

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
«Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных»

УДК 621.642.3.057

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Перемитин Егор Евгеньевич		19.05.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ТХНГ	Цимбалюк А.Ф.	к.ф.-м.н.		19.05.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ЭПР	Шарф И.В.	к.э.н., доцент		19.05.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер	Маланова Н.В.	к.т.н.		19.05.2016

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ИЯПР	Коротченко Т.В	к.ф.н., доцент		19.05.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.О. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТХНГ	Бурков П.В.	д.т.н., профессор		19.05.2016

Томск – 2017г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)
P2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы-в области интеллектуальной собственности</i>
P3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.
P4	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы <i>для реализации технологических процессов нефтегазовой области</i> , обеспечивать их высокую эффективность, <i>соблюдать правила</i> охраны здоровья и безопасности труда, <i>выполнять требования по</i> защите окружающей среды.
P5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов
P6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования</i> , <i>рассчитывать экономическую эффективность</i> .
P7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i>
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

УТВЕРЖДАЮ:
И.О.зав. кафедрой

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Б	Перемитину Егору Евгеньевичу

Тема работы:

«Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

от 19.04.2017 г. №2696/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

19.05.2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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

Объект исследования – приемораздаточное устройство с функцией размыва донных отложений в РВС

1.Резервуар вертикальный стальной 20000 м3 установленный в Парабельском районе;

2.Плотность нефти – 850 кг/м3,

	3. Вязкость нефти – 10 сСт 4.Максимальный расход 6000 м3/ч 5.Минимальный расход 3000 м3/ч
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	– Анализ способов размыва донных отложений – Расчёт осевой скорости струи различными методами. – Анализ полученных результатов
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Шарф Ирина Валерьевна, доцент
«Социальная ответственность»	Маланова Наталья Викторовна, доцент
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
«Расчётная часть»	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.12.2016г
---	-------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. ТХНГ	Цимбалюк А.Ф.	к.ф.-м.н., доцент		26.12.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Перемитин Егор Евгеньевич		26.12.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Б	Перемитину Егору Евгеньевичу

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Транспорта и хранения нефти и газа
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оценка стоимости материально-технических и человеческих ресурсов на изготовление специально приёмо-раздаточного устройства с функцией размыва донных отложений.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ГЭСН 09-02-005-01
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налоговый кодекс РФ ФЗ-213 от 24.07.2009 в редакции от 19.12.2016 № 444-ФЗ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Обоснование актуальности внедрения специально приёмо-раздаточного устройства с функцией размыва донных отложений в РВС-20000 м ³ с целью уменьшения образования донных отложений.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование видов работ, формирование кадрового состава и расчет основных статей расходов на изготовление устройства.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Обоснование экономической эффективности внедрения специально приёмо-раздаточного устройства с функцией размыва донных отложений в РВС-20000 м ³

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Таблицы:
 Расчет стоимости материалов на изготовление устройства; Вспомогательное время на выполнение мероприятия; Расчет амортизационных отчислений; Расчет заработной платы; Расчет страховых взносов при изготовлении «ПРУ – 3»; Затраты на проведение мероприятия;
 Рисунки:
 Распределение затрат при изготовлении приёмо-раздаточного устройства ПРУ-3.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2017 г
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭПР	Шарф И.В.	к.э.н., доцент		03.04.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Перемитин Егор Евгеньевич		03.04.2017

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ5Б	Перемитину Егору Евгеньевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	Рабочей зоной является резервуарный парк, на котором ведутся строительномонтажные работы при внедрении средства отчистки донных отложений в резервуаре.
---	---

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> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>1. Повышенный шум;</p> <p>2.Пониженные или повышенные температуры;</p> <p>3. Загазованность воздушной среды;</p> <p>4.Недостаточная освещенность на рабочем месте</p> <p>1. Образование взрывоопасной и пожароопасной среды</p> <p>2. Загазованность воздуха рабочей зоны, как фактор взрывоопасности.</p> <p>3.Выполнение работ на высоте.</p> <p>4.Воздействие на организм человека электрического тока и статического электричества.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p> <p>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</p> <p>– анализ воздействия объекта на</p>

	литосферу (отходы).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>– перечень возможных ЧС при работах на резервуарном парке;</p> <p>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2017
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
инженер	Маланова Н.В.	к.т.н		13.04.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ5Б	Перемитин Егор Евгеньевич		13.04.2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 80 страниц, 29 рисунков., 17 таблиц, 37 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: резервуар, устройство, отложения, хранение, нефть, оборудование, анализ, исследование, затопленная струя нефти, Ansys Fluent

Объект исследования: приемораздаточное устройство с функцией размыва донных отложений в РВС

Предмет исследования – размыв донных отложений в резервуарах вертикальных стальных с минимизацией финансовых затрат.

Цель работы – Рассчитать и проанализировать эффективность применения специального приёмо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных.

Актуальность работы – В процессе хранения нефти в резервуарных емкостях, особенно в емкостях большого объема, происходит образование и накопление донных отложений, количество которых составляет иногда в год до 25% полезного объема резервуаров. Существующий метод размыва донных отложений винтовыми мешалками требует обеспечить резервуарный парк силовой электропроводкой. Данное мероприятие требует дополнительных финансовых вложений при монтаже и в процессе эксплуатации. Устройство "ПРУ-3" предполагает использование потенциальной энергии потока нефти в трубопроводе перед резервуаром для размыва донных отложений без затрат дополнительной электроэнергии. В связи с вышеизложенным тема работы «Исследование эффективности применения специального приёмо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных» является актуальной.

В процессе исследования проводились: анализ методов используемых для срыва донных отложений в настоящее время. Расчеты габаритных размеров сопел, расчёты струй и их скорости с использованием эмпирических коэффициентов для вязких и турбулентных струй. Был выполнен расчёт струи в Ansys Fluent, для подтверждения результатов теоретических расчётов по теории Г.Н.Абрамовича и Л.Г.Лойцянского, так же был проведен анализ полученных результатов. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности эксплуатации, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования: Произведен анализ мероприятий для срыва донных отложений в резервуаре. Определен наиболее эффективный метод по борьбе с донными отложениями. Выполнен расчёта струй по теории Г.Н.Абрамовича. Выполнен расчёт струи по теории Л.Г.Лойцянского. Проанализированы расчёты Л.Г.Лойцянского и подобран эмпирический коэффициент, позволяющий максимально точно получить такие же результаты, как и в расчётах по Г.Н.Абрамовичу. Для подтверждения правильности подбора эмпирического коэффициента для турбулентной затопленной вязкой струи, был выполнен расчёт струи в Ansys Fluent. Расчёт в Ansys Fluent подтвердил правильность подбора эмпирического коэффициента и показал, что в теории Г.Н.Абрамовича и Л.Г.Лойцянского рассчитывается действительно вязкая затопленная турбулентная струя.

Теоретическая и практическая значимость работы

Методика расчета вязкой затопленной турбулентной нефтяной струи. Применение специального приемо-раздаточного устройства с функцией размыва донных отложений в РВС.

Область применения: Прогнозирование срыва донных отложений в резервуарах для хранения нефти.

Обозначения и сокращения

РВС – резервуар вертикальный стальной;

ПРУ – приёмораздаточное устройство;

ПРП – приёмораздаточный патрубок;

КДС – клапан дыхательный северного исполнения;

СГС – струйный гидравлический смеситель

Содержание

Введение	13
1. Обзор литературы	15
2. Самый распространённый способ размыва донных отложений и предотвращения накопления парафинистого осадка — Электромеханическая мешалка	21
3. Предложение по выбору другого способа размыва донных отложений	23
3.1 Общие требования предъявляемые к ПРУ-3	24
3.2 Конструкция ПРУ — 3	24
3.3 Принцип работы ПРУ — 3	26
3.4 Плюсы применения ПРУ — 3	27
4. Расчетная часть	28
5. Результаты проведенного исследования	53
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПРИЁМО-РАЗДАТОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПРУ-3	54
6.1 Расчет стоимости материалов	54
6.2 Расчет времени на сварку	55
6.3 Расчет времени на проведение мероприятия	56
6.4 Затраты на амортизационные отчисления	56
6.5 Затраты на оплату труда	57
6.6 Затраты на страховые взносы	58
6.7 Затраты на проведение мероприятия	59
7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	61
7.1 Производственная безопасность	61
7.1.1 Анализ вредных производственных факторов возникающих при проведении работ на резервуарных парках	62
7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению	65
7.2 Экологическая безопасность	68
7.2.1 Оценка воздействия на атмосферный воздух	68
7.2.2 Оценка воздействия на водные объекты	70
7.2.3 Оценка воздействия на почву	70
7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
7.3.1 Анализ вероятный чрезвычайных ситуаций	71
7.3.2 Мероприятия по предотвращению и действия в случае возникновения чрезвычайных ситуаций	71
7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
7.4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.	73

7.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	74
Заключение.....	77
Список используемой литературы	78

Введение

При хранении нефти в РВС происходит отложение и накопление парафинов на дне резервуара, данный показатель иногда достигает 25% от всего объёма резервуара.

Отложения на дне резервуара негативно сказываются на устойчивости резервуара к коррозии, наличие отложений не позволяет использовать весь полезный объем резервуара, так же отложения затрудняют диагностику резервуара и т.д.

Для повышения эффективности использования резервуара, необходимо бороться с накоплением и с формированием новых отложений на дне резервуаров. На данный момент существует самый распространенный способ очистки резервуаров от образования осадков на днище при помощи электромеханической мешалки. В данной работе мы расскажем слабые стороны использования электромеханической мешалки и предложим собственное устройство более экономически выгодное и лучшее по производительности, что подтвердят наши исследования в данной области.

Объект исследования: приемораздаточное устройство с функцией размыва донных отложений в РВС

Предмет исследования: размыв донных отложений в резервуарах вертикальных стальных с минимизацией финансовых затрат.

Цель работы: Рассчитать и проанализировать эффективность применения специального приёмо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1) Анализ методов используемых для срыва донных отложений в настоящее время.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемитин Е.Е.			Введение		Лит.	Лист
Руковод.		Цимбалюк А.Ф.						Листов
Консульт.								13
И.О.Зав.Каф.		Бирков П.В.						96
					НИ ТПУ гр. 2БМ5Б			

- 2) Расчет габаритных размеров сопел
- 3) Расчёты струй и их скорости с использованием эмпирических коэффициентов для вязких и турбулентных струй.
- 3) Выполнить расчёт струи в Ansys Fluent,
- 4) Анализ полученных результатов.
- 5) Сформулировать мероприятия по охране труда и безопасности эксплуатации, охране окружающей среды,
- 6) Расчёт технико-экономической части.

Новизна и практическая значимость:

В Borland Pascal 7.0 была написана программа для нахождения эмпирического коэффициента для максимального приближения результатов расчёта по теории Л.Г.Лойцянского к результатам подсчетов в Ansys Fluent.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Обзор литературы

В ходе литературного обзора, были изучены регламентирующие документы: РД 153-39.4-078-01 – Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз, РД 39-30-587-81 – Инструкция по эксплуатации системы размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка в нефтяных резервуарах, РД 39-30-498-80 – Методика расчета допустимых скоростей истечения нефти в резервуары через системы размыва осадка с учетом образования статического электричества, РД-23.060.40-КТН-134-07 – Методика расчета требуемого количества предохранительных клапанов, устанавливаемых на НПС с резервуарным парком. Исходя из проанализированной информации, мы учли особые технические условия эксплуатации резервуаров и предложили новое устройство для борьбы с донными отложениями, которое учитывает все параметры прописанные в регламентирующий документах. Так же был проанализирован рынок предлагаемых подобных устройств, с использованием нефти в качестве моющего средств.

Первая такая система была предложена в 1981г под названием: «Система пригруженных веерных кольцевых сопел», сокращенная «СПВК–100М», но со временем данная установка утратила свою популярность, так как со временем трубопроводные обвязки разрушались, подвижные части сопел засорялись и снижался показатель эффективности размыва донных отложений. Подробную информацию о данном устройстве можно прочесть в РД 39-30-587-81 [4].

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Перемитин Е.Е.			Обзор литературы		Лит.	Лист
Руковод.		Цимбалюк А.Ф.						Листов
Консульт.							15	80
И.О.Зав.Каф.		Бирков П.В.					НИ ТПУ г.р. 2БМ5Б	

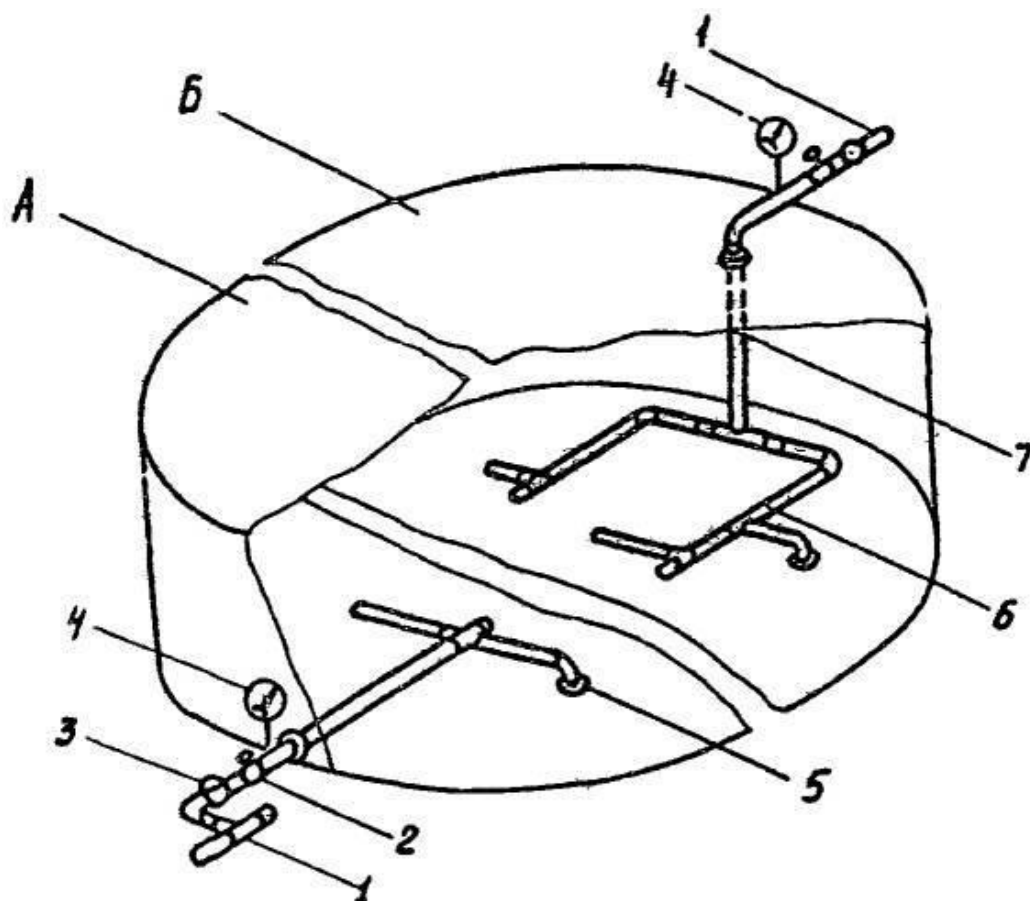


Рисунок 1 – Система размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка в нефтяных резервуарах

А- наземный вертикальный стальной резервуар; Б - заглубленный железобетонный резервуар; 1 - приёмный патрубок системы; 2 - задвижка; 3 - фильтр; 4 - манометр; 5 - веерные кольцевые сопла; 6 - обвязывающие трубопроводы; 7- ввод стояка через люк перекрытия резервуара.

Второй системой по борьбе с донными отложениями стало уже более новое устройство, разработанное в 2005 году сотрудниками ООО «НТ-Центр», и ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», под названием: «Струйный гидравлический смеситель», сокращенно: «СГС», в настоящее время данное устройство запатентовано и продаётся на рынке [35].

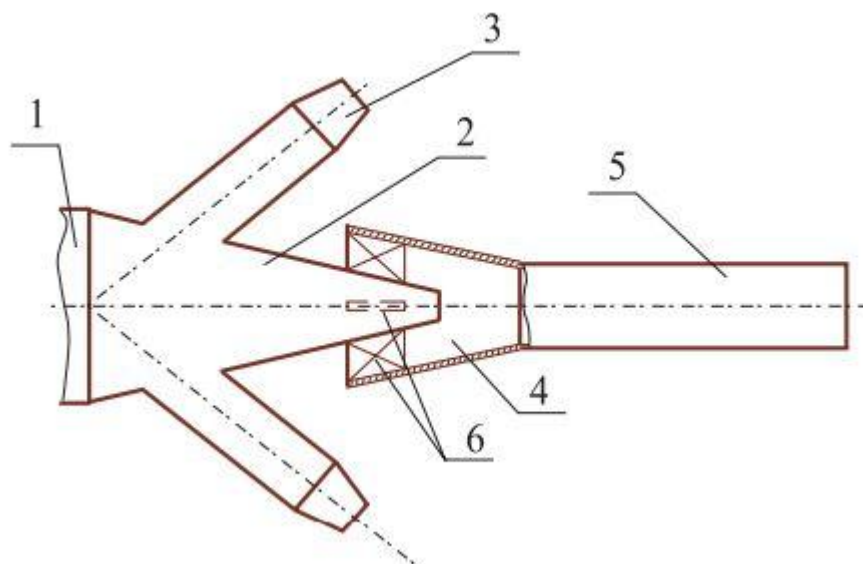


Рисунок 2 – Струйный гидравлический смеситель
 1 – подводящий патрубок; 2 – центральное сопло; 3 – боковое сопло; 4 – конфузор; 5 – камера смешения; 6 – рёбра жесткости

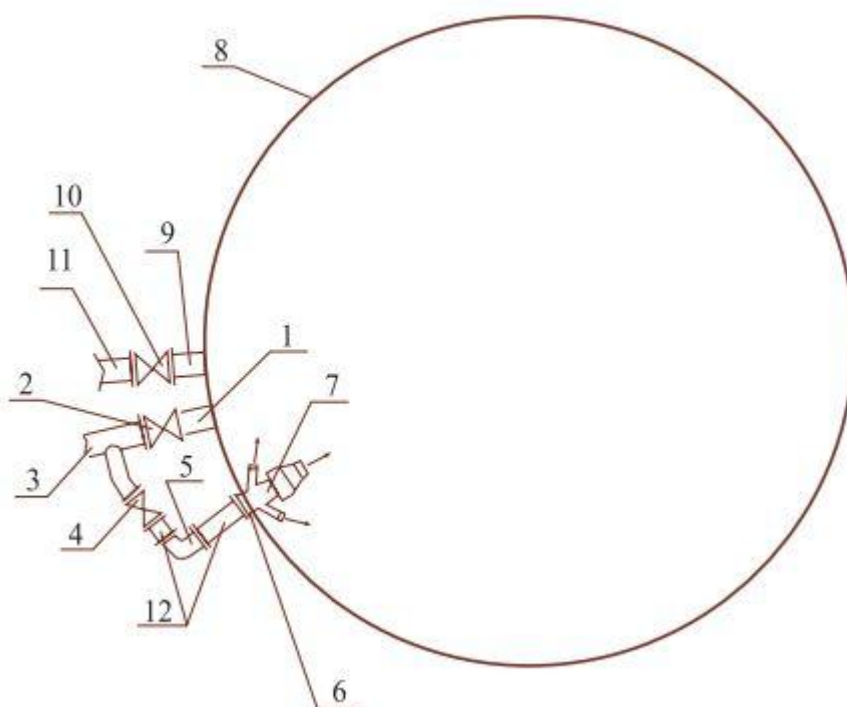


Рисунок 3 – Схема обвязки

1 – приемный патрубок; 2 – задвижка приемного патрубка; 3 – тройник приемного патрубка; 4 – задвижка смесителя; 5 – поворот на 90° в обвязке смесителя; 6 – люк-лаз для установки смесителя; 7 – смеситель СГС; 8 – емкость; 9 – раздаточный патрубок; 10 – задвижка раздаточного патрубка; 11 – отводящий трубопровод; 12 – технологические трубопроводы.

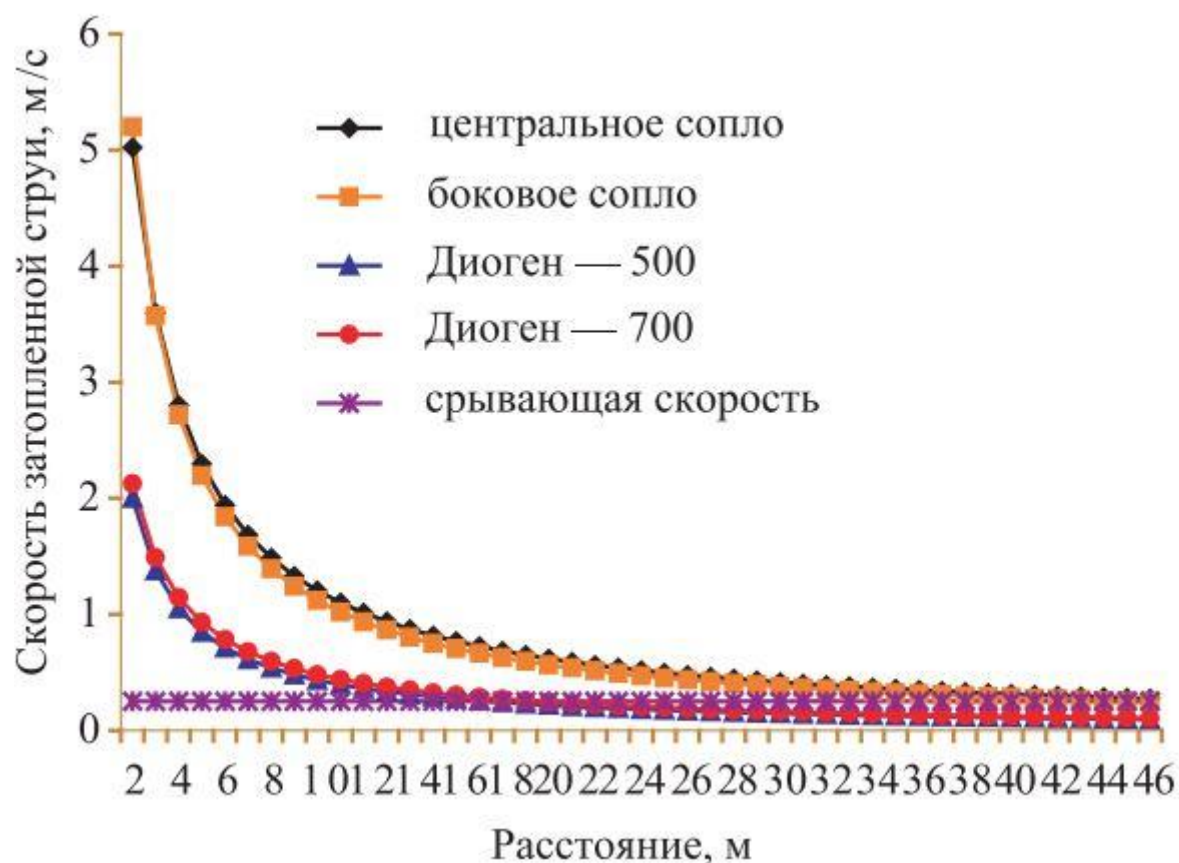


Рисунок 4 – График зависимости скорости струи для смесителя СГС и электромеханических мешалок «Диоген».

На базе данного устройства в 2015 году Уфимским государственным нефтяным техническим университетом была предложена новая модификация СГС [37]

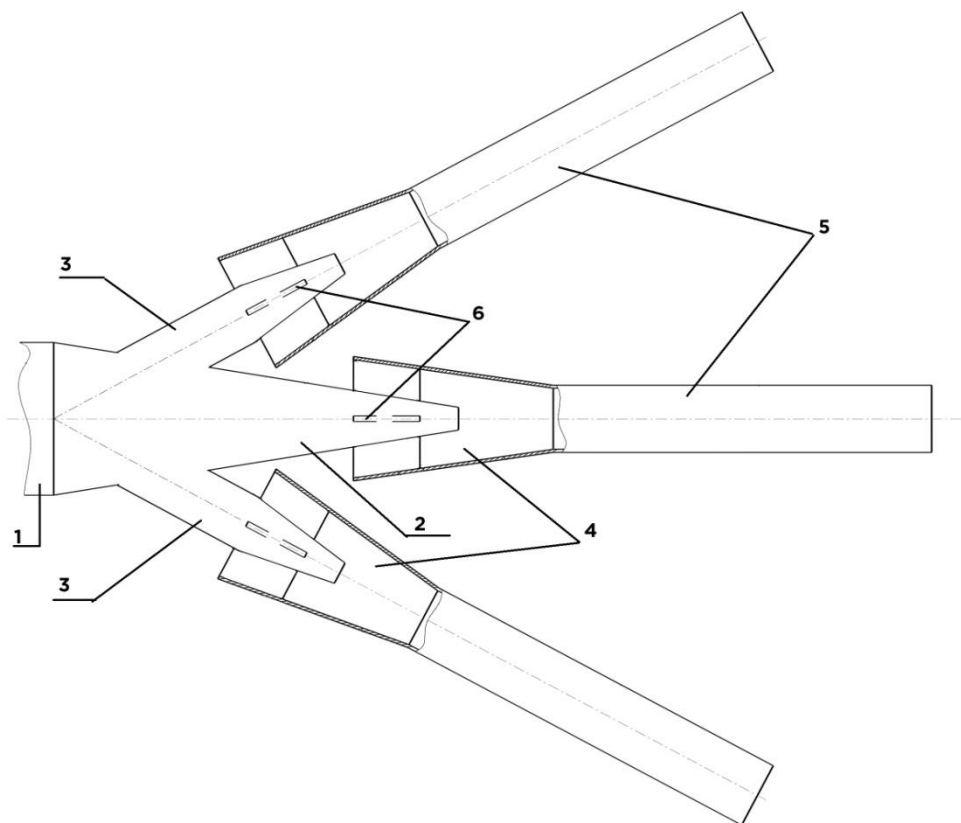


Рисунок 5 – Струйный гидравлический смеситель 2015

1 – подводящий патрубок; 2 – центральное сопло; 3 – боковые сопла; 4 – конфузоры; 5 – камеры смешения; 6 – рёбра жесткости.

Изучая специфику работы данных устройств мы построили модель струи центрального сопла в программном комплексе Ansys Fluent, для того что бы проанализировать угол распространения струи, что бы убедиться в том, что 3 распространённых струи полностью перекроют днище резервуара.

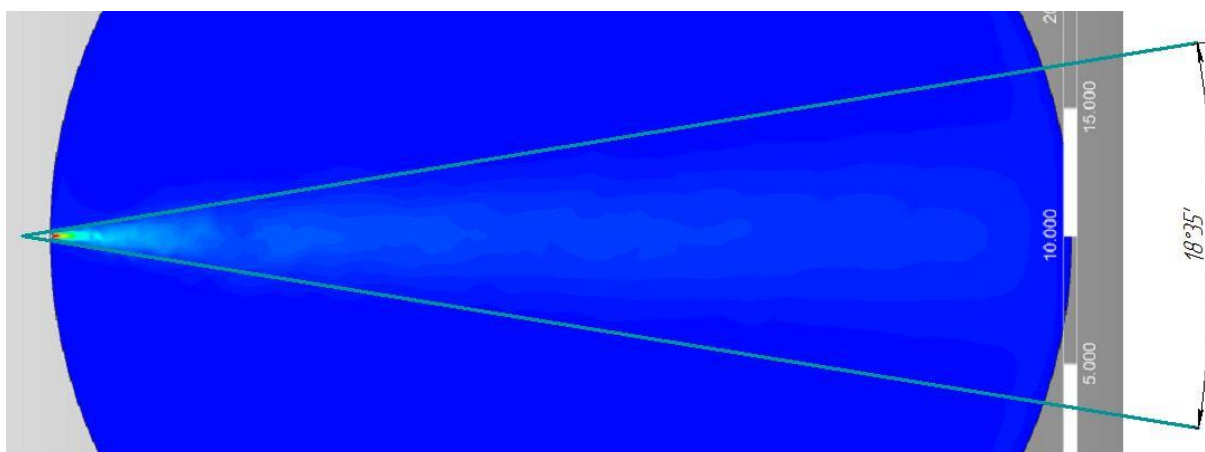


Рисунок 6 – Угол распространения затопленной струи.

Проанализировав результаты, было выявлено что 19° угла распространения струи, будет недостаточным для одного устройства СГС с

Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	19

тремя конфузорами, так как область днища резервуара будет размываться лишь частично.

Так же была проанализированная схема обвязки, представленная на рисунке 3. И было найдено более экономически выгодное решение.

С целью устранения перечисленных недостатков было разработано новое приемораздаточное устройство «ПРУ–3».

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Самый распространённый способ размыва донных отложений и предотвращения накопления парафинистого осадка – Электромеханическая мешалка

Данный метод завоевал свою популярность в 1980 году, нефть приводилась в движение при помощи лопастных винтовых мешалок. Размыв парафинистых отложений происходил за счёт закрученной затопленной струи.

Назначение устройства: бороться и не допускать проявление новых отложений на днище резервуара.

Винтовые мешалки устанавливаются на первом поясе резервуара в количестве от единицы и выше, в зависимости от степени содержания парафинов в нефти. Существует большое количество разновидностей винтовых мешалок, но в нашей стране наибольшую популярность винтовая мешалка "Диоген – 700".



Рисунок 7 – Винтовая мешалка "Диоген – 700"

Принцип работы винтовой мешалки заключается в создании круговорота всей массы нефти при помощи закрученной затопленной струи, что позволяет перемешивать парафины с общей массой нефти, а так же позволяет избавиться от образования новых отложений парафинов на дне резервуара.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Перемитин Е.Е.				Самый распространённый способ размыва донных отложений и предотвращения накопления парафинистого осадка – Электромеханическая мешалка	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Цимбалюк А.Ф.						21	80
Консульт.						НИ ТПУ зр. 2БМ5Б		
И.О.Зав.Каф.	Бирков П.В.							

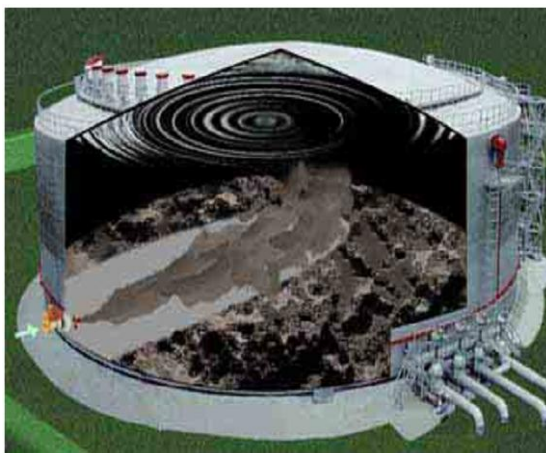


Рисунок 8 – Работа винтовой мешалки

Данный процесс осуществляется благодаря двум факторам:

1. При помощи перемешивания нефти закрученной струей нефти, создаваемой при помощи вращений лопастей мешалки.
2. Так же при создании закрученной струи нефти, вся масса нефти начинает вращаться, тем самым создается условие для отрыва донных отложений от днища резервуара.

Перечислим основные минусы данного способа размыва донных отложений:

1. Электромеханическая мешалка "Диоген – 700" потребляет 18,5 кВт/ч
2. Требуется вложение средств для проведения силовой электропроводки.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Предложение по выбору другого способа размыва донных отложений

Учитывая слабые стороны винтовых мешалок, было разработано приемораздаточное устройство «ПРУ-3» с тремя направляющими конфузорами с функцией размыва парафинистых отложений в резервуарах при закачке нефти в РВС. Процесс размыва донных отложений можно осуществить, используя потенциальную энергию потока жидкости в трубопроводе перед резервуаром.

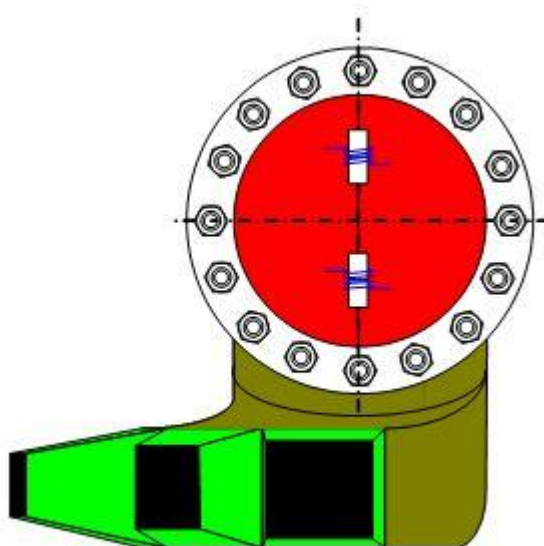


Рисунок 9 – ПРУ-3 вид спереди

«ПРУ-3» должно устанавливаться на действующих или вновь строящихся РВС. Оно необходимо для того, чтобы нефть в РВС заходила без «падающей струи» и проводило размыв донных отложений, и предотвращение их накопления.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Перемитин Е.Е.				Предложение по выбору другого способа размыва донных отложений		
Руковод.	Цимбалюк А.Ф.						
Консульт.							
И.О.Зав.Каф.	Бирков П.В.						
					Лит.	Лист	Листов
						23	80
					НИ ТПУ гр. 2БМ5Б		

3.1 Общие требования предъявляемые к ПРУ-3

ПРУ-3 должно обеспечивать проведение операций по приему и откачке нефти из резервуара, а также размыв донных отложений при следующих параметрах по ГОСТ 51858 «Нефть – особые технические условия» [10].

Таблица 1 – Параметры нефти

- плотность жидкости находящейся в контакте, кг/м ³	830 – 870
- вязкость жидкости находящейся в контакте, не более сСт,	30
- максимальный объем концентрации твердых частиц в жидкости, %	0,05
- максимальный размер твердых частиц, мм	0,2
- температура жидкости находящейся в контакте, °С	от +5 до +30
- температура окружающей среды, °С	от -50 до +50

При изготовлении ПРУ-3 применяются следующие материалы:

- Корпус отвода – сталь
- Конфузоры – сталь
- Обратный клапан – сталь
- Уплотнение клапана – материал, стойкий к агрессивным средам

3.2 Конструкция ПРУ – 3

ПРУ-3 должно состоять из:

- отвод (сложной формы);
- отборный патрубок;
- направляющие конфузоры;
- обратный клапан;

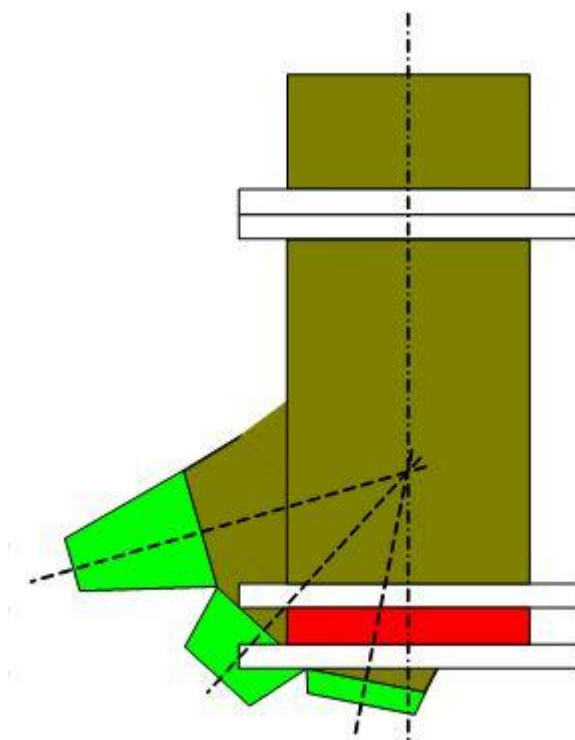


Рисунок 10 – ПРУ-3 вид сверху

ПРУ-3 должно располагаться внутри резервуара и иметь минимальные габаритные размеры, массу, материалоемкость, энергопотребление.

Присоединение отвода ПРУ-3 с ПРП – фланцевое.

Присоединение обратного клапана к отводу ПРУ-3 – фланцевое.

Требуется подобрать пружину оптимальной жесткости для беспрепятственного возврата створок обратного клапана после проведения откачки нефти из резервуара.

Конструкция должна быть надежной и не требовать проведение ТО и ремонтов на протяжении 15 лет.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.3 Принцип работы ПРУ – 3

Поток закачиваемой нефти или нефтепродукта, попадая в ПРУ-3, по направленным конфузурам, разделяется на три конфузора. Затапленная гидравлическая турбулентная струя, выходящая из трёх конфузоров со скоростью 18-36 м/с (в зависимости от технологического режима), расширяется под углом 15° относительно оси, что позволяет с максимальным эффектом использовать ее скорость и зону расширения для размыва донных отложений.

Боковые конфузоры расположены под углом 25° к оси центрального в горизонтальной плоскости для обеспечения максимального перекрытия половины площади днища резервуара. Откачка нефти идет через обратный клапан и отборный патрубок.

Три струи, выходящие из конфузоров ПРУ-3, срывают донные отложения, взвешивают их за счет циркуляции всей массы нефти, препятствуя образованию новых отложений.

Следуя графика перехода течения нефти в РВС, необходимо переходить с течения по часовой стрелке, на противоположное.

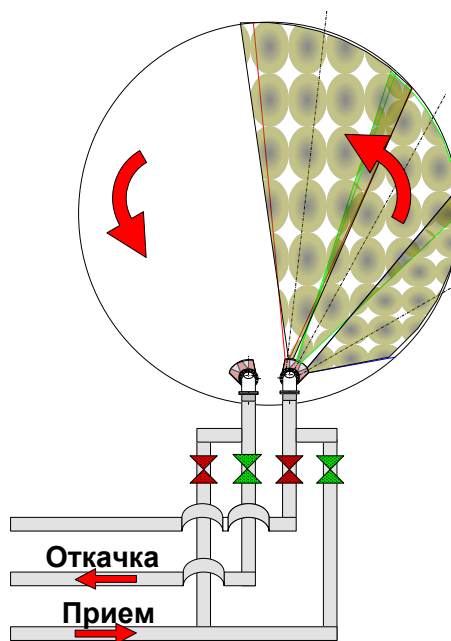


Рисунок 11 – Циркуляция нефти против часовой стрелки

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

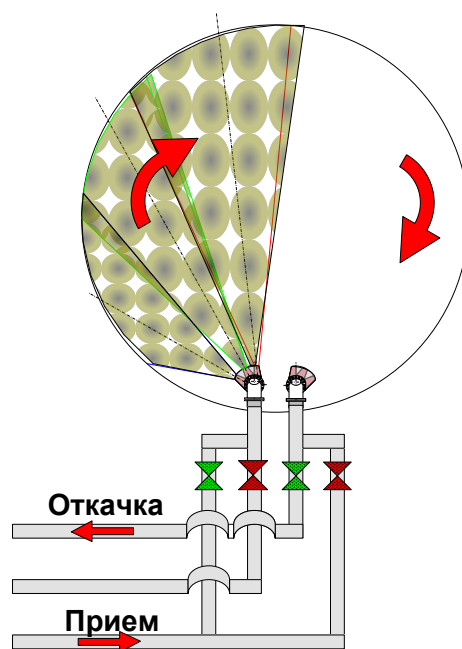


Рисунок 12 – Циркуляция нефти по часовой стрелке

Все детали конструкции ПРУ-3 должны быть стойкими к воздействию перекачиваемого продукта.

В комплект документации, поставляемой с ПРУ-3, должны входить: паспорт, инструкция по эксплуатации и монтажу, разрешение Ростехнадзора России на применение ПРУ-3 для перекачки нефти, сертификат соответствия, сборочный и монтажный чертежи. Сборочный и монтажный чертежи должны содержать все размеры с соответствующими допусками, которые необходимо контролировать при монтаже.

3.4 Плюсы применения ПРУ – 3

- уменьшению интенсивности накопления парафинистых отложений;
- увеличению скорости распространения нефти по дну резервуара за счет уменьшения поперечного сечения выходных отверстий относительно площади ПРП
- циркуляции всей массы нефти в резервуаре, за счет направленных затопленных струй, выходящих из конфузоров.

4. Расчетная часть

Струйным течением считается свободная затопленная струя, вытекающая в среду той же плотности.

Струя, вытекающая из насадки в среду той же плотности, имеет два характерных участка, отличающихся по структуре течения: начальный и основной.

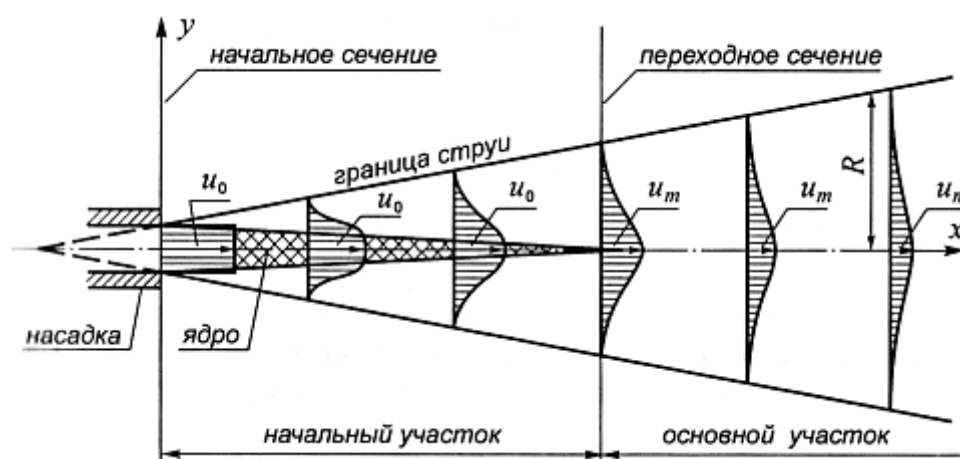


Рисунок 13 – Схема свободной затопленной струи

Иногда выделяют также переходный участок. В начальном сечении струи (совпадающем с выходным сечением насадки) профиль скоростей потока u_0 близок к равномерному. В пределах начального участка сохраняется ядро постоянных скоростей, ширина которого линейно уменьшается от размера внутреннего диаметра насадки до нуля. За пределами границы участка постоянных скоростей, скорости потока u закономерно уменьшаются как по направлению к периферии течения, так и по длине струи. Профиль скорости и на начальном участке изменяется по законам пограничного слоя, рассматриваемого специальным разделом гидродинамики.[12]

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Перемитин Е.Е.				Расчётная часть		Лит.	Лист
Руковод.	Цимбалюк А.Ф.							28
Консульт.								80
И.О.Зав.Каф.	Бирков П.В.						НИ ТПУ гр. 2БМ5Б	

На основном участке струи происходит падение скорости по оси струи u_m и по сечению u . Длина начального участка X_n определяется выражением (1):

$$X_n = \frac{0,67}{a} \cdot R_0 \quad (1)$$

где R_0 - внутренний радиус насадки в выходном сечении, м; a - коэффициент структуры струи; [17]

Формулу для расчета скорости на оси затопленной осесимметричной турбулентной струи вязкой жидкости возьмем из [16]:

$$u = \frac{3}{8\pi\sigma} \sqrt{\frac{J_0}{\rho}} \frac{1}{x} \left(1 - \frac{1}{16\sqrt{\pi\sigma}} \frac{d}{x} \right), \quad (2)$$

Здесь J_0 – импульс струи, одинаковый для всех сечений,

ρ – плотность жидкости,

x – расстояние от начального сечения (в нашем случае от выходного сечения конфузора),

σ – эмпирический коэффициент, задаваемый из сравнения с опытными данными,

d – диаметр струи в начальном сечении.

Импульс струи в начальном сечении [16]

$$J_0 = \rho \int_0^{d/2} 2\pi r u^2 dr. \quad (3)$$

Полагая скорость в начальном сечении постоянной $u = u_0$, получим

$$J_0 = \rho \frac{\pi d^2}{4} u_0^2. \quad (4)$$

Подставляя (4) в (2), получим расчетную формулу для скорости на оси затопленной осесимметричной турбулентной струи вязкой жидкости

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$u = \frac{3}{16\pi\sigma} u_0 d \frac{1}{x} \left(\sqrt{\pi} - \frac{1}{16\sigma} \frac{d}{x} \right) \quad (5)$$

Поперечный профиль скорости на основном участке струи имеет форму, близкую к Гауссовой кривой.

Свободная затопленная струя расширяется по линейному закону (6):

$$\operatorname{tg} \alpha = 3,4 \cdot a \quad (6)$$

где α - половина угла расширяющейся струи.

Радиус струи R на основном участке определяется зависимостью (7):

$$R = \left(3,4 \frac{ax}{R_0} + 1 \right) \cdot R_0, \text{ м} \quad (7)$$

Вычислим линейные размеры конфузоров 1,2,3

ПРП РВС 20000 имеет диаметр 600 мм; Площадь сечения ПРП РВС 20000

$$S_{\text{ПРП}} = \pi \cdot R_{\text{ПРП}}^2 = 3.14 \cdot 0.3^2 = 0.2826 \text{ м}^2 \quad (8)$$

Сумма площадей на срезе конфузоров:

$$S_1 + S_2 + S_3 = \sum S_{\text{конф}} \quad (9)$$

$$S_1 = \pi \cdot R_1^2; \quad S_2 = \pi \cdot R_2^2; \quad S_3 = \pi \cdot R_3^2$$

Где R_1, R_2, R_3 – эквивалентные радиусы конфузоров, зависящие от длины струи (от конфузора до стенки РВС).

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

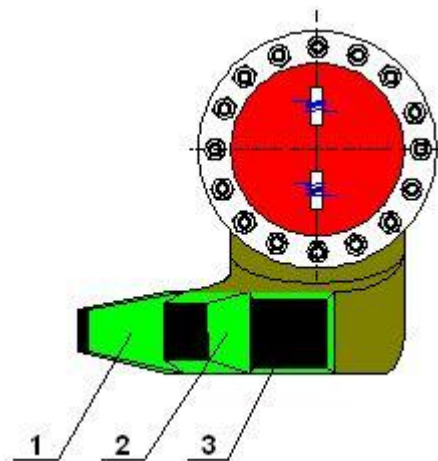


Рисунок 14 – Конфузоры ПРУ-3 общий вид

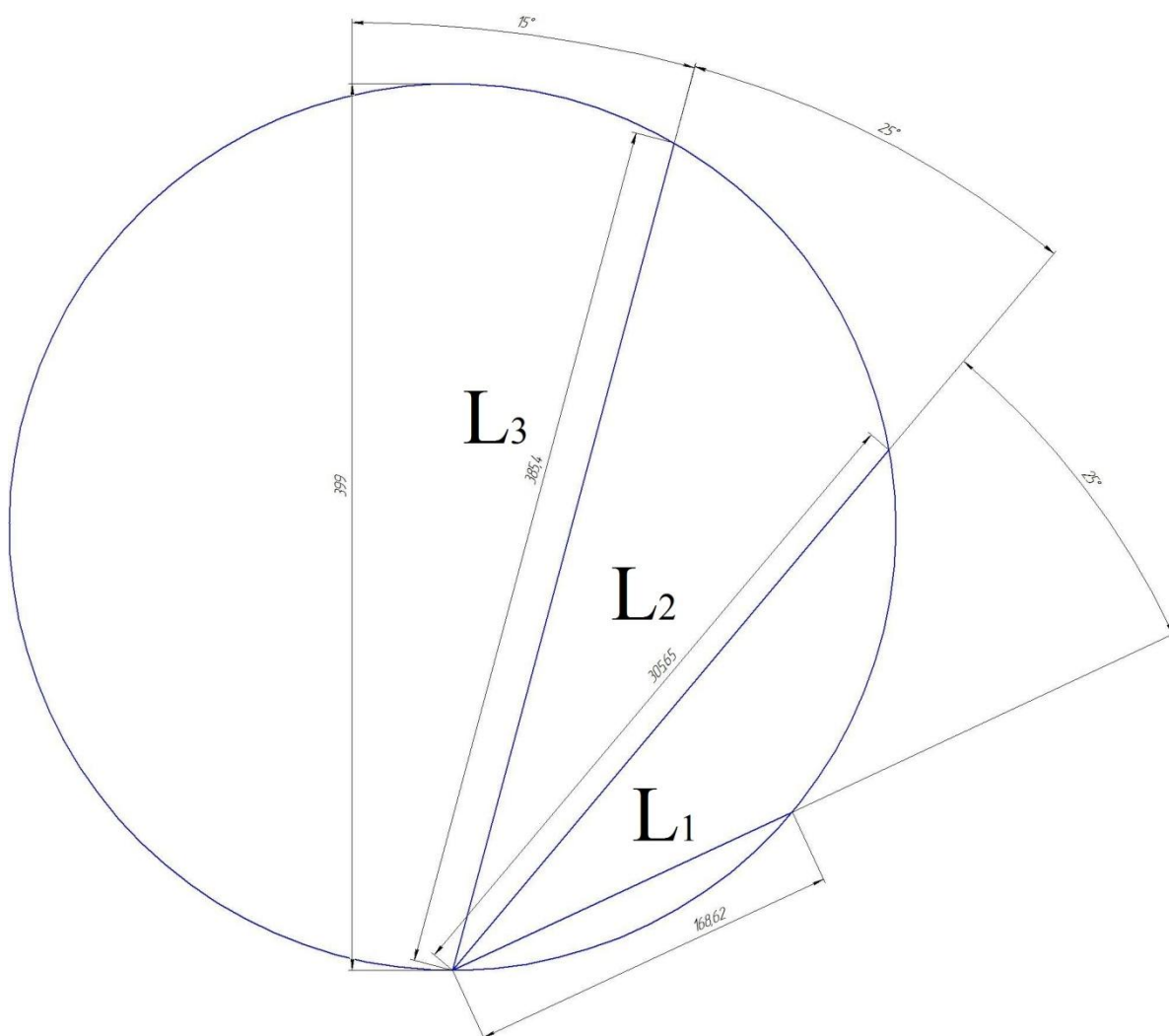


Рисунок 15 – Длины затопленных струй

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

L_1, L_2, L_3 – длины затопленных струй выходящие из соответствующих конфузоров.

Исходя из параметров резервуара РВС-20000, построили модель резервуара в КОМПАС-3D и нашли длины струй:

$$L_1 = 16 \text{ м}, \quad L_2 = 30 \text{ м}, \quad L_3 = 38 \text{ м}.$$

Отношения эквивалентных радиусов насадок, равны отношению длин струй:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}; \quad \frac{R_1}{R_3} = \frac{L_1}{L_3} \quad (10)$$

Расход нефти через ПРП равен сумме расходов через конфузоры

$$Q_{\text{прп}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = V \cdot (S_1 + S_2 + S_3) \quad (11)$$

Так как справедливы отношения (11) выразим R_2 и R_3 через R_1 получим

$$Q_{\text{прп}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = V_{\text{конф}} \cdot \left(\pi \cdot R_1^2 + \pi \cdot \left(\frac{30}{16} R_1 \right)^2 + \pi \cdot \left(\frac{38}{16} R_1 \right)^2 \right) \quad (12)$$

Из закона сохранения вещества и постоянства расхода вытекает уравнение неразрывности течений. Расход жидкости через ПРП и конфузоры в любом сечении постоянен, т.е. $Q_{\text{ПРП}} = Q_{\Sigma \text{конф}} = \text{const}$, откуда:

$$S_{\text{ПРП}} \cdot V_{\text{ПРП}} = \Sigma S_{\text{конф}} \cdot V_{\text{конф}} \quad (13)$$

Таким образом, если течение в ПРП является сплошным и неразрывным, то уравнение неразрывности примет вид:

$$\frac{V_{\text{ПРП}}}{V_{\text{конф}}} = \frac{\Sigma S_{\text{конф}}}{S_{\text{ПРП}}} \quad (14)$$

Для примера воспользуемся режимами производительности резервуарного парка НПС «Парабель»:

$$1. Q_{\text{max}} = 6000 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad \text{при этом } V_{\text{прп}} = 6 \text{ м/с}$$

$$2. Q_{\text{min}} = 3000 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad \text{при этом } V_{\text{прп}} = 3 \text{ м/с}$$

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитаем размеры конфузоров при максимальной производительности.

Примем:

$$\Sigma S_{\text{конф}} = S_{\text{ПРП}} / 6 = 0,0471 \text{ м}^2 \quad (15)$$

отсюда:

$$V_{\text{конф}} = 6 \cdot V_{\text{ПРП}} = 36 \text{ м/с} \quad (16)$$

Согласно РД 39-30-498-80 «Методика расчета допустимых скоростей истечения нефти в резервуары через системы размыва осадка с учетом образования статического электричества» рабочая скорость размыва

донных отложений – 13-24 м/с [9], а допустимая для РВС 20000 – до 40 м/с

Из уравнения (10) определим эквивалентный радиус 1-й насадки:

$$Q_{\text{прп}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = V_{\text{конф}} \cdot (\pi \cdot R_1^2 + \pi \cdot (\frac{30}{16} R_1)^2 + \pi \cdot (\frac{38}{16} R_1)^2) \quad (17)$$

Подставив : $Q_{\text{прп}} = 6000 \text{ м}^3/\text{ч}$; $V_{\text{конф}} = 36 \text{ м/с}$; $\pi = 3.14$

Получим: $R_1 = 0,04 \text{ м}$

$$R_2 = (30 / 16) \cdot R_1 = 0,07 \text{ м}$$

$$R_3 = (38 / 16) \cdot R_1 = 0,09 \text{ м}$$

Принимаем конфузоры формы правильной усеченной пирамиды.

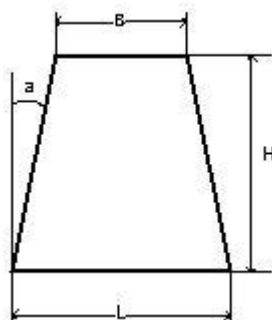


Рисунок 16– Форма конфузоров ПРУ-3

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Площадь основания каждого конфузора равна:

$$S = L \cdot L \quad (18)$$

Сумма площадей оснований насадок равна площади ПРП – т.е.

$$3 \cdot L \cdot L = S_{\text{ПРП}} \quad (19)$$

отсюда $L = 0,307$ м

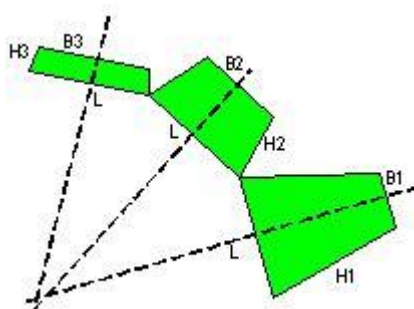


Рисунок 17 – Конфузоры ПРУ-3 вид сверху

Размер B1 на срезе конфузора найдем из эквивалентного радиуса R_1

$$B \cdot B = \pi \cdot R_1^2 \quad (20)$$

отсюда $B1 = 0,0675$ м

Высоту H1 найдем через tg угла конусности α , $\alpha = 13^\circ 24'$ – так как это угол с оптимальными значениями коэффициентов скорости, истечения, сжатия.

$$\text{tga} = \frac{\frac{L}{2} - \frac{B1}{2}}{H1} \quad (21)$$

отсюда $H1 = 0,503$ м

По аналогии найдем размеры остальных конфузоров.

Результаты расчетов внесем в таблицу 2

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2 – Габаритные размеры конфузоров ПРУ – 3

1 конфузор		2 конфузор		3 конфузор	
a	13°24'	a	13°24'	a	13°24'
L	0,307 м	L	0,307 м	L	0,307 м
B1	0,0675 м	B2	0,1266 м	B3	0,1603 м
H1	0,5026 м	H2	0,3786 м	H3	0,3078 м

Рассчитаем угол расширения затопленной струи:

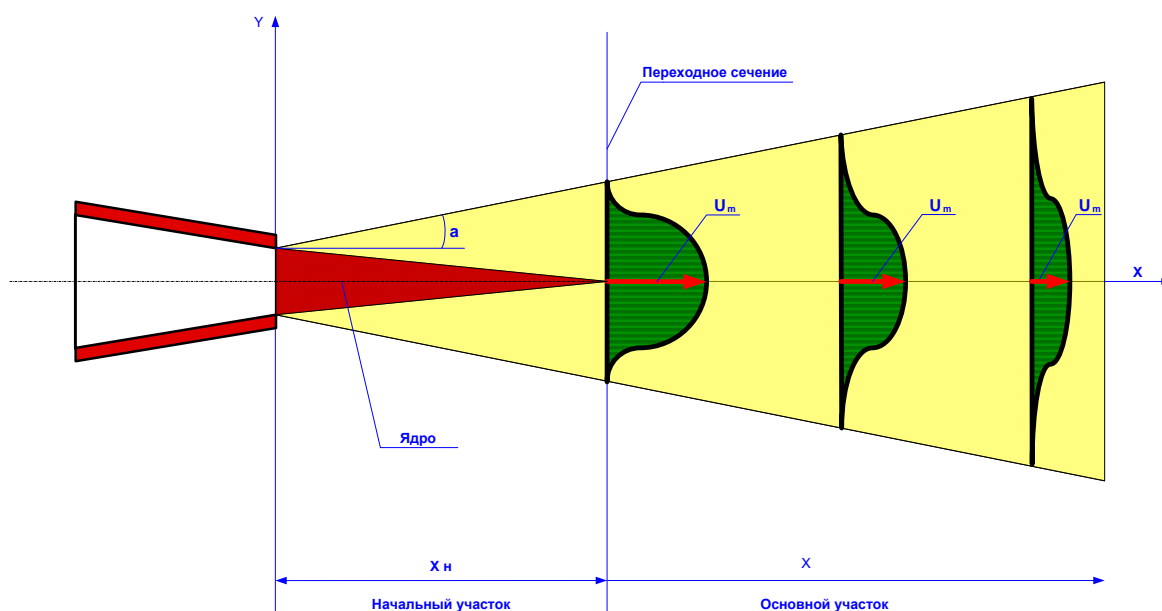


Рисунок 18 – Схема расширения струи выходящей из конфузора

Свободная затопленная струя расширяется по линейному закону (22) [18]:

$$\operatorname{tg} \alpha = 3,4 \cdot a \quad (22)$$

где α - половина угла расширяющейся струи.

a - коэффициент структуры струи; для осесимметричных струй $a \approx 0,08$.

Отсюда находим половину угла расширения α : $\alpha \approx 15^\circ$

Следовательно полный угол расширения струи равен $2\alpha \approx 30^\circ$

Длина начального участка X_n определяется выражением (1)[18]:

$$X_n = \frac{0,67}{a} \cdot R_0 \quad (1)$$

где R_0 - внутренний радиус насадки в выходном сечении, м; a - коэффициент структуры струи; для осесимметричных струй $a \approx 0,08$ [18].

В нашем случае будем рассматривать затопленные струи каждого конфузора с эквивалентными радиусами R_1, R_2, R_3

$$X_n = \frac{0,67}{0,08} \cdot R_1 = 0,3191 \text{ м}$$

$$X_n = \frac{0,67}{0,08} \cdot R_2 = 0,5983 \text{ м}$$

$$X_n = \frac{0,67}{0,08} \cdot R_3 = 0,7579 \text{ м}$$

Так как длины начальных участков малы, по сравнению с рассматриваемыми длинами L_1, L_2, L_3 , в расчетах их учитывать не будем

По теории Г.Н. Абрамовича изменение скорости по оси струи u_m на основном участке для осесимметричной струи определяется зависимостью (23) [18]:

$$u_m = \frac{0,96}{\frac{ax}{R_0} + 0,29}, \text{ м/с} \quad (23)$$

где x – расстояние от начального сечения струи, м.

U_0 – скорость на срезе конфузоров

$U_0 = 36 \text{ м/с}$ (при максимальной производительности резервуарного парка)

Вместо R_0 – подставим эквивалентные радиусы конфузоров.

Полученные результаты внесем в таблицу 3

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3 – Скорость нефти U_{ma} на оси каждого конфузора по длине X при Q_{max}

X	Uma1	Uma2	Uma3	X	Uma1	Uma2	Uma3
1	15.092	24.120	29.316	20		1.493	1.913
2	8.056	13.418	16.714	21		1.423	1.823
3	5.494	9.294	11.689	22		1.359	1.741
4	4.169	7.109	8.987	23		1.300	1.667
5	3.359	5.756	7.300	24		1.247	1.598
6	2.812	4.835	6.146	25		1.197	1.535
7	2.418	4.169	5.307	26		1.152	1.477
8	2.122	3.664	4.670	27		1.110	1.423
9	1.890	3.268	4.169	28		1.070	1.373
10	1.703	2.949	3.765	29		1.034	1.326
11	1.550	2.687	3.433	30		1.000	1.282
12	1.423	2.468	3.154	31			1.241
13	1.315	2.282	2.918	32			1.203
14	1.222	2.122	2.714	33			1.167
15	1.141	1.982	2.537	34			1.133
16	1.070	1.860	2.381	35			1.101
17		1.753	2.244	36			1.070
18		1.657	2.122	37			1.042
19		1.571	2.012	38			1.014

На основании рассчитанных результатов составим график зависимости скорости нефти на оси струи каждого конфузора от расстояния X при Q_{max}

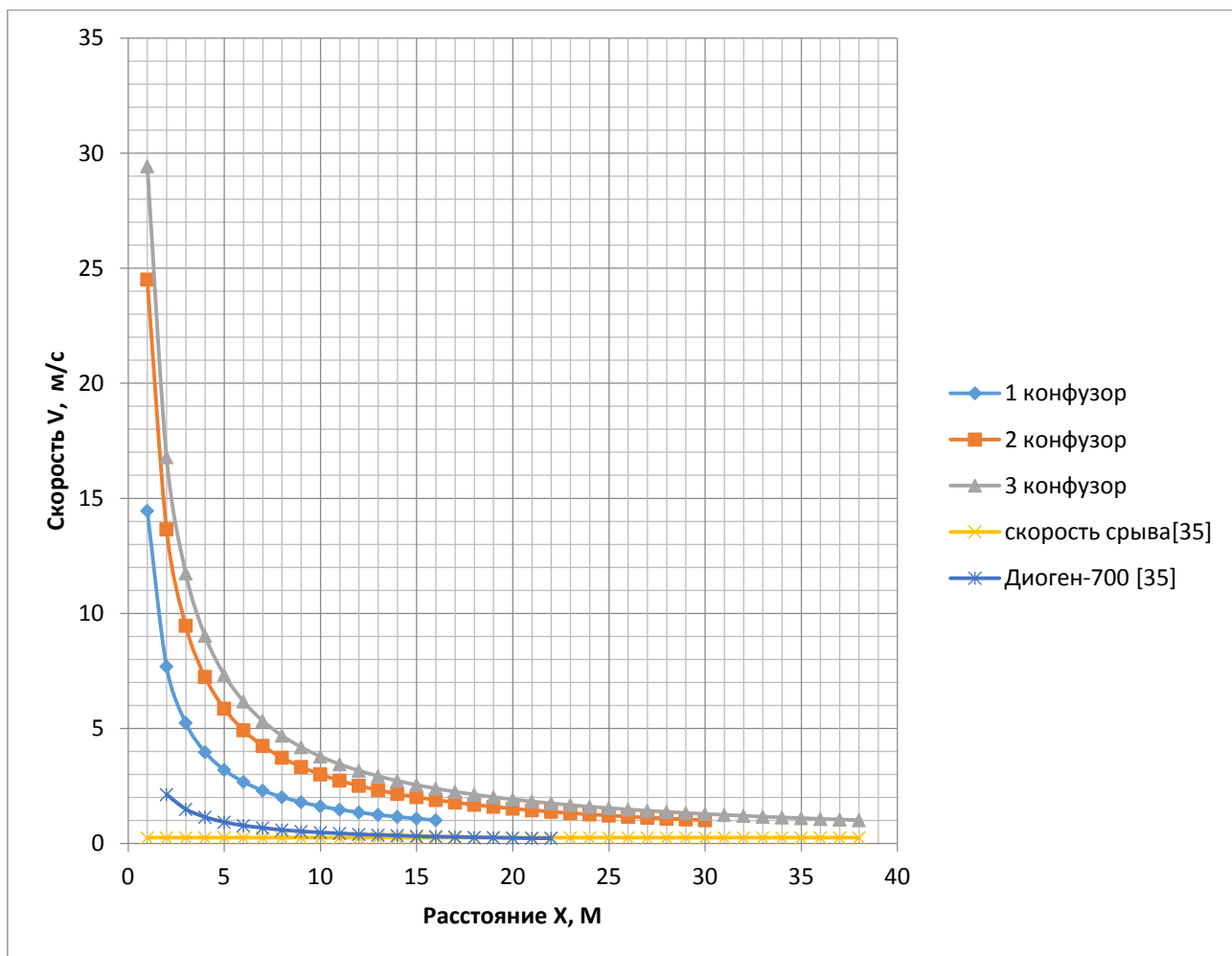


Рисунок 19 – График зависимости скорости нефти на оси струи каждого конфузора от расстояния X при Q_{\max}

Так же на графике изображена винтовая мешалка «Диоген–700» и показана скорость срыва [35]. Делаем вывод что эффективность винтовой мешалки ниже, чем устройства «ПРУ–3» при максимальной производительности.

По теории Г.Н. Абрамовича изменение скорости по оси струи u_m на основном участке для осесимметричной струи определяется зависимостью (23):

$$u_m = \frac{0,96}{\frac{ax}{R_0} + 0,29}, \text{ м/с} \quad (23)$$

где x – расстояние от начального сечения струи, м.

U_0 – скорость на срезе конфузоров

$U_0 = 18 \text{ м/с}$ (при минимальной производительности резервуарного парка)

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Вместо R_0 – подставим эквивалентные радиусы конфузоров

Полученные результаты внесем в таблицу 4.

Таблица 4 – Скорость нефти U_{ma} на оси каждого конфузора по длине X при Q_{min}

X	Uma1	Uma2	Uma3	X	Uma1	Uma2	Uma3
1	7.546	12.060	14.658	20		0.747	0.956
2	4.028	6.709	8.357	21		0.711	0.912
3	2.747	4.647	5.844	22		0.679	0.871
4	2.084	3.555	4.493	23		0.650	0.833
5	1.679	2.878	3.650	24		0.623	0.799
6	1.406	2.418	3.073	25		0.599	0.768
7	1.209	2.084	2.653	26		0.576	0.738
8	1.061	1.832	2.335	27		0.555	0.711
9	0.945	1.634	2.084	28		0.535	0.686
10	0.852	1.475	1.883	29		0.517	0.663
11	0.775	1.344	1.716	30		0.500	0.641
12	0.711	1.234	1.577	31			0.621
13	0.657	1.141	1.459	32			0.601
14	0.611	1.061	1.357	33			0.583
15	0.570	0.991	1.268	34			0.566
16	0.535	0.930	1.191	35			0.550
17		0.876	1.122	36			0.535
18		0.828	1.061	37			0.521
19		0.785	1.006	38			0.507

На основании рассчитанных результатов составим график зависимости скорости нефти на оси струи каждого конфузора от расстояния X при Q_{min}

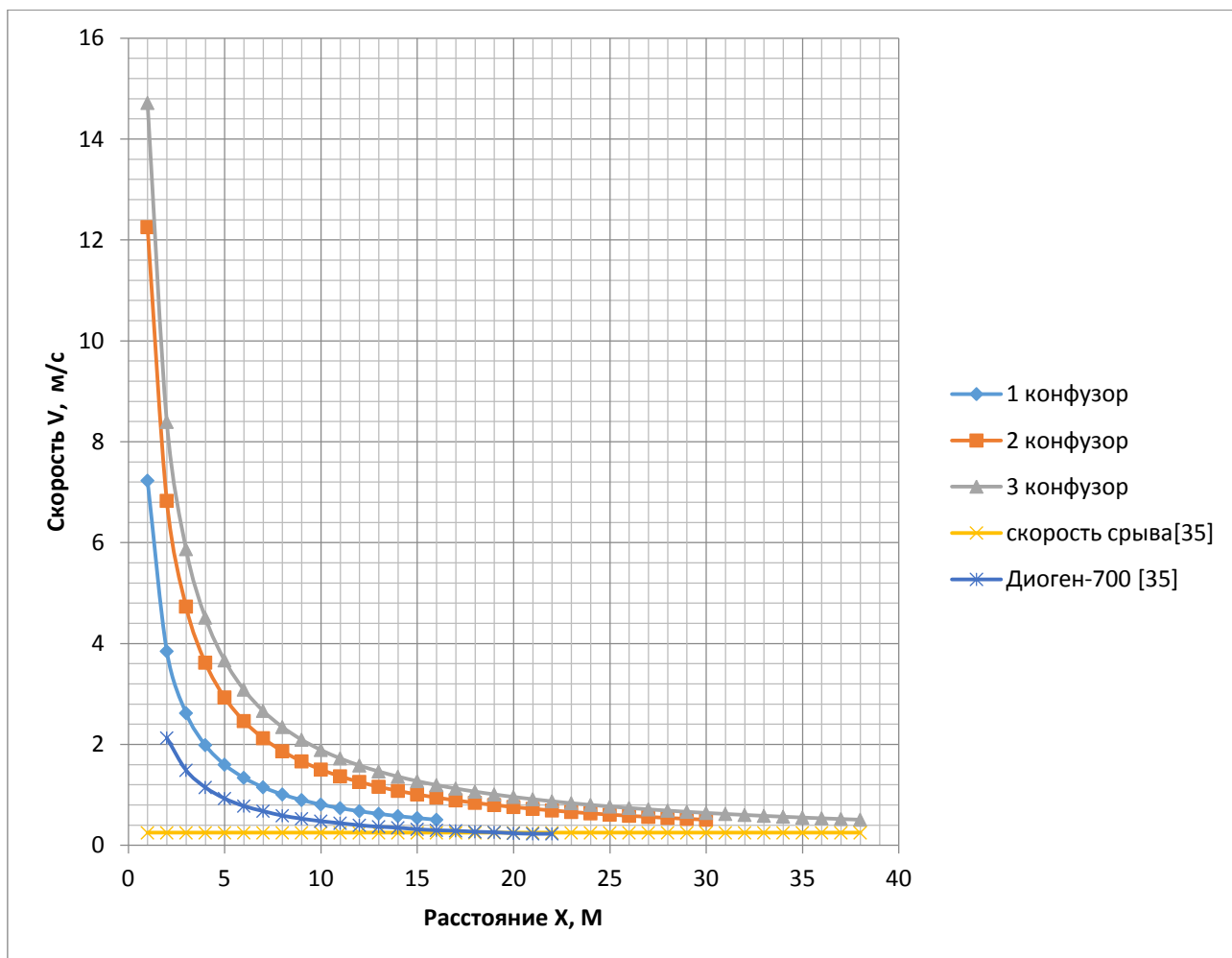


Рисунок 20 – График зависимости скорости нефти на оси струи каждого конфузора от расстояния X при Q_{\min}

Анализируя график, делаем вывод что эффективность винтовой мешалки ниже, чем устройства «ПРУ–3» даже при минимальной производительности.

Произведем расчёты по Лойцянский Л.Г. Изменение скорости по оси струи u на основном участке для осесимметричной струи определяется зависимостью (5):

$$u = \frac{3}{16\pi\sigma} u_0 d \frac{1}{x} \left(\sqrt{\pi} - \frac{1}{16\sigma} \frac{d}{x} \right) \quad (5)$$

,где x –расстояние от начального сечения (в нашем случае от выходного сечения конфузора),

d –диаметр струи в начальном сечении.

σ –эмпирический коэффициент, задаваемый из сравнения с опытными данными

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Опытные данные приведены в Трудах ЛПИ №136 1955 г В.С. Дубовым [17]

Л.Г.Лойцянским по опытам В.С. Дубова был подобран эмпирический коэффициент $\sigma=0,21$ [16]. Используя данный коэффициент посчитаем скорость распространения струи и построим график.

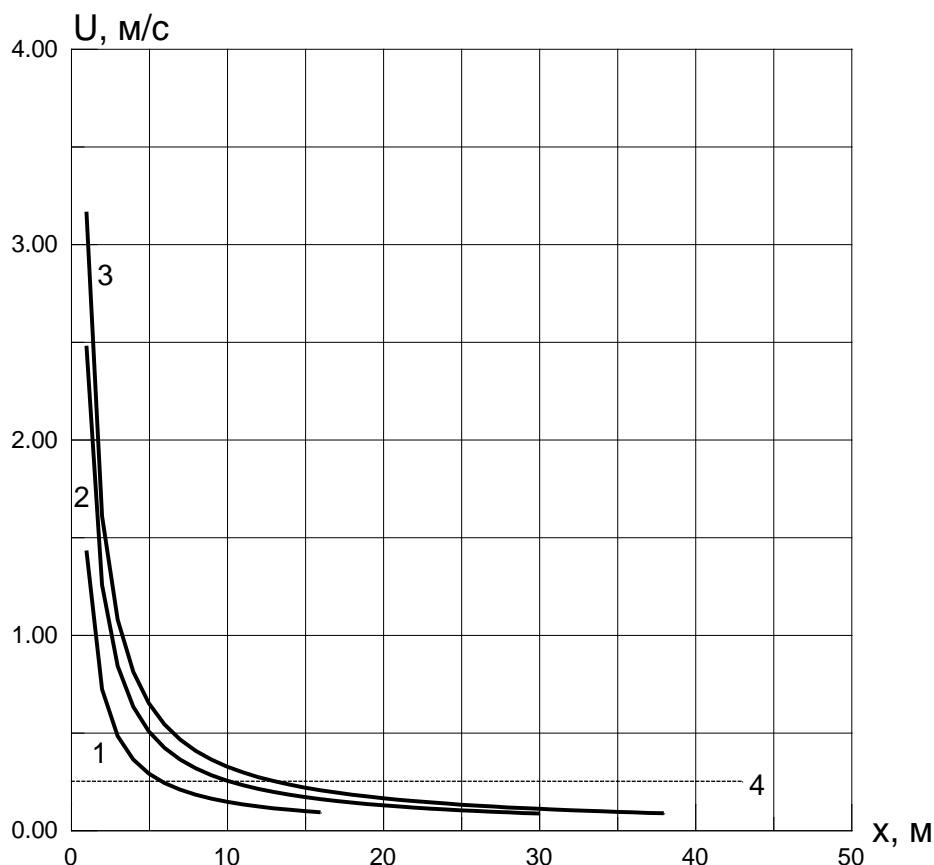


Рисунок 21 – Распределение скорости на оси затопленной струи при максимальной производительности; 1–первый конфузор; 2–второй конфузор; 3–третий конфузор; 4–скорость срыва донных отложений; эмпирический коэффициент $\sigma =0,21$

Анализируя график, видно что скорости очень малы и срыва донных отложений не происходит. Но, изучая опыты В.С.Дубова [17], выяснилось что опыты проводились на затопленной воздушной струе. А в нашей работе мы рассчитываем именно вязкую турбулентную струю. Так как поиск экспериментальных данных не дал результатов, параметрическими расчётами нам удалось подобрать эмпирический коэффициент $\sigma =0,0176$

Расчёт был произведен в Borland Pascal 7.0

```

File Edit Search Run Compile Debug Tools Options Window Help
[ ] STREAM.PAS 1=[ ]
program stream;
var u,us,d,x,dx,xk,umax:real;
    f:text;
const sigma=0.0176;
begin
  assign(f,'min1nn.dat');
  rewrite(f);
  u:=18.0; d:=0.08;
  x:=1.0;
  dx:=1.0;
  xk:=16.0;
  while x<xk+0.1 do
  begin
    us:=0.96/(0.08*x/(d*0.5)+0.29)*u;
    umax:=3/(16*pi*sigma)*u*d/x*(sqrt(pi)-d/(16*sigma*x));
    writeln(x:7:3,' ',us:7:3,' ',umax:7:3);
    writeln(f,x:7:3,' ',us:7:3,' ',umax:7:3);
    x:=x+dx
  end;
  close(f)
end.

```

Рисунок 22 – Расчёт струи первого конфузора при минимальной производительности резервуарного парка

```

File Edit Search Run Compile Debug Tools Options Window Help
[ ] STREAM.PAS
program stream;
var u,us,d,x,dx,xk,umax:real;
    f:text;
const sigma=0.0176;
begin
  assign(f,'min2nn.dat');
  rewrite(f);
  u:=18.0; d:=0.14;
  x:=1.0;
  dx:=1.0;
  xk:=30.0;
  while x<xk+0.1 do
  begin
    us:=0.96/(0.08*x/(d*0.5)+0.29)*u;
    umax:=3/(16*pi*sigma)*u*d/x*(sqrt(pi)-d/(16*sigma*x));
    writeln(x:7:3,' ',us:7:3,' ',umax:7:3);
    writeln(f,x:7:3,' ',us:7:3,' ',umax:7:3);
    x:=x+dx
  end;
  close(f)
end.

```

Рисунок 23 – Расчёт струи второго конфузора при минимальной производительности резервуарного парка.

```

File Edit Search Run Compile Debug Tools Options Window Help
[ ] STREAM.PAS
program stream;
var u,us,d,x,dx,xk,umax:real;
    f:text;
const sigma=0.0176;
begin
  assign(f,'min3nn.dat');
  rewrite(f);
  u:=18.0;  d:=0.18;
  x:=1.0;
  dx:=1.0;
  xk:=38.0;
  while x<xk+0.1 do
  begin
    us:=0.96/(0.08*x/(d*0.5)+0.29)*u;
    umax:=3/(16*pi*sigma)*u*d/x*(sqrt(pi)-d/(16*sigma*x));
    writeln(x:7:3,' ',us:7:3,' ',umax:7:3);
    writeln(f,x:7:3,' ',us:7:3,' ',umax:7:3);
    x:=x+dx
  end;
  close(f)
end.
* 11:10
F1 Help F2 Save F3 Open Alt+F9 Compile F9 Make Alt+F10 Local menu

```

Рисунок 24 – Расчёт струи третьего конфузора при минимальной производительности резервуарного парка.

Результаты расчётов заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Скорость нефти U_{ml} на оси каждого конфузора по длине X при Q_{min}

X	U_{ml1}	U_{ml2}	U_{ml3}	X	U_{ml2}	U_{ml2}	U_{ml3}
1	7.268	10.898	12.451	20		0.747	0.956
2	3.981	6.511	7.981	21		0.712	0.911
3	2.731	4.577	5.711	22		0.680	0.871
4	2.077	3.521	4.430	23		0.651	0.833
5	1.676	2.406	3.614	24		0.624	0.799
6	1.404	2.406	3.051	25		0.599	0.768
7	1.208	2.077	2.639	26		0.576	0.739
8	1.060	1.827	2.325	27		0.555	0.712
9	0.945	1.631	2.077	28		0.536	0.687
10	0.852	1.472	1.877	29		0.517	0.663
11	0.775	1.342	1.712	30		0.500	0.641
12	0.712	1.233	1.574	31			0.621
13	0.658	1.140	1.456	32			0.602
14	0.611	1.060	1.355	33			0.584
15	0.571	0.991	1.267	34			0.567
16	0.536	0.930	1.190	35			0.551
17		0.876	1.121	36			0.536
18		0.828	1.060	37			0.521
19		0.785	1.006	38			0.508

Аналогичным методом произведем расчёты по Лойцянский Л.Г. для максимальной производительности резервуарного парка. Результаты расчётов заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Скорость нефти U_{ml} на оси каждого конфузора по длине X при Q_{max}

X	U_{ml1}	U_{ml2}	U_{ml3}	X	U_{ml2}	U_{ml2}	U_{ml3}
1	14.536	21.796	24.902	20		1.493	1.912
2	7.962	13.022	15.963	21		1.423	1.823
3	5.462	9.154	11.689	22		1.359	1.741
4	4.154	7.042	8.859	23		1.301	1.667
5	3.351	5.719	7.228	24		1.247	1.598
6	2.808	4.813	6.101	25		1.198	1.535
7	2.416	4.154	5.277	26		1.153	1.477
8	2.120	3.654	4.649	27		1.110	1.423
9	1.889	3.261	4.154	28		1.071	1.373
10	1.703	2.944	3.754	29		1.034	1.326
11	1.551	2.684	3.425	30		1.000	1.283
12	1.423	2.465	3.148	31			1.242
13	1.315	2.280	2.913	32			1.203
14	1.222	2.120	2.710	33			1.167
15	1.142	1.982	2.534	34			1.133
16	1.071	1.860	2.379	35			1.101
17		1.753	2.242	36			1.071
18		1.657	2.120	37			1.042
19		1.571	2.011	38			1.015

Пользуясь результатами занесенными в таблицы 4 и 5, построим график зависимости скорости нефти на оси струи каждого конфузора от расстояния X при Q_{min}

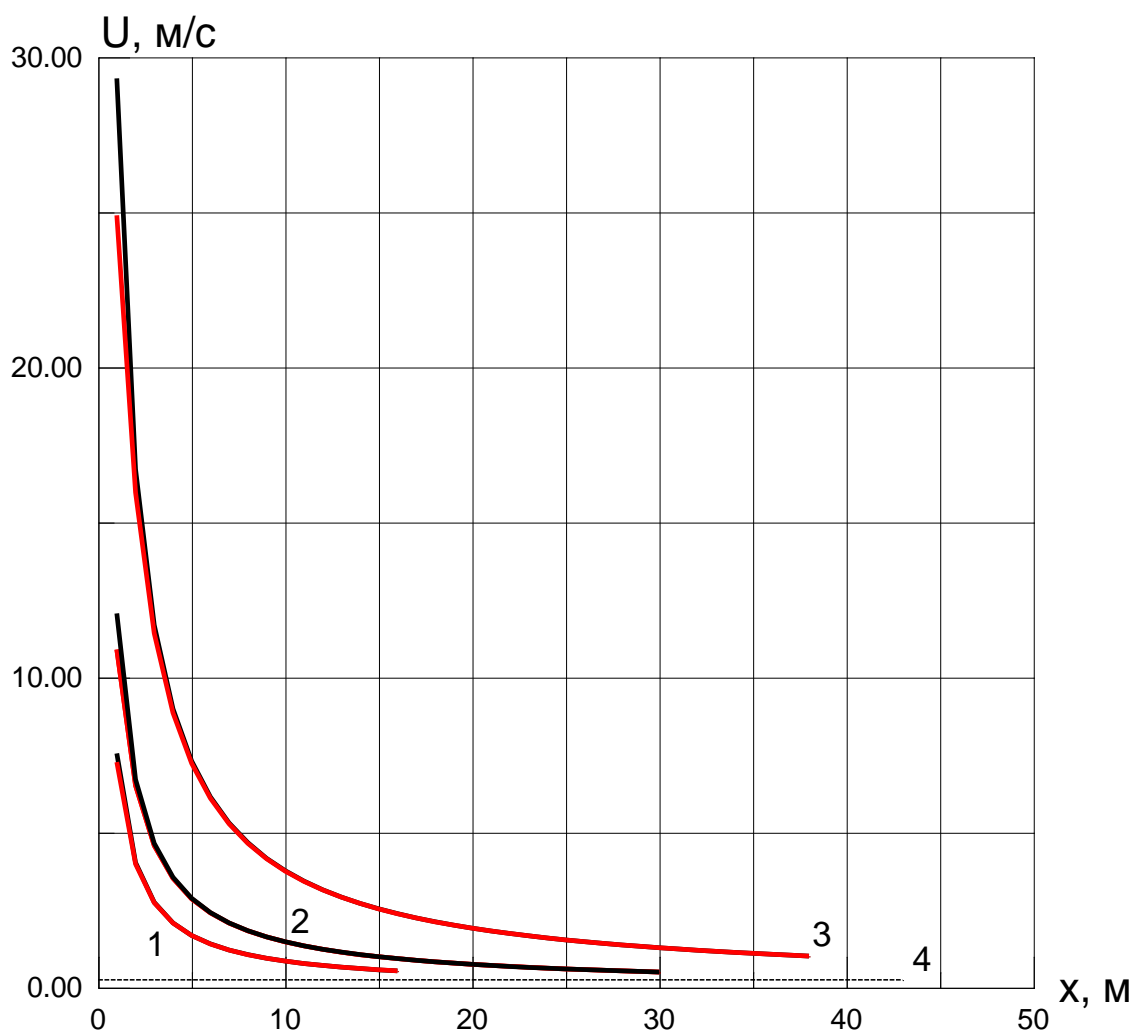


Рисунок 25 – Распределение скорости на оси затопленной струи при минимальной производительности; 1–первый конфузор; 2–второй конфузор; 3– третий конфузор; 4– срывающая скорость[35]; черная кривая–расчет по Абрамовичу Г.Н.; красная кривая–расчет по Лойцянскому Л.Г. при значении эмпирического коэффициента $\sigma = 0,0176$.

Пользуясь результатами занесенными в таблицы 3 и 6, построим график зависимости скорости нефти на оси струи каждого конфузора от расстояния X при Q_{\max}

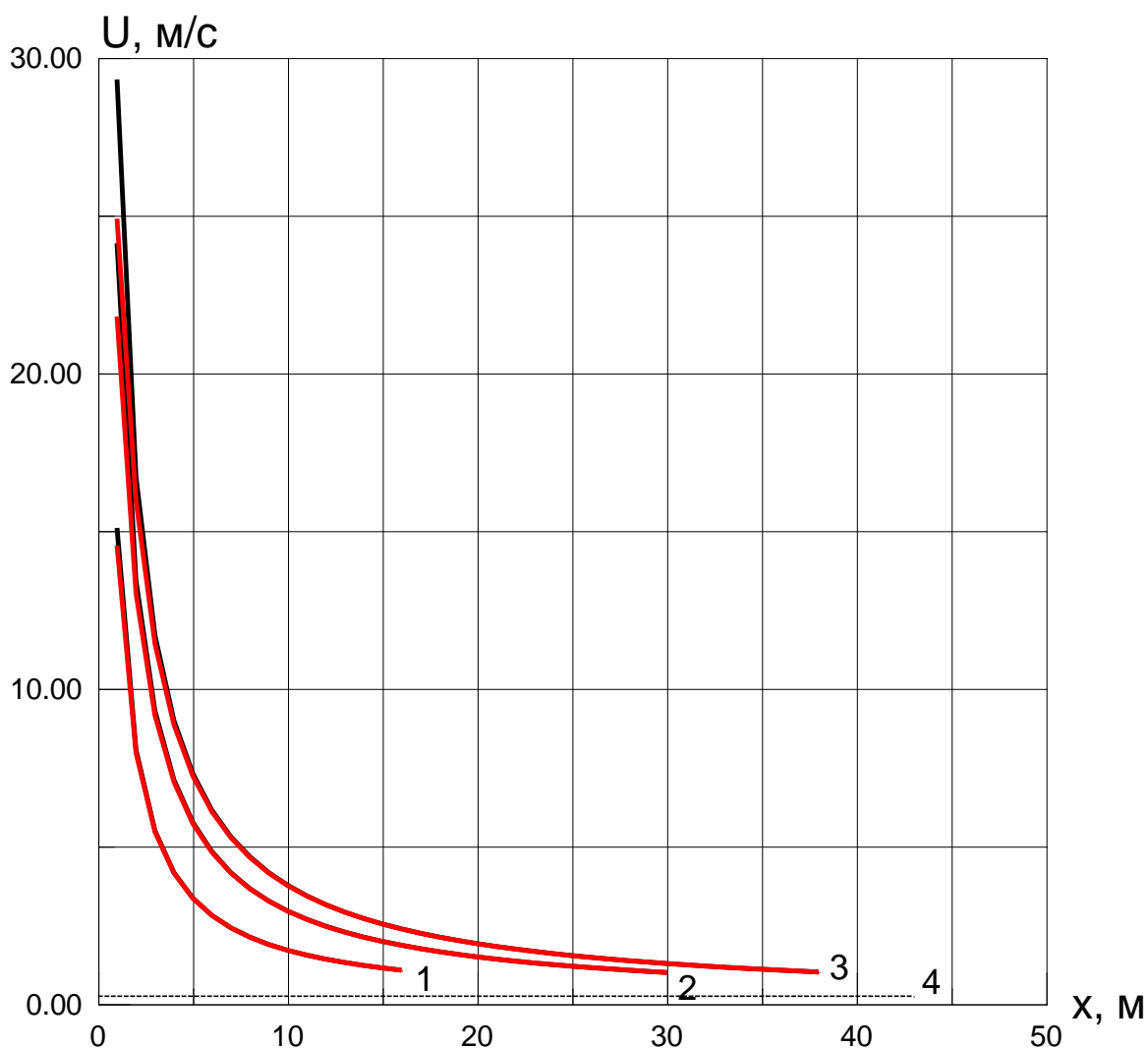


Рисунок 26 – Распределение скорости на оси затопленной струи при максимальной производительности; 1–первый конфузор; 2–второй конфузор; 3–третий конфузор; 4–срывающая скорость[35]; черная кривая–расчет по Абрамовичу Г.Н.; красная кривая–расчет по Лойцянскому Л.Г. при значении эмпирического коэффициента $\sigma = 0,0176$

Анализируя полученные графики, делаем вывод что подобранный нами эмпирический коэффициент показывает очень хорошее с теорией Г.Н.Абрамовича.

Для подтверждения адекватности подбора эмпирического коэффициента произвели расчёт в ANSYS FLUENT, для расчётов будем использовать данные третьего конфузора.

Таблица 7 – Исходные данные для расчёта в ANSYS FLUENT

Массовый расход третьего конфузора Q_{m3}	786,79 кг/с
Эквивалентный диаметр третьего конфузора D_3	0,180982 м
Плотность нефти	850 кг/м ³
Вязкость нефти	10 сСт
Диаметр РВС	39,9 м

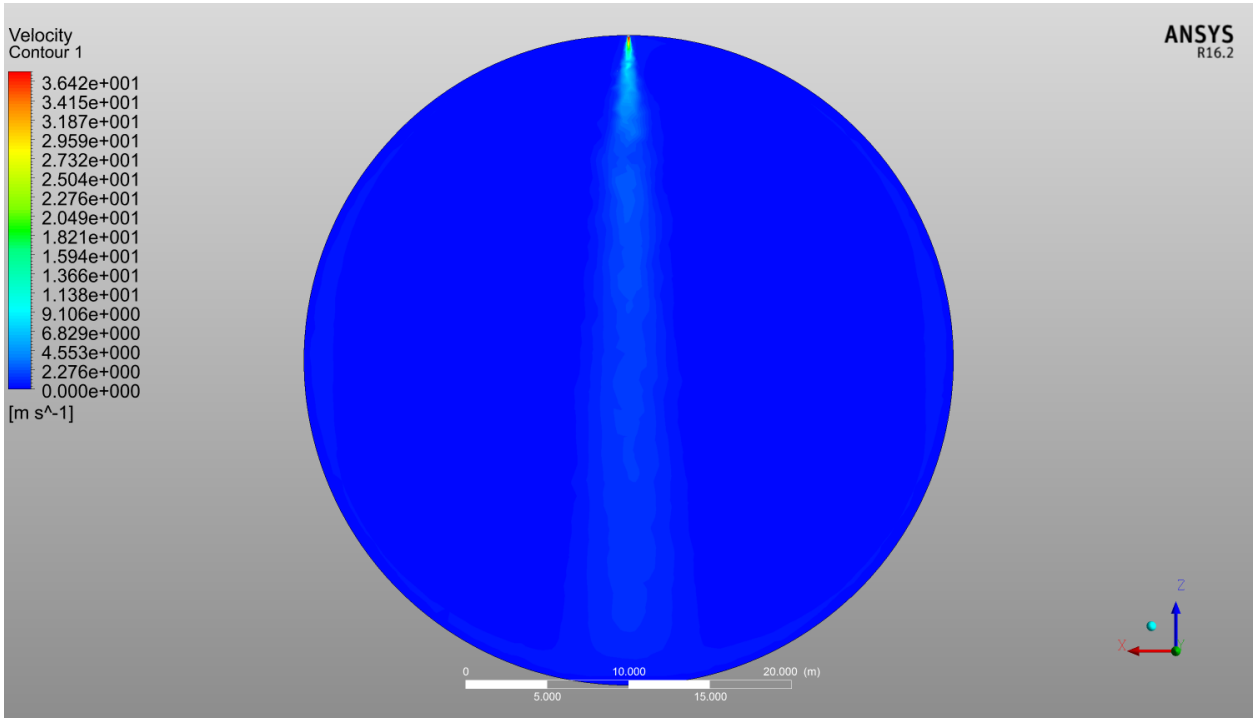


Рисунок 27 – Распространение затопленной струи в ANSYS FLUENT

Делаем выгрузку данных с ANSYS FLUENT и заносим их в таблицу 8.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таблица 8 – Полученные данные о скорости струи в ANSYS FLUENT

X	V	X	V	X	V	X	V
0,05	36,89	9,73	2,34	19,40	1,62	29,07	1,38
0,46	34,71	10,13	2,37	19,80	1,61	29,47	1,40
0,86	21,40	10,53	2,39	20,20	1,65	29,87	1,40
1,26	12,01	10,94	2,38	20,60	1,66	30,27	1,37
1,67	6,16	11,34	2,31	21,01	1,66	30,68	1,36
2,07	7,10	11,74	2,23	21,41	1,65	31,08	1,36
2,47	6,60	12,15	2,17	21,81	1,64	31,48	1,37
2,88	6,30	12,55	2,06	22,22	1,62	31,88	1,36
3,28	5,77	12,95	1,94	22,62	1,61	32,29	1,33
3,68	5,06	13,36	1,95	23,02	1,65	32,69	1,28
4,09	4,80	13,76	1,99	23,43	1,66	33,09	1,24
4,49	4,06	14,16	1,98	23,83	1,63	33,50	1,20
4,89	3,81	14,56	2,03	24,23	1,62	33,90	1,22
5,29	3,30	14,97	2,08	24,63	1,52	34,30	1,23
5,70	3,27	15,37	2,01	25,04	1,56	34,71	1,23
6,10	2,91	15,77	1,97	25,44	1,61	35,11	1,20
6,50	2,68	16,18	1,93	25,84	1,57	35,51	1,17
6,91	2,26	16,58	1,92	26,25	1,58	35,91	1,15
7,31	1,97	16,98	1,93	26,65	1,55	36,32	1,15
7,71	1,91	17,39	1,79	27,05	1,52	36,72	1,13
8,12	2,37	17,79	1,82	27,46	1,49	37,12	1,05
8,52	2,35	18,19	1,81	27,86	1,41	37,53	0,97
8,92	2,36	18,59	1,73	28,26	1,33	37,93	0,86
9,32	2,33	19,00	1,67	28,67	1,34	38,33	0,74

Теперь мы можем сделать интерполяцию данных при помощи Excel от 1 до 38 и построить график распределение скорости струи в зависимости от пройденного пути. Данные интерполяции занесем в таблицу 9.

Таблица 9 – Интерполяция значений при помощи Excel.

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1,00	18,114	11,00	2,370	21,00	1,660	31,00	1,360
2,00	6,936	12,00	2,192	22,00	1,631	32,00	1,351
3,00	6,141	13,00	1,941	23,00	1,648	33,00	1,249
4,00	4,857	14,00	1,984	24,00	1,626	34,00	1,223
5,00	3,670	15,00	2,075	25,00	1,556	35,00	1,208
6,00	3,000	16,00	1,948	26,00	1,574	36,00	1,150
7,00	2,195	17,00	1,923	27,00	1,524	37,00	1,074
8,00	2,235	18,00	1,815	28,00	1,382	38,00	0,839
9,00	2,354	19,00	1,670	29,00	1,373		
10,00	2,360	20,00	1,630	30,00	1,390		

Построим график используя интерполированные данные ANSYS FLYENT и сравним его с полученными расчетами по теории Л.Г.Лойцянского

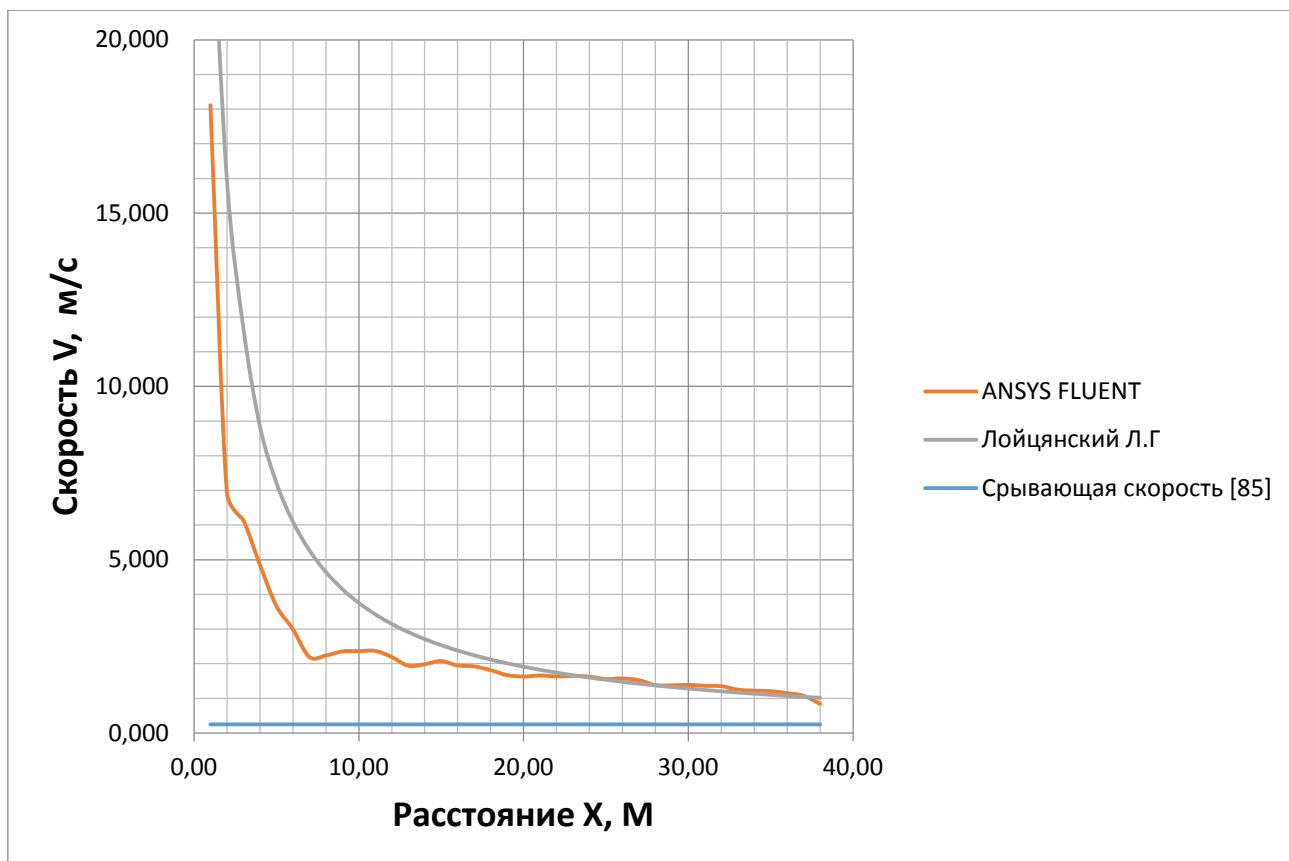


Рисунок 28 – График зависимости скорости U_x на оси затопленной струи от расстояния X при Q_{\max} для третьего конфузора.

Анализируя график делаем заключение, что подобранный эмпирического коэффициента можно считать адекватным и принять $\sigma = 0,0176$ для затопленной вязкой турбулентной струи нефтяной жидкости.

Внешние сходящиеся насадки (конфузоры), применяют в тех случаях, когда нужно при данном напоре иметь большую скорость истечения жидкости, большую дальность полета струи и силу ее удара.

Коэффициенты скорости φ , расхода μ , сжатия ε , зависят от угла конусности α конфузора.

Своего максимума коэффициент расхода достигает когда угол конусности $\alpha = 13^\circ$.

Коэффициент расхода

$$\mu = \varepsilon \cdot \varphi \quad (24)$$

При $\alpha = 13^\circ$, коэффициент скорости $\varphi = 0,963$

Коэффициент сжатия $\varepsilon = 0,982$,

Тогда $\mu = 0,946$

Рассчитаем значение повышения давление в связи с уменьшением площади поперечного сечения на срезе конфузоров, относительно площади ПРП.

$$Q = 1,59 \cdot \mu \cdot F \cdot \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}} \quad (25)$$

$Q_{\max} = 6000 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,6667 \text{ м}^3/\text{сек}$ – заполнение РП при max режиме

$Q_{\min} = 3000 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,8333 \text{ м}^3/\text{сек}$ – заполнение РП при min режиме

$\mu = 0,946$ – коэффициент расхода

$F = 0,1413 \text{ м}^2 = 141300 \text{ мм}^2$ – площадь на выходе конфузоров

$\rho = 0,850 \text{ кг/м}^3$ – плотность нефти

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

P_1 – давление перед резервуаром (кгс/см²)

P_2 – давление на срезе конфузоров (кгс/см²)

$$P_2 = P_{\text{ст}} + P_{\text{изб}} \quad (26)$$

$P_{\text{ст}}$ – давление столба жидкости $P_{\text{ст}} = \rho \cdot g \cdot h$ при $h = 10$ м

$$P_{\text{ст}} = \rho \cdot g \cdot h = 850 \cdot 9,81 \cdot 10 = 83385 \text{ Па} = 0,834 \text{ кгс/см}^2$$

$P_{\text{изб}}$ – давление настройки дыхательных клапанов КДС 3000

$$P_{\text{изб}} = 2000 \text{ Па (не более)} = 0,02 \text{ кгс/см}^2$$

$$P_2 = P_{\text{ст}} + P_{\text{изб}} = 0,834 + 0,02 = 0,836 \text{ кгс/см}^2$$

Из уравнения (20) найдем давление P_1 при Q_{max} $P_1 = 2,676 \text{ кгс/см}^2$

Из уравнения (20) найдем давление P_1 при Q_{min} $P_1 = 1,296 \text{ кгс/см}^2$

Согласно РД – 23.060.40-КТН-134-07 «Методика расчета требуемого количества предохранительных клапанов, устанавливаемых на НПС с резервуарным парком» для действующих НПС с РП максимальное рабочее давление в технологических трубопроводах составляет $P_{\text{max}} = 10,0 \text{ кгс/см}^2$

Давления P_1 (при Q_{max} и Q_{min}) – не превышают P_{max}

Согласно РД 39-30-498-80 «Методика расчета допустимых скоростей истечения нефти в резервуары через системы размыва осадка с учетом образования статического электричества»

«...допустимая скорость размыва донных отложений для РВС 20000 (через систему размыва) – до 40 м/с и рабочего давления приема нефти в РВС 20000 (через систему размыва) – 2,5-4,0 кгс/см²»

Для обеспечения электростатической безопасности:

Давления P_1 (при Q_{max} и Q_{min}) – не превышают 4,0 кгс/см²

Скорости размыва донных отложений (через конфузоры) для РВС 20000 – не превышают 40 м/с.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

5. Результаты проведенного исследования

Произведен анализ мероприятий для срыва донных отложений в резервуаре. Определен наиболее эффективный метод по борьбе с донными отложениями. Выполнен расчёт струй по теории Г.Н.Абрамовича. Выполнен расчёт струи по теории Л.Г.Лойцянского. Проанализированы расчёты Л.Г.Лойцянского и подобран эмпирический коэффициент при помощи написанной программы в Borland Pascal 7.0. Подобранный эмпирический коэффициент позволяет максимально точно получить такие же результаты, как и в расчётах по Г.Н.Абрамовичу. Для подтверждения адекватности подбора эмпирического коэффициента для турбулентной затопленной вязкой струи, был выполнен расчёт струи в Ansys Fluent. Расчёт в Ansys Fluent подтвердил правильность подбора эмпирического коэффициента и показал, что в теории Г.Н.Абрамовича и Л.Г.Лойцянского рассчитывается действительно вязкая затопленная турбулентная струя. Так же доказана эффективность применения специального приёмо-раздаточного устройства по сравнению с винтовой мешалкой «Диоген–700»

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Перемитин Е.Е.			Результаты проведенного исследования			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Цимбалюк А.Ф.								53	80
Консульт.								НИ ТПУ гр. 2БМ5Б			
И.О.Зав.Каф.		Бирков П.В.									

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПРИЁМО-РАЗДАТОЧНОГО УСТРОЙСТВА ПРУ-3

В магистерской диссертации описывается целесообразность применения специального приёмо-раздаточного устройства в резервуаре типа РВС-20000 м³. Необходимо рассчитать эффективность применения данного устройства. С этой целью необходимо рассчитать единовременные и эксплуатационные затраты для того, чтобы сравнить экономическую эффективность предлагаемой установки и стоимость закупки установки аналогичного оборудования.

6.1 Расчет стоимости материалов

Для изготовления устройства, нам потребуются следующие материалы:

Основной элемент в "ПРУ-3" это труба длиной около 2-х метров. Стоимость трубы 17Г1С диаметром 630 мм, длиной 2 м и толщиной стенки $\delta = 8$ мм = $0,419 \text{ м} \cdot 30000 = 12570$ рублей. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + K_m) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (1)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным,

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Перемитин Е.Е.			Финансовый менеджмент			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Цимбалюк А.Ф.								54	80
Консульт.								НИ ТПУ гр. 2БМ5Б			
И.О.Зав.Каф.		Бцрков П.В.									

размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В таблице 1 приведен расчет стоимости материалов на изготовление устройства.

Таблица 1 – Расчет стоимости материалов на изготовление устройства

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы,
Труба $D_y = 600$	м	2	6285	12570
Электроды сварочные	уп	1	970	970
Листовая сталь	м ²	1	4005	4005
Круг отрезной	шт	10	55	550
Обратный клапан	шт	2	181305	362610
Итого				380705

6.2 Расчет времени на сварку

Расчет времени сварки можно произвести по формуле:

$$t = \frac{S}{V_{св}}, \quad (1)$$

где S – общая протяженность сварных швов, м;

$V_{св}$ – скорость сварки, м/ч.

Общую протяженность сварных швов принимаем равной 10,5 м

Исходя из таблицы 6 «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е5-22» на 1 шов трубы

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

диаметра 630 требуется 2,2 ч. Длина шва составляет 1,97 метра. В нашем случае сварка швов общей протяженностью 10,5м займёт

$$t = \frac{2,2 \cdot 10,5}{1,97} = 11,72 \text{ часа}$$

6.3 Расчет времени на проведение мероприятия

Время на проведение мероприятия включает в себя основное время выполнения проходов, а также вспомогательное время, необходимое для подготовки кромок сварного соединения и их последующую обработку.

Основное время, рассчитанное в п. 7.2 равно 11,72 ч.

Согласно справочнику «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е22» [26] время на выполнение мероприятия представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Вспомогательное время на выполнение мероприятия

Операция	Время,	Общее
Разделка кромок плазморезами	15	0,75
Последующая обработка кромок шлифовальными	30	1,5
Предварительный подогрев	20	1
Шлифовка облицовочного шва	40	2
Другие операции	10	1,75
Итого:	115	7

Следовательно, общее время на изготовление устройства будет равно:

$$T = 11,72 + 7 = 18,72 \text{ (ч)}.$$

6.4 Затраты на амортизационные отчисления

Сумма амортизационных отчислений рассчитывается исходя из начальной стоимости оборудования и срока его эксплуатации согласно паспорту. Амортизация для оборудования газовой области рассчитывается по линейному способу.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет амортизационных отчислений производится по формуле:

$$K = \frac{1}{n} \times 100\%, \quad (2)$$

где К – норма амортизации в процентах к первоначальной стоимости объекта; n – срок полезного использования объекта (в месяцах).

Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет амортизационных отчислений

Объект	Стоимость (руб.)	Норма амортизации (%) в мес	Норма амортизации в мес. (руб.)	Норма амортизации в час (руб.)	Кол-во	Время работы, (ч.)	Сумма амортизации, руб.
Сварочный инвертор WESTER IWT160	5999	2,77	166,64	0,24	1	18,72	4,64
УШМ (болгарка) MAKITA 9069	5830	8,33	485,83	0,72	1	18,72	13,53
Итого	21,17 руб.						

6.5 Затраты на оплату труда

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;

➤ надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4 – Расчет заработной платы

Профессия	Разряд	Количество	Тариф - ная ставка, руб./час	Время на проведени е меропри ятия, ч.	Тарифный фонд ЗП, руб.	Сев. и рай. коэф. 50%+50%	Заработная плата с учетом надбавок, руб.
Главный механик	11	1	250	18,72	4680	9360	11232
Начальник ЛАЭС	10	1	200	18,72	3744	7488	8985
Электросва рщик	6	1	125	18,72	2340	4680	5616
Слесарь	6	1	125	18,72	2340	4680	5616
Итого							31449

6.6 Затраты на страховые взносы

Затраты на страховые взносы в пенсионный фонд, фонд социального страхования, фонд обязательного медицинского страхования и обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве при изготовлении «ПРУ – 3» представлены в таблице 5.

Рассчитывая затраты на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, выбираем класс VIII с тарифом 0,9.

Таблица 5 – Расчет страховых взносов при изготовлении «ПРУ – 3»

Показатель	Главный механик	Начальник ЛАЭС	Электросварщик 6 разряда	Слесарь 6 разряда
Количество работников	1	1	1	1
ЗП, руб.	11232	8985	5616	5616
ФСС (2,9%)	325,73	260,57	162,86	162,86
ФОМС (5,1%)	572,83	458,23	286,42	286,42
ПФР (22%)	2471,04	1976,7	1235,52	1235,52
Страхование от несчастных случаев (тариф 0,9%)	101,09	80,87	50,54	50,54
Всего, руб.	3470,69	2776,37	1735,34	1735,34
Общая сумма, руб.	9717,74			

6.7 Затраты на проведение мероприятия

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение организационно-технического мероприятия.

Таблица 6 – Затраты на проведение мероприятия

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
Затраты на материалы	380705
Затраты на амортизационные отчисления	21,17
Затраты на оплату труда	31449
Страховые взносы	9717,74
Накладные расходы (15%)	63283,94
Всего затрат:	485176,85

Распределение всех видов затрат отображено на рисунке 29.

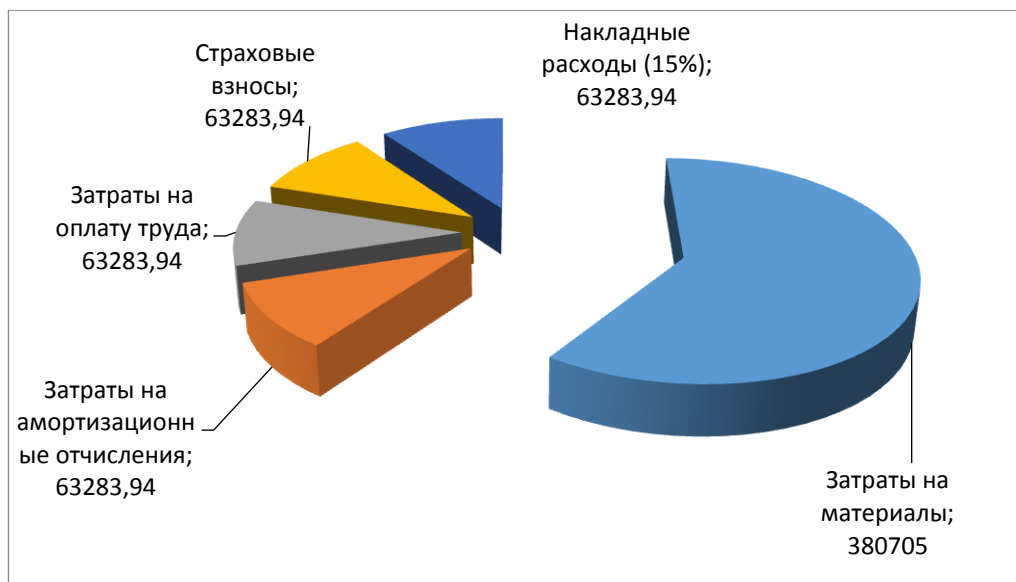


Рисунок 29 – Распределение затрат при изготовлении приёмо-раздаточного устройства ПРУ-3.

Исходя из общей таблицы и рисунка видно, что основные затраты ложатся на материалы.

					Исследование эффективности применения специального приёмо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение.

Целью выполнения данного раздела магистерской диссертации является выявление и анализ перечисленных опасностей в рабочей зоне для исключения несчастных случаев, обеспечения защиты здоровья работников, снижения вредных воздействий на окружающую среду, экономии природных ресурсов.

Магистерская диссертация посвящена вопросу исследования применения специального приёмо-раздаточного устройства с функцией размыва донных отложений в резервуарах вертикальных стальных.

Объект исследования: Рабочей зоной является резервуарный парк, на котором ведутся строительно-монтажные работы по внедрении приёмо-раздаточного устройства. Рабочая зона находится под охраной. На территории объекта находятся металлические ограждения, знаки, обозначающие опасный производственный объект, схема объекта, его название и предприятие обслуживающее данный объект. На рабочую зону допускается только уполномоченный персонал строительной организации. Строительная организация, выполняющая строительство резервуарного парка, а также организация обслуживающая резервуарный парк несут ответственность за соблюдение проектных решений, связанных с охраной окружающей природной среды, а также за соблюдение государственного законодательства по охране природы.

7.1 Производственная безопасность

Вредные и опасные производственные факторы, возникающие при проведении строительно-монтажных работ на резервуарном парке, приведены в таблице 1 [27].

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.		Перемитин Е.Е.			Социальная ответственность				Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Цимбалюк А.Ф.									61	80	
Консульт.									НИ ТПУ гр. 2БМ5Б				
И.О.Зав.Каф.		Бирков П.В.											

Таблица 1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении строительно-монтажных работ в резервуарном парке.

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74-ССБТ с измен. 1999 г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Строительно-монтажные работы на резервуарных парках.	1. Повышенный шум; 2. Пониженные или повышенные температуры; 3. Загазованность воздушной среды; 4. Недостаточная освещенность на рабочем месте;	1. Образование взрывоопасной и пожароопасной среды 2. Загазованность воздуха рабочей зоны, как фактор взрывоопасности. 3. Выполнение работ на высоте. 4. Воздействие на организм человека электрического тока и статического электричества.	ГОСТ 121005-88 Р 2.2.755-99 ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ Р 12.1.019-2009 ОР-15.00-45.21.30-КТН-004-3-03

7.1.1 Анализ вредных производственных факторов возникающих при проведении работ на резервуарных парках

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

Повышенный шум

Источниками шума являются звуки, вызванные в результате производственной деятельностью мотопомпы, автомобилями, привлеченными для необходимых работ по локализации и ликвидации аварий. Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Громкость ниже 80 дБ обычно не влияет на органы слуха.

Длительное действие шума > 85 дБ в соответствии с нормативными документами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и ГОСТ 12.1.003-83, приводит к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления [28].

Основные методы борьбы с шумом:

- Средства индивидуальной защиты (СИЗ): наушники;
- Соблюдение режима труда и отдыха;
- Коллективные средства защиты: укрытие источников шума в кожухи, кабины, создание шумозащищенных зон, применение малошумных технологических процессов и машин, оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля и т.д.

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.

Повышенная или пониженная влажность воздуха.

Максимальная температура для Томской области составляет +37,7 °С, минимальная минус 55 °С.

Нормирование параметров на открытых площадках не производится, но определяются конкретные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия их на организм рабочего.

Работающие в зимний период года должны быть обеспечены спецодеждой с теплозащитными свойствами. При температуре воздуха -40 °С и ниже необходима защита органов дыхания и лица.

В летний период работающие должны быть обеспечены головными уборами исключающие перегрев головы от солнечных лучей.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Загазованность воздуха рабочей зоны.

Загазованность воздуха рабочей среды возникает из-за "малых" и "больших" дыханий резервуара и негативно сказывается на состоянии организма работников.

Влияние паров нефти на организм человека:

Токсичность нефтепродуктов и выделяющихся из них газов определяется, главным образом, сочетанием углеводородов, входящих в их состав. Наиболее вредной для организма человека является комбинация углеводорода и сероводорода. В этом случае токсичность проявляется быстрее, чем при изолированном их действии.

Все углеводороды влияют на сердечнососудистую систему и на показатели крови (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов), также возможно поражение печени, нарушение деятельности эндокринных желез. Особенности воздействия паров нефти и ее продуктов связаны с ее составом. Нефть, бедная ароматическими углеводородами, по своему действию приближается к бензиновым фракциям. При попадании паров нефти через дыхательные пути или в результате всасывания в кровь из желудочно-кишечного тракта, происходит частичное растворение жиров и липидов организма. Это поражает центральную нервную систему, может вызвать острые и хронические отравления, иногда со смертельным исходом. Все виды нефтепродуктов обладают выраженным действием на сердечнососудистую систему. Раздражение рецепторов вызывает возбуждение в коре головного мозга, которое вовлекает в процесс подавления органы зрения и слуха. При остром отравлении состояние напоминает алкогольное опьянение. Оно наступает при концентрации паров в воздухе 0.005-0.01 мг/м³ [34]. При концентрации 0.5 мг/м³ смерть наступает почти мгновенно [34]. В результате частых повторных отравлений развиваются нервные расстройства, хотя при многократных воздействиях

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

небольших количеств может возникнуть привыкание (понижение чувствительности).

Средства индивидуальной защиты: Шланговый или кислородно-изолирующий противогаз.

Средства коллективной защиты: датчик контроля загазованности в резервуарном парке.

Недостаточная освещенность на рабочем месте.

При недостаточности освещенности работник быстро утомляется, снижается внимательность и концентрация, что значительно повышает риск получения травм и причинения вреда здоровью. При длительной работе в условиях слабой освещенности существует опасность чрезмерного утомления, развития близорукости и профессиональных заболеваний глаз. Для снижения вреда данного фактора нужно использовать налобный фонарь.

7.1.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели человека.

Образование взрывоопасной и пожароопасной среды

Взрывоопасная зона — это зона, в которой имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

Предотвращение образования во взрывоопасной среде источников зажигания должно достигаться:

— применением электрооборудования, соответствующего пожароопасной и взрывоопасной зонам, группе и категории взрывоопасной смеси;

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- применением приемов и режимов технологического процесса, оборудования, удовлетворяющих требованиям электростатической безопасности;
- устройством и регулярной проверкой молниезащиты зданий, сооружений и оборудования;
- применением в конструкции быстродействующих средств защитного отключения возможных источников зажигания;
- применением искрогасителей и искроулавливателей;
- использованием неискрящего инструмента при работе с оборудованием, содержащим легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей;
- контролем температуры нагрева машин, механизмов, подшипников, устройств, которые могут войти в контакт с горючей средой;
- устранением контакта с воздухом пиротермических веществ;
- выполнением требований нормативной технической документации, правил промышленной безопасности.

Загазованность воздуха рабочей зоны, как фактор взрывоопасности.

Опасная загазованность возникает, как правило, при интенсивном выходе паров в атмосферу в процессе «большого дыхания» резервуара. Что может привести к взрыву или пожару, например, при попадании молнии.

Для снижения и устранения пожароопасной загазованности территории резервуарных парков рекомендуются следующие мероприятия с учетом местных условий: применять резервуары с плавающей крышей и резервуары с понтоном при условии устранения взрывоопасной надпонтонного пространства, использовать типовые дышащие резервуары для нефтепродуктов с упругостью паров до 0,094 МПа при рабочей температуре, эксплуатировать резервуары со стационарной крышей без понтона преимущественно с неподвижным уровнем жидкости, запрещается использовать резервуары в качестве измерительных емкостей, широко применять счетчики жидкости в трубопроводах на потоке, использовать

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

газоуравнивающие обвязки для пары или небольшой группы синхронно работающих резервуаров, применять пожаробезопасные газоотводы вместо типовых дыхательных устройств [29].

Выполнение работ на высоте

Работы на высоте относятся к работам с повышенной опасностью и включены в перечень профессий и видов работ, к которым предъявляются повышенные требования по соблюдению правил безопасности при производстве работ. К работе на высоте относятся работы, при выполнении которых работник находится на расстоянии менее 2 м от не ограждённых перепадов по высоте 1,3 м и более.

Средства коллективной защиты: ограждения.

Основными средствами индивидуальной защиты при выполнении работ на высоте являются:

- предохранительные пояса по ГОСТ 12.4.184–95.
- предохранительные полуавтоматические верхолазные устройства типа ПВУ-2;
- ловители с вертикальным канатом или с другими устройствами;
- канаты страховочные по ГОСТ 12.4.107-82;
- каски строительные по ГОСТ 12.4.087-84.

Воздействие на организм человека электрического тока и статического электричества.

Возникновение электротравмы в результате воздействия электрического тока или электрической дуги может быть связано:

- с одновременным прикосновением человека к двум токоведущим неизолированным частям (фазам, полюсам) электроустановок, находящихся под напряжением;
- с однофазным (однополюсным) прикосновением неизолированного от земли (основания) человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением, или к металлическому

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

корпусу электрооборудования, оказавшегося под напряжением;

– с приближением на опасное расстояние человека к неизолированным от земли токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

Согласно ГОСТ 61140-2012 для максимальной защиты персонала необходимо предпринимать следующие меры [29]:

- изолировать токоведущие части оборудования;
- заземлять точки источника питания или искусственной нейтральной точки;
- применять средства индивидуальной защиты, не проводящие токи;
- устанавливать знаки предостережения в местах повышенной опасности.

Для обеспечения электростатической искробезопасности резервуаров необходимо:

- заземлить все электропроводные узлы и детали резервуаров;
- исключить процессы разбрызгивания и распыления нефти;
- ограничить скорости истечения нефти при заполнении резервуаров и размыве донных отложений допустимыми значениями.

7.2 Экологическая безопасность

7.2.1 Оценка воздействия на атмосферный воздух

К числу основных загрязняющих веществ, выбрасываемых из резервуаров, относятся углеводороды, образующиеся вследствие испарения нефти из резервуаров. В соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей природной среды» выбросы загрязняющих веществ в атмосферу допускаются на основе разрешения на выброс, выдаваемого региональными органами по охране природы, на основании утвержденных норм предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

[30]. Нормы предельно допустимых выбросов для резервуаров с нефтью устанавливаются в составе проекта нормативов предельно допустимых выбросов для НПС магистральных нефтепроводов и проекта нормативов предельно допустимых выбросов для нефтебаз. Контроль выбросов должен осуществляться либо силами предприятия, либо специализированными организациями на договорной основе. Для снижения уровня загрязнения атмосферы выбросами углеводородов необходимо осуществлять мероприятия по сокращению потерь нефти из резервуаров [30].

Перечень технических средств по сокращению потерь от испарения нефти из резервуаров и показатели их эффективности представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели эффективности технических средств сокращения потерь нефти от испарения (от величины потерь нефти из резервуаров без средств сокращения потерь)

Техническое средство	Показатель эффективности в сокращении потерь, %
1. Плавающие крыши, понтоны в зависимости от применяемого типа уплотняющего затвора	80÷95
2. Газоуравнительная система, эффективность применения зависит от коэффициента совпадения операций по заполнению и опорожнению резервуаров (K_c); $0 \leq K_c \leq 1$, эффективность ГУС имеет пределы от 0 до 100%; при $K_c = 0,5$	40
3. Дыхательные клапаны типа КДС	3
4. Диски – отражатели в зависимости от оборачиваемости резервуара	15÷30
5. Окраска резервуаров, до 2 лет эксплуатации включительно свыше 2 до 4 лет включительно	7 3

7.2.2 Оценка воздействия на водные объекты

Производственно-дождевые сточные воды нефтеперекачивающих станций и нефтебаз перед сбросом их в водоемы и водотоки должны быть очищены. Необходимая степень очистки должна быть обоснована с учетом места сброса сточных вод и установленного норматива предельно допустимого сброса загрязняющего вещества [30].

Нормы предельно допустимого сброса загрязняющих веществ со сточными водами устанавливаются в разрешениях на специальное водопользование в соответствии с «Инструкцией о порядке согласования и выдачи разрешений на спецводопользование» НВН 33.5.1.02.

7.2.3 Оценка воздействия на почву

Источниками загрязнения почвы нефтью на нефтеперекачивающих станциях магистральных нефтепроводов и нефтебазах являются неплотности запорной арматуры, фланцевых и муфтовых соединений, сварных стыков; утечки вследствие коррозионных повреждений резервуаров; продукты зачистки резервуаров.

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 [30].

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лимиты образования и размещения отходов

Твердые отходы (продукты коррозии, механические примеси, нефтешламы), образующиеся при зачистке резервуаров, должны быть утилизированы или размещены в специально отведенных местах [30].

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

7.3.1 Анализ вероятный чрезвычайных ситуаций

Резервуарные парки магистральных нефтепроводов относятся к опасным производственным объектам.

Чрезвычайные ситуации могут возникнуть в процессе эксплуатации резервуаров по различным причинам:

- по причине техногенного характера;
- попадание в резервуар молнии;
- лесные пожары;
- террористические акты.

В конечном итоге это приведёт к аварийному разливу нефти.

Основными причинами возникновения аварий являются: коррозионные разрушения, малые и большие дыхания, перепады температур, вакуум, неверное техническое обслуживание, отказ приборов контроля и сигнализирования, факторы внешнего воздействия (молнии, ураганы и прочее).

7.3.2 Мероприятия по предотвращению и действия в случае возникновения чрезвычайных ситуаций

Одними из примеров чрезвычайных ситуаций может служить прямое попадание молнии в резервуар с нефтью. Такое происшествие имеет разрушительный характер и весьма опасно. Для предупреждения попадания

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

молний в резервуар с нефтью необходимо устанавливать молниеотводы, корпус резервуара должен быть заземлён. По периметру резервуара необходимо устанавливать заземлители через каждые 50 м по периметру. Также, заземляют все коммуникации, находящиеся на объекте. Для защиты резервуарных парков от лесных пожаров необходимо выкорчёвывать деревья и кусты на 25 м от территории резервуарного парка [31].

При переливе нефтепродукта из резервуара ответственному смены следует остановить заполнение резервуара, вызвать пожарную охрану, известить своего или вышестоящего руководителя, соблюдая меры безопасности, приступить к ликвидации аварии.

При вакуумном смятии (деформации резервуара) ответственному смены необходимо остановить откачку нефтепродукта из этого резервуара, сообщить о случившемся своему непосредственному или вышестоящему руководителю и действовать согласно плану ликвидации аварий.

При появлении трещин в сварных швах или корпусе резервуар необходимо освободить от нефтепродукта полностью или частично в зависимости от способа его предстоящего ремонта.

В случае возгорания и взрывов на территории резервуарного парка старшему по смене необходимо остановить все виды перекачки, вызвать пожарную охрану, при необходимости, скорую медицинскую помощь, известить своего или вышестоящего руководителя, действовать согласно плану ликвидации аварий [31].

7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Строительно-монтажные работы и обслуживание резервуарного парка проводятся согласно требованиям инструкций по охране труда, установленным в организации.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

1. 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., 26 декабря 2005 г.).
2. Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.
3. Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 13.04.2014 г.).

Ответственность за соблюдение требований промышленной безопасности, а также за организацию и осуществление производственного контроля несут руководитель эксплуатирующей организации и лица, на которых возложены такие обязанности в соответствии с должностными инструкциями.

К работам по эксплуатации резервуаров допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие в установленном порядке инструктаж, подготовку, не имеющие медицинских противопоказаний при работе на опасных производственных объектах. Обслуживание и ремонт технических средств резервуаров и резервуарных парков должны осуществляться на основании соответствующей лицензии, выданной федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности, при наличии договора страхования риска ответственности за причинение вреда при их эксплуатации [30].

Обслуживающий персонал резервуарного парка должен знать схемы его коммуникаций, чтобы при эксплуатации, авариях, пожарах в нормативные

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

сроки безошибочно выполнять необходимые переключения. Схемы должны находиться на рабочих местах.

7.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Каждый резервуар должен иметь номер, соответствующий технологической схеме, написанный на стенке РВС, а для ЖБР он должен быть написан на стенке камеры (колодца) управления задвижками или трафарете, установленном на кровле резервуара.

На территории резервуарных парков при обслуживании необходимо осуществлять контроль воздушной среды на наличие вредных веществ с помощью переносных газоанализаторов [30].

Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (температура, влажность, подвижность воздуха рабочей зоны, предельно допустимое содержание вредных веществ, методы контроля) должны соответствовать ГОСТ 12.1.005

Для входа на территорию резервуарного парка по обе стороны обвалования или ограждающей стены следует установить лестницы-переходы с перилами: для отдельно стоящего резервуара -не менее двух, для группы резервуаров – не менее четырех. Переходить через обвалования в других местах запрещается.

При эксплуатации резервуара и резервуарного оборудования, измерении уровня и отборе проб обслуживающий персонал должен иметь одежду и обувь, изготовленные из материалов, не накапливающих статическое электричество, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.124. Обувь не должна иметь металлических накладок и гвоздей.

При ручном отборе проб и замере уровня нефти, при спуске подтоварной воды, открытии замерных и других люков обслуживающий персонал должен находиться с наветренной стороны (стоять боком к ветру).

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При работе с открытыми люками последние должны быть закрыты предохранительными решетками. При необходимости находиться с подветренной стороны персонал должен пользоваться противогазом. Запрещается без противогаза заглядывать в открытый люк или низко наклоняться к его горловине во избежание отравления выделяющимися вредными парами и газами [30].

Работы по зачистке и дегазации резервуаров, некоторые виды ремонта (изоляция внутренней поверхности и др.) относятся к газоопасным, выполняются по наряду-допуску на проведение огневых (ремонтных) работ. Эти работы должны выполняться только бригадой в составе не менее двух человек. К зачистке, дегазации и проведению ремонта допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, медицинский осмотр и сдавшие экзамен на допуск к работе [30].

Инструмент, применяемый для удаления осадков (совки, скребки, ведра и др.), должен быть изготовлен из материалов, не образующих искру при ударе о стальные предметы и конструкции. Для очистки резервуаров следует применять щетки из неискрящих материалов и деревянные лопаты.

Для выполнения работ на высоте необходимо предусмотреть наличие исправных оградительных средств по ГОСТ 12.4.059 и защитных приспособлений по ГОСТ 26887, ГОСТ 27321, ГОСТ 27372.

Основным средством предохранения работников от падения с высоты во время работы является его страховка предохранительным поясом по ГОСТ 12.4.089.

При работах на высоте для защиты головы все работники, находящиеся в этой зоне, должны обеспечиваться касками по ГОСТ 12.4.087.

Очистку и промывку внутренних стен резервуара рабочие должны выполнять в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗ ОД), спецодежде и спецобуви. Обувь рабочих не должна иметь стальных накладок

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и гвоздей. Поверх спецодежды следует надевать спасательный пояс с крестообразными лямками и прикрепленными к нему двумя прочными сигнальными веревками, свободные концы которых должны выходить наружу через ближайший нижний люк и находиться в руках у наблюдающего.

Спецодежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты выдаются работникам в соответствии с утвержденными отраслевыми нормами выдачи. Указанные нормы являются обязательными и могут быть дополнены по решению ОАО МН в части увеличения количественно-качественного ассортимента и уменьшения сроков службы. Контроль за правильностью хранения, выдачи, ухода и пользования средствами индивидуальной защиты (СИЗ) возлагается на отдел охраны труда ОАО МН, инженеров по ТБ филиалов ОАО МН и структурных подразделений.

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

Резервуары - это очень значимый элемент в системе перекачки нефти и нефтепродуктов. Наличие донных отложений осложняет их эксплуатацию, диагностику и снижает эффективность их использования, что требует дополнительных затрат на их очистку.

В результате проведенного исследования подтверждено, что конструкция «ПРУ-3» позволяет осуществлять размыв донных отложений за счет использования энергии потока жидкости в трубопроводе перед резервуаром.

Сравнительный анализ энергетических затрат для ПРУ-3 и электромеханических мешалок показал:

- При использовании приемо-раздаточного устройства «ПРУ-3» энергия потока в трубопроводе перед резервуаром может эффективно использоваться для размыва донных отложений без затрат дополнительной электроэнергии;
- Энергия, сообщаемая направленным струям в приемо-раздаточном устройстве ПРУ-3, больше, чем в случае использования электромеханических мешалок пропеллерного типа.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.	Перемитин Е.Е.				Заключение	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.	Цимбалюк А.Ф.						77	80	
Консульт.						НИ ТПУ зр. 2БМ5Б			
И.О.Зав.Каф.	Бцрков П.В.								

Список используемой литературы

1. РД 153-39.4-078-01 – Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз.
2. Коновалов О.В., Галиакбаров В.Ф., Коробков Г.Е "Анализ устройств для предотвращения и размыва осадков в нефтяных резервуарах" – Уфимский государственный нефтяной технический университет.
3. Гималетдинов Г.М., Саттарова Д.М. "Способы очистки и предотвращения накопления донных отложений в резервуарах"
4. РД 39-30-587-81 Инструкция по эксплуатации системы размыва и предотвращения накопления парафинистого осадка в нефтяных резервуарах.
5. СО 02-04-АКТНП-007-2006 Правила технической эксплуатации, диагностирования и ремонта стальных вертикальных резервуаров ОАО "АК "Транснефтепродукт" 29.01.2007
6. ПБ 09-560-03 Правила промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов
7. РД 153-39.4-056-00 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов
8. ОР-23.020.00-КТН-256-07 Расчет (полезной) емкости для товарных операций и разработки технологических карт на резервуары и резервуарные парки.
9. РД 39-30-498-80 Методика расчета допустимых скоростей истечения нефти в резервуары через системы размыва осадка с учетом образования статического электричества.
10. ГОСТ 51858 Нефть. Особые технические условия.
11. РД-23.060.40-КТН-134-07 Методика расчета требуемого количества предохранительных клапанов, устанавливаемых на НПС с резервуарным парком.

					Исследование эффективности применения специального приемо-раздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Перемитин Е.Е.			Список используемой литературы			Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Цимбалюк А.Ф.								78	80	
Консульт.								НИ ТПУ г.р. 2БМ5Б				
И.О.Зав.Каф.		Бирков П.В.										

12. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. Изд. «Наука» 1969г – 824 с.
13. Альтшуль А.Д. и др. Гидравлика и аэродинамика. – Издательство литературы по строительству Москва – 1965 г – 274 с.
14. Панин С.П., Ткачев О.А., Осипов А.М. Истечение газов и жидкостей через отверстия и насадки : Конспект лекций . Куйбышев : КПИ , 1980 –56 с.
15. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1 000 – 50 000 куб.м
16. Л.Г.Лойцянский Механика жидкости и газа // Издательство «Наука» 1973 – С. 653-662.
17. В.С. Дубов Распространение свободной закрученной струи в затопленном пространстве // Труды ЛПИ им.Калинина №176 – 1955 – С.137-145.
18. Гусев А.А. Гидравлика. Теория и практика: учебник для вузов / А.А.Гусев. – 2-е издание., исправлено и дополнено – М.: Издательство Юрайт 2015. – 285 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс. – С. 185.
19. Интернет-сайт http://www.mirsplava96.ru/goods/41209475-truba_630kh8_pryamoshovnaya – Стоимость трубы 17Г1С диаметром 630 мм.
20. Интернет-сайт <http://technopoint.ru/product/9eec775548b03330/elektrody-esab-ok-4600-sale/opinion/> – стоимость электродов сварочных ОК-46
21. Интернет-сайт <http://www.metal-b2b.ru/metall/st3/list-stalnoj-12-mm-goryachekatanyj> – стоимость листовой стали
22. Интернет-сайт <http://www.vseinstrumenti.ru/rashodnie-materialy/instrument/dlya-shlifmashin/uglovyh-bolgarok/diski-i-krugi/otreznye/inforce/inforce-disk-otreznoj-po-metallu-125h22h2-in125x2/> – стоимость отрезного круга
23. Интернет-сайт http://www.tv-spektr.com/goods/42675601-obratny_klapan_du_700_dvukhstvorchaty_mezhflantsevy_010c – стоимость обратного клапана

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист 79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

24. Интернет-сайт <http://www.220-volt.ru/catalog-284334/> – стоимость сварочного инвертора
25. Интернет-сайт <https://market.yandex.ru/product--makita-9069/955320> – стоимость УШМ
26. Интернет-сайт http://tehlit.ru/1lib_norma_doc/2/2090/index.htm – «Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Общая часть»
27. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002
28. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». – Введ. 01.07.1984. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 13 с.
29. ГОСТ ИЕС 61140-2012 Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования (с Поправкой) М.: Стандартинформ, – 2014. – 34 с.
30. РД 153-39.4-078-01 Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз// Институт проблем транспорта энергоресурсов (ИПТЭР) – Уфа. – 2001
31. Об утверждении Правил технической эксплуатации нефтебаз: Приказ Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. N 232
32. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.// Энергоатомиздат – 1989.
33. ТОИ Р-112-12-95 Типовая инструкция по охране труда при эксплуатации резервуарных парков предприятий нефтепродуктообеспечения. – СКБ Транснефтьавтоматика – 1995.
34. Научно – исследовательская работа «Вклад Д.И.Менделеева в развитие нефтяной промышленности России»
35. О.В.Кононов, В.Ф.Галиакбаров, Г.Е.Коробков – Анализ устройств для предотвращения и размыва донных осадков в нефтяных резервуарах. Нефтегазовое Дело (2006) Том 4, №1, С.161–164.
36. Гималетдинов Г.М., Саттарова Д.М. – Способы очистки и предотвращения накопления донных отложений в резервуарах.
37. Новые технологии перемешивания нефтепродуктов в резервуарах РВС и РВСП – Интернет сайт: <http://evnat.com/content/novye-tehnologii-peremeshivaniya-nefteproduktov-v-rezervuarah-rvs-i-rvsp>

					Исследование эффективности применения специального приемораздаточного устройства в резервуарах вертикальных стальных	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80