лампы. 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 10 мг/м³ [55].

ПДК некоторых веществ, входящих в состав нефти, паров нефти и веществ участвующих в технологических процессах хранения и транспортировки углеводородов [55]:

- метан по санитарным нормам относится к 4-му классу опасности (малоопасные вредные вещества со значением ПДК в пересчете на углерод) – 300 мг/м³.
- ПДК сероводорода в присутствии углеводородов (C₁-C₅) – 3 мг/м³ (2-ой классу опасности).
- ПДК сернистого газа (SO₂) в воздухе рабочей зоны 10 мг/м³ (3 класс – умеренно опасные вредные вещества).
- ПДК метанола в воздухе рабочей зоны (по санитарным нормам) – 5 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 1-, 2-, 3-го классов опасности (ртуть, серная кислота, сероводород, метанол и т.д.) должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование СИЗ [56].

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

Уменьшение неблагоприятного воздействия запыленности и загазованности воздуха достигается за счет регулярной вентиляции рабочей зоны.

Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах («Лепесток», Ф-62Ш, У-2К, «Астра-2», РП-КМ и др.), защитных очках и комбинезонах.

Поражение насекомыми

При проведении работ в летнее время года возникает опасность в воздействие на здоровье человека различных видов насекомых, таких как, например, гнуса (комаров, мокрецов, мошек, слепней), блох, клещей и т.д., которые являются переносчиками возбудителей инфекционных заболеваний.

Для защиты работников от возможного негативного воздействия насекомых следует применять специальные средства индивидуальной защиты, такие как спецодежда и специальные средства, для обработки одежды и кожи.

Конструкция спецодежды должна обеспечивать защиту от клещей и насекомых за счет:

- плотного прилегания к телу пользователя по низу рукавов и брюк, горловине;
- отсутствия возможности проникновения клещей и насекомых к телу пользователя через застёжки или вентиляционные отверстия;
- наличия капюшона;
- возможности применения двухслойного (или многослойного) пакета одежды;
- других элементов, обеспечивающих защиту.

7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Рассмотрим опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при удалении твердых отложений

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

из резервуаров вертикальных стальных типа РВС 20000 м³, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов.

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные).

Скорость движения автотранспорта, по строительной площадке и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например двуручное управление), предотвращающие травмирование.

Также необходимо соблюдать технику безопасности при работе оборудования, машин и механизмов, а их эксплуатацию должны выполнять только лица, имеющие на это право [57].

Поражение электрическим током

Установка, с помощью которой производится предварительная зачистка внутренней полости резервуара, является энергозависимой и требует подключения к электричеству, а соответственно, к специальным требованиям по безопасности.

Чтобы предупредить возможность случайного проникновения и тем более прикосновения к токоведущим частям установки по очистке, находящимся под напряжением, используются защитные сетчатые и смешанные ограждения (переносные временные ограждения и плакаты). Ограждению подлежат неизолированные токоведущие части выключателей, подающих напряжение на установки [58].

Предусмотреть технических средств электробезопасности: применение малых напряжений (12-42 В), защитное заземление (4-10 Ом), устройство защитного отключения [58].

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

Для защиты от поражения электрическим током персонала необходимо использовать следующие средства индивидуальной защиты: диэлектрические перчатки и галоши (дежурные), резиновые коврики, изолирующие подставки.

Защита взрывоопасных сооружений и наружных установок от прямых ударов молнии выполняется отдельно стоящими молниеотводами и прожекторными мачтами с молниеотводами. Все металлические, нормально нетоковедущие части электрооборудования, могущие оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции, присоединяются к защитному заземлению.

Для защиты от электрической индукции и отвода зарядов статического электричества все технологическое оборудование и аппараты заземляются путем присоединения к защитному контуру заземления или специально сооружаемому для этой цели очагу заземления.

Предусматривается глухое заземление нейтрали силовых трансформаторов на стороне низкого напряжения. Сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом [58].

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала от поражения электрическим током предусматривается защитное зануление и устройства защитного отключения (УЗО).

Все металлические части электроустановок, нормально не находящиеся под напряжением, подлежат занулению путем электрического соединения с глухозаземленной нейтралью источника питания посредством нулевых защитных проводников.

Пожарная безопасность

Хранилища нефтепродуктов создают потенциальную опасность возникновения утечек или аварийных разливов из оборудования, резервуаров, труб, в основном во время операций по приему и отпуску нефтепродуктов, а также при нарушении правил безопасности при проведении работ по зачистке резервара.

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

Хранение и перемещение нефти и нефтепродуктов также представляет значительный риск возникновения пожара и взрыва в силу того, что по своей природе нефтепродукты огнеопасны и горючи. Особенно это касается накопленных паров в резервуарах хранения. К потенциальным источникам возгорания относятся искры из-за статического электричества, молнии и открытый огонь.

Работы по зачистке резервуаров на объектах магистральных нефтепроводов должны выполняться с соблюдением РД 13.220.00-КТН-575-06 «Правила пожарной безопасности на объектах магистральных нефтепроводов ПАО «АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ», РД 153-39ТН-012-96 «Инструкции по пожаровзрывобезопасной технологии очистки нефтяных резервуаров», РД 153-39 ТН 013-96 «Инструкции по обеспечению пожаровзрывобезопасности эксплуатации и ремонта нефтяных резервуаров резервуарных парков магистральных нефтепроводов».

Оборудование должно соответствовать стандартам проектирования, целостности и операционной деятельности для исключения происшествий катастрофического масштаба и предотвращения накопления статического электричества.

У резервуаров хранения должна иметься надлежащая вторичная обваловка. Все элементы инфраструктуры должны проходить регулярную проверку и техническое обслуживание.

В организациях должны иметься хорошо разработанные системы управления пожарным риском и планы ликвидации аварии.

Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, трубопровод под давлением.

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

Резервуарный парк относится:

- к категории «А» по взрыво- и пожароопасности;
- к классу взрывоопасности «В-1а»;
- к категории молниезащиты «II».

С целью обеспечения взрыво-пожаро безопасности в резервуарных парках для паров углеводородов установлена предельно-допустимая взрывобезопасная концентрация ПДВК= 2100 мг/м³ [59].

Запрещается:

- производство каких-либо работ и допуск людей внутрь резервуара при концентрации паров нефти выше 2 г/м³;
- проводить дегазацию резервуара паром, имеющим температуру выше +120⁰С и давление выше 0,4 МПа;
- использовать невзрывозащищенное и неискробезопасное оборудование и инструмент, а также оборудование и инструмент, не обеспеченные защитой от статического электричества;
- вентилирование резервуара при скорости ветра менее 1 м/с;
- вентилирование резервуара при нарушении целостности взрывозащиты и заземления вентиляционной установки;
- подавать размывающую воду на слой отложений (только под слой).

Для безопасного проведения технологических операций по дегазации и удаления остатков нефти необходимо:

- оставить схему пропарки резервуара с указанием мест и способов подачи водяного пара и мест отвода газовых выбросов;
- становить режим пропарки резервуара (продолжительность, давление, производительность подачи, температуру и т.п.);
- ознакомить ответственных лиц и проинструктировать непосредственных исполнителей о порядке пропарки;
- подготовить необходимые вспомогательные материалы и оборудование.

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

При пропарке резервуара внутри него должна поддерживаться температура не ниже 78⁰С.

Во время работ не допускается нахождение людей, не связанных с проводимыми работами.

Автомобили и спецтехнику, задействованную при производстве работ по зачистке резервуара, следует располагать за обвалованием резервуара. Выхлопные трубы от двигателей машин и механизмов должны быть оборудованы искрогасителями.

Для местного освещения необходимо применять аккумуляторные фонари во взрывозащищенном исполнении, напряжением 12В. Включать и выключать их следует за пределами кавычки резервуара. Радиотелефоны (носимые средства связи), используемые в пределах взрывоопасных зон должны быть искробезопасного исполнения вида «Взрывобезопасная электрическая цепь», и иметь на корпусе соответствующую маркировку взрывозащиты.

При проведении работ запрещается:

- приступать к работе при неисправном оборудовании и аппаратуре;
- использовать замазученную и пропитанную нефтепродуктами спецодежду;
- допускать к работе специалистов и рабочих, не имеющих квалификационного удостоверения и талона по пожарной безопасности.

Распределительные электрощиты нормального (не взрывозащищенного) исполнения необходимо устанавливать за кавычки резервуара, на расстоянии не ближе 30 метров от электронасосов.

Газоопасные работы, проводимые по зачистке резервуара, разрешаются только при наличии наряда-допуска, согласованного с начальником объектовой пожарной охраны.

Автоматическая система пожаротушения резервуара, в котором ведутся работы по очистке, должна находиться в работоспособном состоянии.

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

При проведении работ по зачистке должно быть постоянное дежурство пожарного расчета и автоцистерны.

Пожарный автомобиль должен быть заполнен водой и пенообразователем, укомплектован пожарно-техническим вооружением в соответствии с нормами и установлен на пожарный гидрант, или пожарный водоём.

На месте производства работ необходимо иметь запас пенообразователя из расчета 250 л. пенообразователя на один пожарный автомобиль.

Все средства пожаротушения должны находиться в готовности (исправном состоянии) на всем протяжении работ. При отрицательной температуре воздуха вода и пенообразователь в цистерне должны подогреваться для предотвращения их замерзания.

Боевой расчет пожарной автоцистерны должен включать: водителя и 2-х пожарных. На период проведения работ по зачистке резервуара должно быть произведено предварительное развертывание с прокладкой рукавных линий, подсоединением пеногенераторов.

Перед началом производства газоопасных работ необходимо проверить работу пеногенераторов путем пробной подачи пены.

На весь период работ, ответственный за проведение работ обязан не загромождать дороги и проезды для следования пожарной техники к месту производства работ.

Машины и механизмы, используемые в резервуарном парке, должны иметь исправное электрооборудование, а их выхлопные трубы, должны быть оборудованы искрогасителями.

Персоналу иметь средства индивидуальной защиты.

Первичные средства пожаротушения:

- кошма, войлочное, или асбестовое полотно размером 2x1,5м – 4 шт.;
- огнетушители порошковые ОП-10 , или воздушно-пенные емкостью по 10 л.- по 10 шт. и углекислотные ОУ-8 – 5 шт., или один

огнетушитель ОП-50;

					Социальная ответственность	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- лопаты – 2 шт.;
- ящики с песком объёмом не менее 2 м³.

Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов

В процессе проведения работ по очистке резервуаров с применением того или иного оборудования возникает вероятность перегрева его механических частей и его поверхностей, что в свою очередь влечет за собой опасность получения работниками ожогов при соприкосновении с нагретыми поверхностями.

Для оценки риска ожога при соприкосновении кожи с горячей поверхностью машины необходимо измерить температуру этой поверхности. Температуру поверхности следует измерять в тех частях машины, где может произойти контакт кожи с поверхностью. Измерение следует проводить в нормальных условиях работы машины. Должен быть учтен наибольший нагрев поверхности машины, имеющий место перед окончанием работы.

Если измеренная температура поверхности машины равна или превышает ожоговый порог, то существует риск ожога кожи при контакте ее с горячей поверхностью. Необходимые защитные меры должны реализовываться применительно к персоналу. Могут быть приняты следующие меры как одиночные, так и в комбинации [75].

Конструктивные меры:

- снижение температуры поверхности;
- изоляция (например, из дерева, пробки, фибры);
- ограждение (экран или барьер);
- конфигурирование поверхности (придание шероховатости, использование ребер).

Организационные меры:

- предупредительные (предупредительные сигналы, индикация и звуковые сигналы тревоги);
- инструктаж, обучение;

					Социальная ответственность	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– техническая документация, инструкции пользователю.

Меры персональной защиты:

– индивидуальное защитное снаряжение.

Предпочтительны конструктивные меры [75].

7.1.3 Экологическая безопасность

Основной причиной технологических потерь ценного сырья и вредных выбросов в окружающую среду при хранении в резервуарах является испаряемость легких фракций углеводородов.

При хранении жидкостей в резервуарах выбросы паров и газов в атмосферу происходит периодически в определенные промежутки времени, связанные с закачкой и откачкой жидкости и суточными колебаниями температуры окружающего воздуха. Когда резервуары соединены с атмосферой, то выбросы происходят при вытеснении паровоздушной смеси из газового пространства через вентиляционные патрубки или дыхательные клапаны.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха является важным показателем негативного воздействия на окружающую среду.

При хранении нефти и нефтепродуктов должны соблюдаться гигиенические требования к охране атмосферного воздуха.

С целью охраны атмосферного воздуха от загрязнения выбросами вредных веществ предприятия проводят постоянный контроль за соблюдением предельно допустимых выбросов (ПДВ) с использованием расчетных и инструментальных методик, допущенных к применению специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, а также применяют меры по уменьшению выбросов летучих органических соединений из стационарных источников.

Концентрацию в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, рассчитывают в соответствии с ОДН 86. С целью охраны окружающей среды от загрязнений сточными водами контроль за

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

содержанием в них вредных веществ проводят по ГН 2.1.6.1338-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» и СанПиН 2.1.7.1322-2003 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.

Обезвреживание отходов, образующихся при очистке оборудования и тары, осуществляют в соответствии с порядком накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов в соответствии с ГН 2.1.5.1315-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [58].

Среди различных видов загрязнения окружающей среды, химическое загрязнение природных вод имеет особое значение. Всякий водоем или водный источник связан с окружающей его внешней средой. На него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, индустрия, промышленное и коммунальное строительство, транспорт, хозяйственная и бытовая деятельность человека. Последствием этих влияний является привнесение в водную среду новых, несвойственных ей веществ - загрязнителей, ухудшающих качество воды.

Загрязнение грунтов и подземных вод на территориях резервуарных парков и других объектов нефтепродуктообеспечения обусловлено утечками нефтепродуктов. Причины утечек могут быть разные: дефекты и разгерметизация резервуаров, аварийные проливы, потери при наполнении и опорожнении резервуаров и других емкостей, неисправности технологического оборудования. Основная особенность утечек заключается в том, что они носят неравномерный по площади и во времени характер.

Нефтедержающие сточные воды образуются в процессе зачистки резервуаров, смыва производственных площадок, сброса подтоварных вод из резервуаров, утечек из технологического оборудования.

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

Эти потери возникают из-за неудовлетворительного технического состояния сооружений и оборудования. В период дождей и таяния снега с территории нефтебазы формируется поверхностный сток, который загрязнен не только взвешенными веществами, но нефтепродуктами. Это, в основном, стоки обвалованных территорий резервуарных парков, сливоналивных эстакад, технологических площадок.

Производственная деятельность резервуарного парка и перекачивающей станции неизбежно оказывают техногенное воздействие на объекты природной среды. Одним из наиболее опасных загрязнителей практически всех компонентов природной среды являются нефтесодержащие отходы.

Отходы, образующиеся на НПС – это нефтешламы, которые образуются в связи с ухудшением физического состояния резервуаров со временем и обусловленное увеличением обводненности добываемой продукции. Это приводит к росту коррозии днища и стенок, необходимости очистки резервуаров от образующихся отложений – нефтешламов.

Нефтешлам и продукты ремонта резервуаров, поступающие в землянные шламовые амбары, являются особенно опасными отходами, т.к. могут попасть в водоемы в результате размыва обваловки амбаров паводковыми водами.

Отходы нефтеперекачивающей станции вредно воздействует на водные объекты, и в особенности на почву. В почве, загрязненной ими, резко меняется соотношение между углеродом и азотом, что ухудшает азотный режим почв и нарушает корневое питание растений. При углеродных загрязнениях почв из них вытесняется кислород, почва теряет продуктивность и плодородный слой долго не восстанавливается. Самоочищение почв происходит очень медленно.

Твердые отходы (продукты коррозии, механические примеси, нефтешламы), образующиеся при зачистке резервуаров, должны быть утилизированы или размещены в специально отведенных местах.

В соответствии с «Федеральным Законом об отходах производства и потребления» размещение отходов, образующихся в процессе работы НПС,

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

допускается на основе разрешения, выдаваемого региональными органами по охране природы, на основании утвержденных нормативов образования отходов и лимитов на их размещения для предприятия.

При разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение следует руководствоваться «федеральным Законом об отходах производства и потребления», Законом РФ «Об охране окружающей среды», «Временным классификатором токсичных промышленных отходов», «Методическими рекомендациями по проведению инвентаризации отходов производства и потребления и оформлению проекта нормативов предельного размещения отходов в природной среде». Проекты нормативов должны разрабатываться организацией, имеющей соответствующую лицензию Госкомэкологии РФ или субъектов Российской Федерации и утверждаться их территориальными органами.

В составе проекта нормативов предельного образования и лимитов размещения отходов для НПС магистральных нефтепроводов должно быть учтено количество твердых отходов, образующихся при очистке стен и днища резервуара.

Суммируем проведенный анализ возможного воздействия проводимых работ на окружающую среду в виде таблицы 18.

Таблица 18 – Воздействие работ на окружающую среду

	Источники	Нормирование	Методы защиты
Воздействие на атмосферу	Выбросы паров и газов в атмосферу, связанные с закачкой и откачкой жидкости и суточными колебаниями температуры окружающего воздуха.	Контроль за содержанием вредных веществ проводят по ГН 2.1.6.1338-2003 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» и СанПиН 2.1.7.1322-2003 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию	1) улучшение герметизации емкостей; 2) снижение абсолютных значений температуры газового пространства резервуара и хранимых продуктов, а также уменьшением амплитуды их колебаний; 3) уменьшением объема газового пространства в резервуаре; 4) улавливанием паров углеводородов, образующихся в резервуарах

Продолжение таблицы 18

		отходов производства и потребления».	.
Воздействие на гидросферу	Зачистка резервуаров; смыв производственных площадок; сброс подтоварных вод из резервуаров, утечки из технологического оборудования	Контроль предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах проводят согласно ГН 2.1.5.689-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»	1) выработка и внедрение безводных технологических процессов; 2) усовершенствование существующих процессов; 3) выработка и внедрение совершенного оборудования; 4) повторное использование очищенных сточных вод в оборотных и замкнутых системах.
Воздействие на литосферу	Неплотности запорной арматуры, фланцевых и муфтовых соединений, сварных стыков; утечки вследствие коррозионных повреждений резервуаров; продукты зачистки резервуаров; неправильная утилизация получаемого при очистке резервуаров нефтяного осадка.	Допустимые концентрации химических веществ в почве нормируются согласно ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве»	Для предотвращения загрязнения почвы при разливах, отборе проб нефти из резервуаров и ремонтах необходимо устраивать закрытые дренажи в заглубленные резервуары с автоматической откачкой нефти. Должен осуществляться постоянный надзор за герметичностью технологического оборудования, сальниковых устройств, фланцевых соединений, съемных деталей, люков и т.п. Во избежание переливов нефти следует применять предохранительные устройства, автоматически прекращающие подачу нефти по достижении заданного уровня.

7.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, опасного природного процесса,

стихийного бедствия, которая приводит к человеческим жертвам, наносит ущерб здоровью населения и природной среде, а также вызывает значительные материальные потери и нарушение условий жизни людей.

При выполнении зачистных работ в резервуаре может возникнуть аварийная ситуация, связанная с повышением загазованности, загоранием и взрывом внутри резервуара, разливом нефти и т.п.

Работники, производящие зачистку, в случае возникновения аварийной ситуации, должны немедленно покинуть резервуар, сообщить в пожарную охрану, руководству предприятия.

Порядок действия персонала резервуарного парка при возникновении аварийной ситуации должен быть определен в выписке из плана ликвидации аварий, разработанного на предприятии.

Работы по зачистке должны быть прекращены по требованию ответственного за проведение зачистки, начальника цеха, представителя службы техники безопасности, представителей инспектирующих органов.

В случае появления у работника признаков отравления, ответственный за проведение зачистки должен дать указание немедленно прекратить работы, срочно эвакуировать пострадавшего из резервуара для оказания первой помощи, а при необходимости отправить его в лечебное учреждение. Дальнейшие работы по зачистке могут возобновиться только после устранения причин, вызвавших отравление работника.

7.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В области охраны труда и безопасности жизнедеятельности трудовую деятельность регламентируют следующие правовые, нормативные акты, инструктивные акты в области охраны труда и отраслевые документы:

- Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005 г.);
- Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000

Г 5					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

- Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014);
- Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08-624-03;
- Инструкции по технике безопасности предприятия;
- Порядок разработки деклараций безопасности промышленного объекта РФ. МЧС, Госгортехнадзор №222/59 от 4.04.1996 г.;
- ГОСТ 12.0001-82 ССБТ Система стандартов безопасности труда;
- ОСТ 51.81.82 ССБТ Охрана труда в газовой промышленности;
- СНиП 21/2.11.567-96 от 31.10.1996 г. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий;
- Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.);
- Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г.;
- Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г., дополнения к ним от 25.07.1995 г.

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

Зачистку резервуаров из-под нефтепродуктов должны осуществлять специально обученные и подготовленные работники, допущенные к этим работам медицинской комиссией.

Перед началом работ по зачистке работники должны пройти инструктаж о мерах безопасности труда в соответствии с инструкцией предприятия для данного вида работ. Отметка о проведении инструктажа делается в личной карточке инструктажа и наряде-допуске на выполнение работ повышенной опасности.

					Социальная ответственность	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лица моложе 18 лет и женщины к работам по зачистке резервуаров не допускаются.

Члены бригады по зачистке резервуаров должны быть обеспечены:

- костюмом брезентовым;
- сапогами кирзовыми;
- рукавицами брезентовыми;

при зачистке резервуаров из-под этилированного бензина дополнительно:

- бельем нательным;
- фартуком брезентовым.

Приказом по предприятию назначается ответственное лицо из числа специалистов, которое определяет технологию зачистки резервуара с учетом местных условий и особенностей работ. При производстве зачистных работ сторонней организацией назначается лицо из этой организации, ответственное за соблюдение требований и инструкций по технике безопасности.

Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда устанавливается в повышенном размере в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Для работников, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю. При этом продолжительность рабочего времени конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

Коллективным договором, а также с письменного согласия работника, оформленного путем заключения отдельного соглашения к трудовому договору, условия труда на рабочем месте которого по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 3 или 4 степени или опасным условиям труда, сокращенная продолжительность

					Социальная ответственность	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рабочего времени (не более 36 часов в неделю) может быть увеличена, но не более чем до 40 часов в неделю с выплатой работнику отдельно устанавливаемой денежной компенсации, порядок, условия и размеры которой установлены коллективным договором.

Максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, не может превышать при 36-часовой рабочей неделе – 8 часов.

Ежегодные дополнительные оплачиваемые отпуска предоставляются работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Минимальная продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 7 календарных дней.

Компенсация за вредные условия труда и ее размер устанавливаются на основании статей Трудового кодекса, коллективного договора или иных внутренних документов предприятия.

Законодательно предусмотрено, что люди, работающие в опасных условиях, могут получать такие гарантии и компенсации:

- уменьшение количества рабочих часов (36 часов в неделю и меньше);
- оплачиваемый отпуск, являющимся дополнительным и предоставляемым каждый год (не меньше 7 календарных дней);
- происходит рост оплаты труда (не меньше 4% от оклада);
- льготы для пенсионного обеспечения;
- бесплатное лечение и оздоровление;
- выдача расходных материалов – спецодежды, обеззараживающих средств.

Работодатель на сегодня имеет право самостоятельно определять вид и размер компенсации за вредные условия труда, основываясь на Трудовом кодексе.

					Социальная ответственность	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Также он может инициировать повышение суммы. Все компенсации выплачиваются из страховых взносов работодателей по тарифам, установленными страховыми организациями.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Зачистка резервуара производится только в дневное время. Место проведения зачистных работ необходимо обеспечить средствами пожаротушения и средствами индивидуальной защиты.

Расстановка оборудования, необходимого для очистки, производится за пределами берега резервуара, с возможностью доступа к нему пожарных машин и персонала.

Понтон резервуара должен быть рассчитан так, чтобы в состоянии на плаву или на опорах он мог безопасно удерживать, по крайней мере, двух человек (2 кН), которые перемещаются в любом направлении; при этом понтон не должен разрушаться, а продукт не должен поступать на поверхность понтона.

Лестницы должны соответствовать ГОСТ 23120-78 Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные. Технические условия и следующим требованиям настоящего стандарта:

- ступени должны выполняться из перфорированного, решетчатого или рифленого металла и иметь бортовую обшивку высотой 150 мм;
- минимальная ширина лестницы – 700 мм;
- максимальный угол по отношению к горизонтальной поверхности – 50°;
- минимальная ширина ступеней – 200 мм;
- высота ступеней по всей высоте лестницы должна быть одинаковой и не превышать 250 мм; ступени должны иметь уклон 2°-5° к задней грани;
- поручень лестницы должен соединяться с поручнем переходов и площадок без смещения;

					Социальная ответственность	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- конструкция поручня должна выдерживать горизонтальную нагрузку 0,9 кН, приложенную в верхней точке ограждения; высота поручня должна быть 1 м;
- конструкция лестницы должна выдерживать сосредоточенный груз 4,5 кН;
- максимальное расстояние между стойками ограждения (вдоль поручня) должно быть 1 м, либо более 1 м (подтверждают расчетом);
- кольцевые лестницы должны закрепляться на стенке резервуара, а нижний марш не должен доходить до отмостки на 100-200 мм;
- при полной высоте лестницы более 9 м конструкция лестницы должна включать в себя промежуточные площадки, разница между вертикальными отметками которых не должна превышать 6 м.

Площадки, переходы и ограждения должны выполняться с учетом следующих требований:

- ограждение должно быть выполнено по ГОСТ 25772-83 Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Общие технические условия и устанавливаться по всему периметру стационарной крыши, а также по наружной (от центра резервуара) стороне площадок, располагаемых на крыше;
- переходы и площадки должны быть снабжены перилами высотой 1,25 м от уровня настила;
- минимальная ширина площадок и переходов на уровне настила – 700 мм;
- максимальное расстояние между стойками ограждения – 2,5 м;
- минимальная высота нижней бортовой полосы ограждения – 150 мм;
- расстояние между поручнем, промежуточными планками и нижней бортовой полосой должно быть не более 400 мм;
- конструкция площадок и переходов должна выдерживать сосредоточенный груз 4,5 кН (на площадке 100×100 мм).

					Социальная ответственность	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заклучение

В работе проанализированы существующие и наиболее распространенные способы очистки резервуаров от остатков нефти и нефтепродуктов и их отложений. Сравнительный анализ показал, что наиболее эффективным методом является мобильный комплекс МегаМАКС. Он отличается от других комплексов высоким качеством очистки резервуаров, высоким качеством очистки углеводородов, воды, мехпримесей, а также полной энергонезависимостью и самыми короткими сроками развертывания-свертывания и мойки резервуара. Однако недостатком этого комплекса является высокая стоимость.

Для повышения эффективности работы комплексов в целом, и МегаМАКСа в частности, предложено применять специальные реагенты, такие как нанодезэмульгаторы и флоакулянты, которые позволяют улучшать очистку как самого резервуара, так и извлекаемого нефтепродукта, а так же применение дополнительного оборудования и модернизированных моющих головок, позволяющего увеличивать производительность комплекса в целом. Также не маловажную роль на качество проведение работ по очистке играет нагревание моющей смеси, что позволяет эффективно разжижать и удалять тяжелые и парафинистые осадки. Следовательно, необходимо нагревание разжижающего агента перед подачей его в резервуар.

Расчет стенки резервуара на прочность, который включает в себя проверочный расчет прочности стенки резервуара, расчет устойчивости стенки резервуара, расчет на остаточную прочность стенки резервуара а также оценку ресурса стенки резервуара, показал что для резервуара типа РВС и объемом 20000 м³, изготовленного из стали марки 09Г2С-12, выполняются все условия прочности.

					Повышение эффективности методов очистки резервуаров вертикальных стальных для хранения нефти			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Бокова А.А.			Заклучение	Лит.	Лист	Листов
Рвковод.		Радюк К.Н.					92	99
Консульт.						НИ ТПУ ИПР гр. 2БЗБ		
Н.Контр.								
И.о.Зав. каф.		Бурков П.В.						

Минимальный срок службы, рассчитанный при условии частоты заполнения равной 48 циклам в год, составляет 38 лет.

Так же в работе проведен сравнительный экономический анализ целесообразности применения мобильных комплексов на примере комплексов МКО-1000 (Россия) и МегаМАКС (США). По результатам анализа можно сделать вывод, что зарубежный комплекс МегаМАКС, не только наиболее быстро и эффективно и быстро проводит очистку как самого резервуара, так и извлекаемого из него нефтепродукта, но и сокращает общую сумму затрат на проведение очистки по сравнению с российским комплексом МКО-1000.

					Заключение	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список литературы

- 1 РД 153-39.4-078-01 Правила технической эксплуатации резервуаров
- 2 Исследование состояния днища вертикального стального резервуара, анализ методик диагностики его состояния и выявления причин его деформации / П.В. Бурков, С.П. Буркова, В.Ю. Тимофеев, А.А. Алёшкина, А.А. Ащеулова // Вестник КузГТУ. – 2013. – №4. – С. 79-81.
- 3 ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
- 4 Сентюрова, М. В. Технология дооткачки асфальтопарафинистых отложений из стальных вертикальных резервуаров без ухудшения товарных качеств нефти / М. В. Сентюрова, Н. А. Демьянова // Молодежь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярска [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2013. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/section076.html>, свободный.
- 5 Некрасов В.О., Земенков Ю.Д. Перспективные методы повышения эксплуатационных свойств нефтяных резервуаров // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 6 (34). – 2012. – С. 24-26.
- 6 Некрасов В.О., Левитин Р.Е. Новое устройство для повышения эксплуатационных свойств вертикальных стальных резервуаров // Фундаментальные и прикладные исследования. – № 13. –2014. – С. 223-228.
- 7 Majumder S.K., Gamajet 8 Owner's Manual. / Hydrocarbon Processing. – 1980. – v. 60 – № 1. – p. 2-3.
- 8 А.С. 6342415 (СССР). Способ очистки емкостей от загрязнений нефтепродуктами № 2445948 // А.И. Шаханов. – заяв. 19.01.77. – опубл. 15.11.78. – 1978. –№ 42.

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

- 9 Нефтегазовые технологии, 2001, № 5.
- 10 Дугарова Е. К. Очистка полости вертикальных стальных резервуаров от донных отложений применением веерных сопел СВК-ЭН // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета.– Томск : Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 2. – С. 909-911.
- 11 Тюрин Н.А. Устройство, предотвращающее накопление осадков в мазутных резервуарах. – М.: ЦНИИТ Энефтехим. НТРС. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 1980. – № 4. – С. 15-18
- 12 Штин, И.В. Технология размыва донных отложений в резервуарах типа РВС / И.В. Штин, Б.Г. Хохряков, С.И. Бокалов // Трубопроводный транспорт нефти. – 2001. – №12. – С. 2-5.
- 13 Валиев М.Р. Современные способы очистки полости резервуаров вертикальных стальных от донных отложений // Проблемы геологии и освоения недр. – 2012. – №18. – С. 13-14.
- 14 Чепур П. В., Тарасенко А. А. Методика определения необходимости ремонта резервуара при осадках основания // Фундаментальные исследования. –2015. – № 2–8. – С. 1336–1340.
- 15 Драцковский К.М., Евтихин В.Ф., Николаев В.Н. Очистка нефтяного резервуара с плавающей крышей // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – М.: ЦНИИТЭнефтехим. – №1. – 1981. – С. 10-12.
- 16 Назаров В.П., Киршев А.А. Эффективность способов вентиляции резервуаров с нефтепродуктами // Ежегодная международная научно-техническая конференция системы безопасности. – № 22. – 2013. – С. 120-123.

					Список литературы	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 17 Гималетдинов Г.М., Саттарова Д.М. Способы очистки и предотвращения донных отложений в резервуарах. Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов.// Сб. научных трудов ИПТЭР. – 2013. – С.23-24
- 18 ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение
- 19 ГОСТ 9965-76. Нефть для нефтеперерабатывающих предприятий. Технические условия.
- 20 Вайншток, С. М. Трубопроводный транспорт нефти. – Т.1.– М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. – 701 с.
- 21 Промприбор. Технология мойки резервуаров [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.prompribor.ru/stat_moyka_rezerv1.htm. свободный. – Загл. с экрана.
- 22 Автоматизированная очистка нефтяного резервуара. ВЛАВО от ORECO. Режим доступа: <http://www.oreco.com>. закрытый. – Загл. с экрана.
- 23 КМТ International. «МегаМАКС» Мобильный комплекс по очистке хранилищ нефти и нефтепродуктов от донных осадков. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.kmtinternational.com>. закрытый. – Загл. с экрана.
- 24 ГОСТ 5058-65 Сталь низколегированная конструкционная
- 25 ГОСТ 380-71* Сталь углеродистая обыкновенного качества
- 26 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия
- 27 СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия
- 28 СНиП II-23-81* Стальные конструкции
- 29 РД 153-112-017-97 Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса РВС
- 30 РД 112-РСФСР-021-89 Инструкция по зачистке резервуаров
- 31 ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимы концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;

					Список литературы	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 32 ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций;
- 33 РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000м³.
- 34 РД 153-39.4-078-01 «Правила технической эксплуатации резервуаров»
- 35 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.
- 36 ГОСТ Р 12.4.296-2013 Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных).
- 37 ППБО 116-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности
- 38 ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
- 39 Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
- 40 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
- 41 ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
- 42 ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы (ССОП). Атмосфера
- 43 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
- 44 СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование
- 45 ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
- 46 ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация
- 47 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий
- 48 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение

					Список литературы	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 49 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- 50 ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
- 51 ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
- 52 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление
- 53 ППБО 116-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности
- 54 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение
- 55 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- 56 ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
- 57 ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
- 58 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
- 59 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
- 60 Рекомендации Роспотребнадзора для работающих в условиях повышенных температур воздуха от 30.07.2014
- 61 ГН 2.1.5.1315-2003 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
- 62 Закон об основах охраны труда в РФ №181-ФЗ от 17.07.1999 г (с изменениями от 20 мая 2002 г., 10 января 2003 г., 9 мая, 26 декабря 2005 г.)

					Список литературы	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 63 Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.
- 64 Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014)
- 65 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности ПБ 08 624-03
- 66 Инструкции по технике безопасности ПАО «АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ
- 67 Порядок разработки деклараций безопасности промышленного объекта РФ. МЧС, Госгортехнадзор №222/59 от 4.04.1996 г.
- 68 ГОСТ 12.0001-82 ССБТ «Система стандартов безопасности труда»
- 69 ОСТ 51.81.82 ССБТ «Охрана труда в газовой промышленности»
- 70 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СНиП .21/2.11.567-96 от 31.10.1996 г.
- 71 Закон о пожарной безопасности №69-ФЗ, принят 21.12.1994 г (с дополнениями и изменениями от 22.08.1995 г, от 18.04.1996г, от 2.01.1998 г, от 11.2000 г. от 27.12.2000 г.).
- 72 Пожарная охрана предприятий. Общие требования. НБТ - 201-96, утв. 01.03.1992г.
- 73 Правила пожарной безопасности РФ ППБ-01-93. МВД РФ 14.12.1993 г., дополнения к ним от 25.07.1995 г.
- 74 ПОТ Р О-112-001-95 Правила по охране труда при эксплуатации нефтебаз и автозаправочных станций
- 75 ГОСТ Р 51337-99 Безопасность машин. Температуры касаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных величин горячих поверхностей

					Список литературы	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

