

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Выбор оптимальных условий перекачки разнотипных нефтепродуктов по трубопроводу»

УДК 622.692.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Гааг Полина Александровна		10.06.2021

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
доцент ОНД	Чухарева Наталья Вячеславовна	к.х.н., доцент		10.06.2021

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Клемашева Елена Игоревна	к.э.н.		14.05.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Фех Алина Ильдаровна	-		31.05.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник Олег Владимирович	к.п.н.		10.06.2021

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров

По направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Р1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-1, УК(У)-2, УК(У)-3, УК(У)-6, УК(У)-7, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
Р2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-4, УК(У)-5, УК(У)-8, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
Р3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
Р4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов, а также	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9 ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
	защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	
Р5	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ПК(У)-23, ПК(У)-24)</i>
Р6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-2, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>
Р7	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ОПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р8	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р9	Владеть методами и средствами для выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем НППС.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.055 "Специалист по эксплуатации нефтепродуктоперекачивающей станции магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов".</i>

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

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

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2021 г
------------------------------------------	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.04.2021	<i>Введение</i>	5
13.04.2021	<i>Обзор литературы</i>	20
20.04.2021	<i>Характеристика объекта исследования</i>	5
28.04.2021	<i>Теоретические основы технологических расчетов на прочность</i>	15
03.05.2021	<i>Выбор оптимальных условий перекачки разноразных нефтепродуктов</i>	20
10.05.2021	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
14.05.2021	<i>Социальная ответственность</i>	10
17.05.2021	<i>Заключение</i>	5
06.06.2021	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		25.01.2021

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник О.В.	к.п.н.		25.01.2021

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

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

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7А	Гааг Полине Александровне

Тема работы:

«Выбор оптимальных условий перекачки разноразных нефтепродуктов по трубопроводу»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 36-80/с от 05.02.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2021 г.
------------------------------------------	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: линейная часть магистрального нефтепродуктопровода, предназначенный для перекачки АИ-80-К5, АИ-92-К5, ДТ-Л-К3, ДТ-Л-К5.</p> <p>Характеристика нефтепродуктопровода:</p> <p>Диаметр.....530 мм Марка стали.....17ГС Протяженность участка..... 700 км Рабочее давление.....5,5 МПа</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рассмотрение методик последовательной перекачки; 2. Изучение технологии последовательной перекачки методом прямого контактирования, технологические требования, качество нефтепродуктов; 3. Описание исследуемого объекта, проведение расчета на его прочность; 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Таблицы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Механические разделители 2. Характеристика автомобильных бензинов 3. Показатели качества нефтепродуктов, необходимые для подтверждения качества 4. Контрольные показатели при определении предельно допустимой концентрации 5. Матрица SWOT 6. Календарный план график проведения НИР по теме <p>Рисунки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация механических разделителей 2. Схема жидкостного разделителя 3. Принципиальная схема трубопроводной системы для последовательной перекачки нефтепродукта 4. Схема процесса смесеобразования в зоне контакта партий последовательно движущихся жидкостей 5. Растекание нефтепродуктов, имеющих различную плотность, по действием силы гравитации 6. Схема образования гидрозатвора в низине профиля трубопровода 7. Классификация дизельного топлива 8. Деление смеси на части перед раскладкой в пункте приема 9. Скачки напора в зоне контакта нефтепродуктов 10. Алгоритм расчета минимально допустимых объемов партий 11. Алгоритм расчета объема образующейся смеси в зоне контакта партий нефтепродуктов
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Клемашева Е.И., доцент ОСГН</p>

«Социальная ответственность»	Фех А.И., старший преподаватель ООД
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	25.01.2021
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Чухарева Наталья Вячеславовна	к.х.н, доцент		25.01.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Гааг Полина Александровна		25.01.2021

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7А	Гааг Полине Александровне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделения нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

1. Стоимость ресурсов на ученого исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет стоимости выполняемых работ, согласно применяемой технологии: - специальное оборудование – 43600 руб.; - основная заработная плата – 83901 руб.; - дополнительная заработная плата – 12585 руб.; - отчисления во внебюджетные фонды – 29139 руб.; - накладные расходы – 27076 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: -30 % премии к заработной плате; -20 % надбавки за профессиональное мастерство; -1,3% – районный коэффициент для расчета заработной платы/
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Общая система налогообложения с учетом льгот для образовательных учреждений, в том числе отчисления во внебюджетные фонды – 30,2%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциальных потребителей. Анализ конкурентных технических решений. SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование и выделение этапов проекта. Составление календарного плана проекта. Формирование бюджета НИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Календарный план график проведения НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2021
-------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Клемашева Елена Игоревна	к.э.н.		25.01.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Гааг Полина Александровна		25.01.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7А	Гааг Полине Александровне

Инженерная школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Тема ВКР:

«Выбор оптимальных условий перекачки разносортных нефтепродуктов по трубопроводу»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: участок линейной части магистрального нефтепродуктопровода. Область применения: магистральный нефтепродуктопровод, предназначенный для последовательной перекачки нефти и нефтепродуктов
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) // Собрание законодательства РФ. – Глава 34, ст. 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда – ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования; – СНиП 2.05.06 – 85. Магистральные трубопроводы: нормативно-технический материал.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Выявлены следующие вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума; – отсутствие или недостаток искусственного света; – токсическое и раздражающее воздействие на организм человека химических веществ; – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; Выявлены следующие опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся материалы, разрушающиеся конструкции; – пожаробезопасность; – электробезопасность.
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: выбросы вредных веществ по причине негерметичности технологического оборудования Гидросфера: разлив нефти на воде, попадание вредных веществ в сточные воды Литосфера: загрязнение почвы химическими веществами
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Возможные ЧС: паводковые наводнения, лесные пожары, террористические акты, по причинам

	техногенного характера (аварии) Наиболее типичная ЧС: аварийный разлив нефти и нефтепродуктов
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.01.2020
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Фех Алина Ильдаровна	-		25.01.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Гааг Полина Александровна		25.01.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 114 с., 11 рис., 29 табл., 40 источников, 1 прил.

Ключевые слова: нефтепродуктопровод, последовательная перекачка, смесеобразование, метод прямого контактирования.

Объектом исследования является магистральный нефтепродуктопровод, используемый для последовательной перекачки разнородных нефтепродуктов.

Цель работы - исследовать оптимальные условия последовательной перекачки разнородных нефтепродуктов.

Методы и методики проведения работ: Расчетная часть выполнена в соответствии с РД-03.220.99-КТН-187-14 «Транспортировка нефтепродуктов по магистральным трубопроводам методом последовательной перекачки».

В процессе исследования был произведен литературный обзор методик по последовательной перекачке разнородных нефтепродуктов, направленные на сокращение образующейся в зоне контакта смеси, проводились расчеты объема образующейся при последовательной перекачке смеси. Проведен прочностной на толщину стенки нефтепродуктопровода. Рассмотрены способы перекачки, направленные на сокращение объема смеси. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования был произведен анализ методик по сокращению некондиционного продукта при последовательной перекачке, определены оптимальные условия для правильной с технологической точки зрения последовательной перекачки методом прямого контактирования, выявлены объемы, образующихся смесей в зоне контакта партий, и минимальные необходимые объемы партий нефтепродуктов.

Область применения: магистральные нефтепродуктопроводы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Выбор оптимальных условий перекачки разнородных нефтепродуктов по трубопроводу			
Разраб.		Гааз П.А.		10.06	Реферат	Лит.	Лист	Листов
Рцковод.		Чцхарева Н.В.		10.06			12	112
Рцк-ль ООП		Брцсник О.В.		10.06				
						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Нормативные ссылки:

РД-03.220.99-КТН-187-14	Транспортировка нефтепродуктов по магистральным трубопроводам методом последовательной перекачки
РД-23.040.00-КТН-089-14	Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Требования к организации контроля и обеспечению сохранности качества нефтепродуктов
РД 153-39.4-041-99	Правила технической эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов
ГОСТ 1510-84	Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение
СП 284.1325800.2016	Трубопроводы промышленные для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ
ГОСТ Р 55990-2014	Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования
СП 36.13330.2012	Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85* (с Изменениями N 1, 2, 3)
Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ;	Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
СНиП 21-01-97	Пожарная безопасность зданий и сооружений
ГОСТ 12.1.003-2014	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
СанПиН 2.2.4.548-96	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
СП 52.13330.2016	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
ГОСТ Р 12.4.296-2013	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных).

Выбор оптимальных условий перекачки разноразных нефтепродуктов по трубопроводу				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Гааз П.А.		10.06
Руковод.		Чухарева Н.В.		10.06
Рук-ль ООП		Брцник О.В.		10.06
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки				
			Лит.	Лист
			13	112
Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А				

ГОСТ 12.2.003-91	ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.1.019-2017	ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
ГОСТ 17.1.3.06-82	Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод
ГОСТ 17.5.3.04-83	Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель (с Изменением N 1)

Определения:

Магистральный нефтепровод (нефтепродуктопровод): единый производственно-технологический комплекс, состоящий из трубопроводов и связанных с ними перекачивающих станций, других технологических объектов, соответствующих требованиям действующего законодательства Российской Федерации в области технического регулирования, обеспечивающий транспортировку, приемку, сдачу нефти (нефтепродуктов), соответствующих требованиям нормативных документов, от пунктов приема до пунктов сдачи потребителям или перевалку на другой вид транспорта.

Линейная часть магистрального нефтепровода (нефтепродуктопровода): составная часть магистрального нефтепровода (нефтепродуктопровода), состоящая из трубопроводов (включая запорную и иную арматуру, переходы через естественные и искусственные препятствия), установок электрохимической защиты от коррозии, вдольтрассовых линий электропередач, сооружений технологической связи и иных устройств и сооружений, предназначенная для транспортировки нефти (нефтепродуктов).

Последовательная перекачка нефтепродуктов: способ перекачки нефтепродуктов по трубопроводу прямым контактированием отдельными партиями одна за другой (с соблюдением установленных требований к показателям нефтепродуктов разных марок).

Противотурбулентная присадка: раствор либо суспензия полимера, имеющего длинные нитевидные молекулы с высокой молекулярной массой, предназначенная для уменьшения гидравлического сопротивления при течении потока жидкости.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Нефтепродукт: готовый продукт, полученный при переработке нефти, газоконденсатного, углеводородного и химического сырья.

Обозначения и сокращения:

ГПС – головная перекачивающая станция;

ДТ – дизельное топливо;

МНПП – магистральный нефтепродуктопровод;

МПК – метод прямого контактирования;

НП – нефтепродукт;

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод;

ПП – последовательная перекачка;

ПСП – приемо-сдаточный пункт;

ПТП – противотурбулентная присадка;

РП – резервуарный парк.

					Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	19
1. Обеспечение последовательной перекачки разнородных нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам.....	20
1.1. Метод последовательной перекачки с механическими разделителями.....	21
1.2. Последовательная перекачка с жидкостными разделителями	25
1.3. Метод прямого контактирования.....	27
2. Обеспечение оптимальной технологии последовательной перекачки методом прямого контактирования.....	29
2.1. Смесеобразование.....	30
2.2. Практическое осуществление последовательной перекачки нефтепродуктов	32
2.2.1. Оптимизация режима перекачки разнородных нефтепродуктов	33
2.2.2. Смесеобразование при остановках перекачки.....	33
2.2.3. Цикличность и объем партий нефтепродуктов.....	35
2.2.4. Товарные нефтепродукты и их свойства.....	36
2.2.5. Отслеживание процесса смесеобразования.....	39
2.2.6. Раскладка смеси на приемо-сдаточном пункте.....	40
3. Характеристика объекта исследования.....	45
3.1. Прочностной расчет.....	46
3.1.1. Расчет толщины стенки трубопровода.....	46
3.1.2. Расчет прочностных характеристик.....	47
4. Выбор оптимальных условий последовательной перекачки.....	53
4.1. Определение порядка партий нефтепродуктов.....	54
4.2. Объем образующейся смеси при последовательной перекачке разнородных нефтепродуктов.....	61
4.3. Расчет предельно допустимых концентраций одного из контактирующих нефтепродукта в другом	64

Выбор оптимальных условий перекачки разнородных нефтепродуктов по трубопроводу				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>		Гааз П.А.		
<i>Руковод.</i>		Чухарева Н.В.		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брцсник О.В.		
Оглавление			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
			16	112
Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А				

4.3.1.	Расчет предельно допустимой объемной концентрации по температуре конца кипения	64
4.3.2.	Расчет предельно допустимой объемной концентрации по температуре вспышки.....	65
4.3.3.	Расчет предельно допустимой концентрации по октановому числу.....	65
4.4.4.	Предельно допустимая концентрация по температуре застывания	66
4.4.	Расчет объема допустимых партий, исключая образование «нетоварной смеси»	67
5.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	70
5.1.	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	71
5.1.1.	Потенциальные потребители результатов исследования.....	71
5.1.2.	Анализ конкурентных технических решений.....	71
5.1.3.	SWOT-анализ.....	73
5.2.	Планирование научно-исследовательских работ.....	75
5.2.1.	Структура работ в рамках научного исследования	75
5.2.2.	Разработка графика проведения научного исследования	76
5.3.	Бюджет научно-технического исследования.....	79
5.3.1.	Расчет затрат на специальное оборудование.....	79
5.3.2.	Расчет затрат на оплату труда	80
5.3.3.	Дополнительная заработная плата исполнительной темы.....	82
5.3.4.	Расчет отчислений во внебюджетные фонды.....	83
5.3.5.	Расчет накладных расходов	83
5.3.6.	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	84
5.4.	Определение ресурсной (ресурсосберегающей) финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования.....	84
6.	Социальная ответственность.....	88
6.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения Безопасности ..	88
6.2.	Производственная безопасность	91

6.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов	92
6.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего.....	95
6.3. Экологическая безопасность	97
6.3.1. Защита атмосферы	97
6.3.2. Защита гидросферы.....	97
6.3.3. Защита литосферы.....	98
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	98
Заключение	100
Список литературы.....	101
Приложение А.....	109
Приложение Б.....	110
Приложение В.....	111

Введение

Актуальность.

Так как современный трубопроводный транспорт при последовательной перекачке разнородных нефтепродуктов предполагает бесперебойную поставку потребителю, в зависимости от указанных объемов в соответствии между договорами грузоотправителей и грузополучателей, то все вопросы о технологии проведения данной перекачки являются актуальными. Мы понимаем, что современный литературный обзор показывает, что множество факторов может влиять на эти вопросы: уменьшение объема перекачки, увеличения объема перекачки, характеристика среды, образование смеси транспортируемых жидкостей в зоне их контакта. Поэтому и технологи, и исследователи посвящают массу работ данной проблематики. В связи с этим тема производственной практики является актуальной.

Объект и предмет исследования: участок магистрального нефтепродуктопровода для перекачки товарных продуктов разных марок.

Цель работы: исследовать оптимальные условия последовательной перекачки разнородных нефтепродуктов.

Задачи работы:

1. Провести анализ методик последовательной перекачки, применяемых в настоящее время.
2. Изучить явление смесеобразования при последовательной перекачке методом прямого контактирования, его влияние на транспортировку.
3. Провести прочностной и гидравлический расчет процесса последовательной перекачки разнородных нефтепродуктов.
4. Выполнить экономический расчет мероприятий.
5. Подобрать необходимые мероприятия по охране труда и окружающей среды, анализировать вредные и опасные факторы производственной среды.

					Выбор оптимальных условий перекачки разнородных нефтепродуктов по трубопроводу			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Гааз П.А.		10.06	Введение	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Рцковод.</i>		Чцхарева Н.В.		10.06			19	112
<i>Рцк-ль ООП</i>		Брцсник О.В.		10.06		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

перекачивающих жидкостей. Данной проблематике посвящено большое количество работ отечественных и зарубежных. Такие авторы как Лурье М.В. [1, 2, 3], Марон В.И. [1], Юфин В.А. [1, 4], Новоселов В.Ф. [5] неоднократно посвящали свои работы для исследования проблем, возникающих во время процесса транспортировки НП, определения закономерностей возникновения смесеобразования, методов его уменьшения и применения.

В научных работах [6-8], рассматривается данный технологический процесс с применением противотурбулентных присадок (ПТП) в качестве разделительной пробки. Выявлено, что использование ПТП влияет на изменения гидравлического сопротивления трубопровода, что ведет к изменению объема некондиционной смеси.

Думболобов Д.У. и Дроздов Д.А. [9], в своей работе определили основные подходы для определения объема смеси, образующейся при ПП НП, а также новый метод контроля изменения концентрации продукта в трубопроводе на основе показателя преломления света.

При решении данной проблематики технологи разработали различные методы перекачки, характеристика которых представлена в приложении А.

1.1. Метод последовательной перекачки с механическими разделителями

Методы, разрабатываемые для ПП, основываются на поиске таких технологий, которые позволят снизить образование смеси в зоне контакта НП до минимума. В большинстве случаев основной идеей предотвращения смесеобразования является разделение нефтепродуктов в их зоне контакта. Поэтому были предложены различные разделительные устройства, которые располагались на границу двух товарных продуктов и двигались синхронно с потоком в нефтепродуктопроводе.

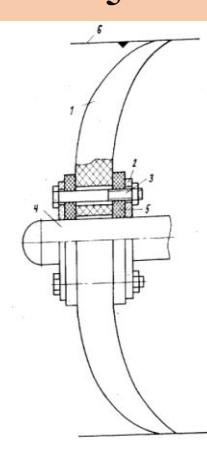
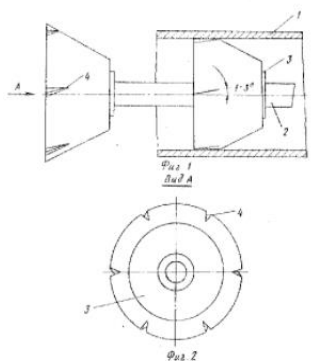
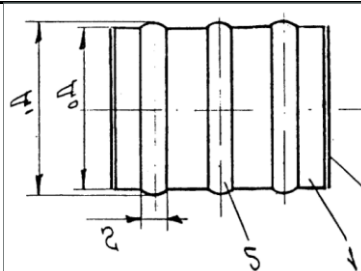
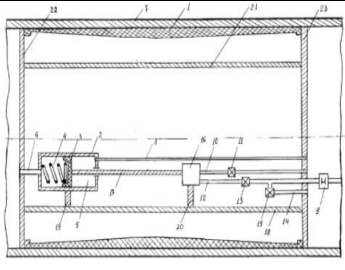
В данном методе механические разделители играют роль подвижной перегородки между двумя НП. Разработкой таких конструкций занимались многие инженеры и ученые [10-16], которые получили Патент на изобретение (таблица 1).

Произведя Патентный обзор механических разделителей, выяснилось, что данные конструкции действительно оказывают положительное влияние на

					Обеспечение последовательной перекачки разносортных нефтей и нефтепродуктов по нефтепродуктопроводам	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

изменение объема некондиционного продукта, но при введении их в эксплуатацию технологи могут столкнуться с рядом проблем и нюансов.

Таблица 1 – Механические разделители

№ п/п	Изобретение	Автор	Номер патента/МПК	Вид
1	2	3	4	5
1	Устройство для разделения нефтепродуктов при их последовательной перекачке [10]	Каримов З.Ф. Ахатов Ш.Н. Галюк В.Х. Исхаков Р.Г. Азаматов А.Ш.	SU 901709 A1 F17D 3/08(2006.01)	
2	Устройство для разделения нефтепродуктов при последовательной перекачке их по трубопроводу [11]	Каримов З.Ф. Ахатов Ш.Н. Исхаков Р.Г. Азаматов А.Ш.	SU 655878 A1 F17D 3/08(2006.01)	
3	Поршень-разделитель [12]	Фазлетдинов К.А. Максимов Е.А. Акульшин М.Д. Ханов М.И. Струговец С.А.	RU 35255 U1 B08B 9/04 (2000.01)	
4	Разделитель для последовательной перекачки сред по трубопроводу [13]	Каган Я.М. Кондратьев А.С.	RU 2 101 607 C1 F17D 3/08(2006.01)	

Обеспечение последовательной перекачки
разносортных нефтей и нефтепродуктов по
нефтепродуктопроводам

Лист

22

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

1	2	3	4	5
5	Разделитель для последовательной перекачки нефтепродуктов [14]	Бойко В.В. Николаев В.В.	SU 139171 A1 F17D 3/08(1995.01)	
6	Разделитель жидкостей для трубопровода [15]	Денисламов И.З. Сахаутдинов Р.В. Фахретдинов Р.Р.	RU 2 324 552 C1 B08B 9/057(2006.01)	
7	Шаровой эластичный разделитель [16, 17]	Шварц М.Э.	SU 148674 F17D 3/08 (1995.01)	

Разделители жесткой конструкции - металлический стержень или цилиндр с укрепленными на нем дисками, манжетами или другими уплотнительными элементами (рисунок 1). Уплотнительные элементы прилегают к трубопроводу, создавая плотный контакт. Уплотнительные элементы должны быть выполнены из таких материалов (резина, полиуретана и т.п.), которые могут изменять форму при движении в трубе, чтобы обеспечивать надежный контакт со стенкой трубопровода.

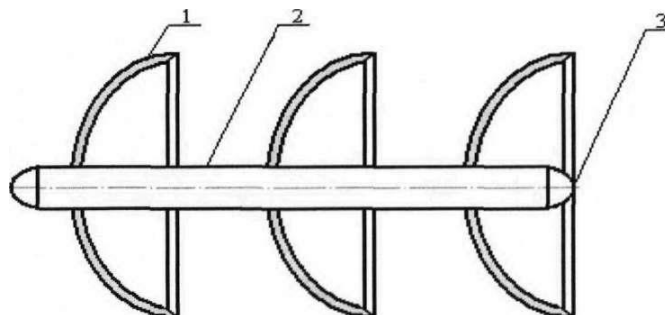


Рисунок 1 – Схема механического разделителя жесткой конструкции: 1- манжета, 2 – металлический цилиндр, 3 – сферическая заглушка

					Обеспечение последовательной перекачки разнородных нефтей и нефтепродуктов по нефтепродуктопроводам	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Разделители эластичной конструкции - упругие тела, способные изменять свой размеры при прохождении затрудненных участков трубопровода (сужение или расширение поперечного сечения трубопровода).

Благодаря упругим свойствам и легкому прохождению через крутые повороты, запорную арматуру, сужения по трубопроводу, а также возможности автоматизации по запуску в трубопровод (рисунок 2), шаровые разделители считались одним из самых перспективных изобретений до тех пор, пока не выяснилось, что при введении их в эксплуатацию сокращение смеси было незначительным, либо вовсе отсутствовали изменения.

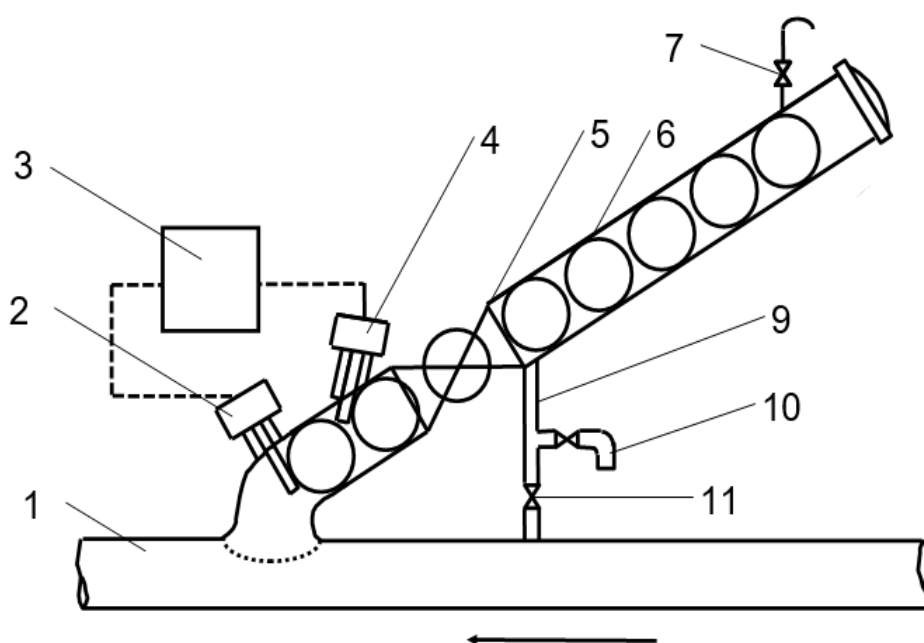


Рисунок 2 – Устройство для последовательного ввода шаровых разделителей в трубопровод (трубопровод; 2,4- регулирующие плунжеры; 3- реле времени; 5,9-11- задвижка; 6- кассета; 7- вантуз; 8- концевой затвор)

Причина несовершенности метода состояла в том, что движение жидкости и механического разделителя было трудно синхронизировать, так как перепад давления, возникающий на разделителе, вызывал интенсивные перетоки жидкости через зазор между поверхностью разделителя и внутренней поверхностью трубопровода.

Несмотря на то, что на данный момент разработано немало механических разделителей (рисунок 3), устройства не нашли широкое

					Обеспечение последовательной перекачки разнородных нефтей и нефтепродуктов по нефтепродуктопроводам	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

применения в ПП, так как в ходе экспериментов было выявлено негативное влияние ряда факторов:

- ✓ Непроходимость механических разделителей на МНПП, которые имеют различные отводы, участки с сужением или расширением трубопровода;
- ✓ Осложнения в автоматизации их запуска в зону контакта разнородных жидкостей;
- ✓ При прохождении насосных станций возникают различные трудности;
- ✓ Отсутствие синхронности движения эластичных разделителей и потока жидкости.

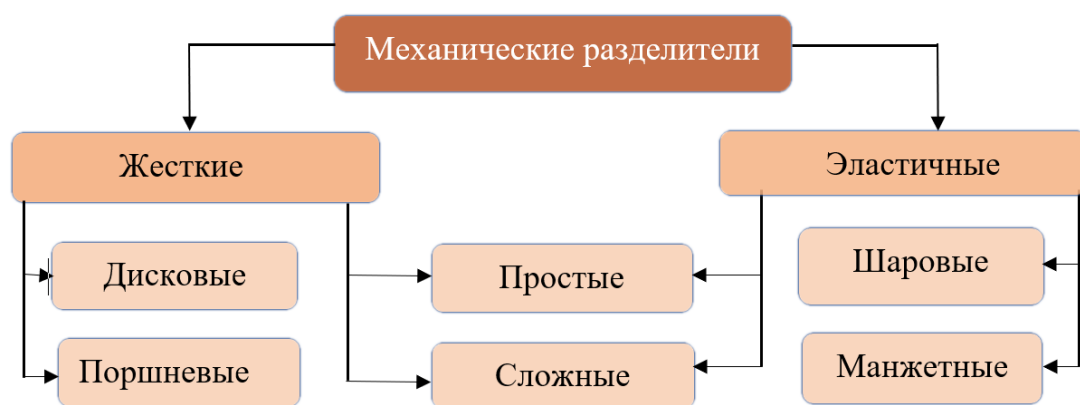


Рисунок 3 – Классификация механических разделителей

1.2. Последовательная перекачка с жидкостными разделителями

В данном методе жидкостные разделители, как и механические, помещают на границу контакта двух партий, которое двигалось бы со средней скоростью потока, отделяя один НП от другого (рисунок 4).

Разработка данной технологии впервые была рассмотрена в 1939 году на трубопроводе «Баку-Батуми», протяженностью 683 км. В качестве жидкостного разделителя была вода. К сожалению, эксперимент не принес положительных результатов, так как из-за действия силы тяжести вода стала растекаться по трубопроводу. Также минусом использования водяной пробки является усложнение процесса перекачки, чем при прямом контактировании НП.

Несмотря на отрицательный результат, разработкой данного метода перекачки продолжили заниматься. Опираясь на исследования [3, 6, 7, 18-20], в приложении Б представлены жидкостные разделители, которым в настоящий момент уделяется особое внимание.

					Обеспечение последовательной перекачки разнородных нефтей и нефтепродуктов по нефтепродуктопроводам	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

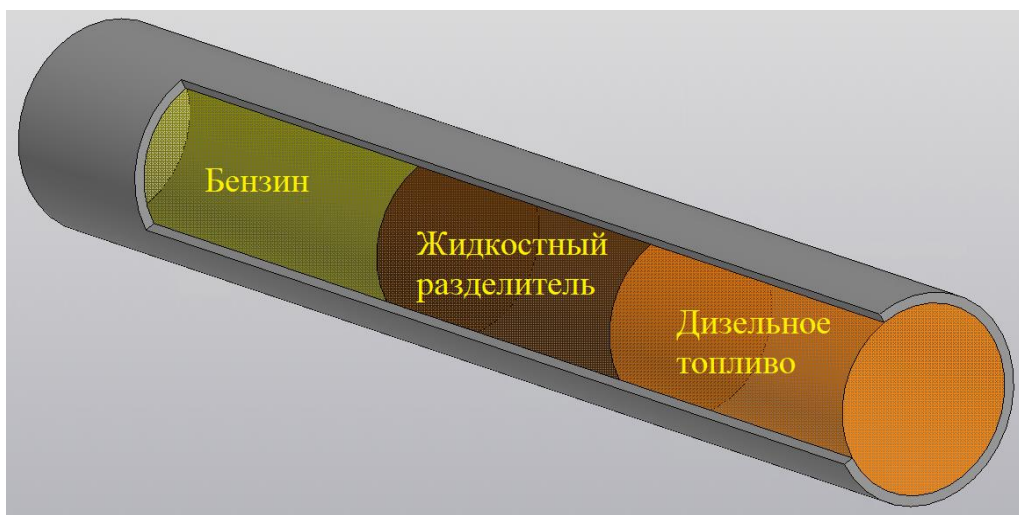


Рисунок 4 – Схема жидкостного разделителя

На основе проведенного анализа, выявлено, что противотурбулентные присадки (ПТП) на данный момент являются перспективным разделителем, так как в ходе экспериментов [20] было доказано, что при введении в зону контакта перекачиваемых партий количество образующейся смеси действительно уменьшилось, так как они способствуют не только снижению гидравлического сопротивления, но и турбулентной диффузии в потоке транспортируемой жидкости (рисунок 5).

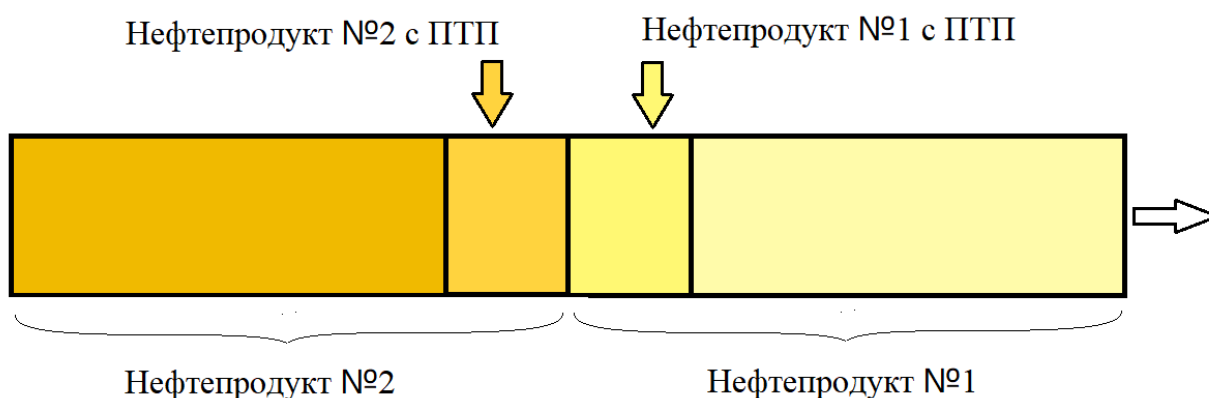


Рисунок 5 – Схема реализации применения противотурбулентной присадки

Также было выявлено, что существует предел концентрации ПТП, выше которого уменьшение коэффициента гидравлического сопротивления не

					Обеспечение последовательной перекачки разнородных нефтей и нефтепродуктов по нефтепродуктопроводам	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

ощущается, что является максимальным процентом снижения смесеобразования (рисунок б).

Данный способ предложили Н.Н. Голунов и профессор М.В. Лурье и получили Патент на изобретение РФ № 2256119 "Способ последовательной перекачки разноразных нефтепродуктов" [18].

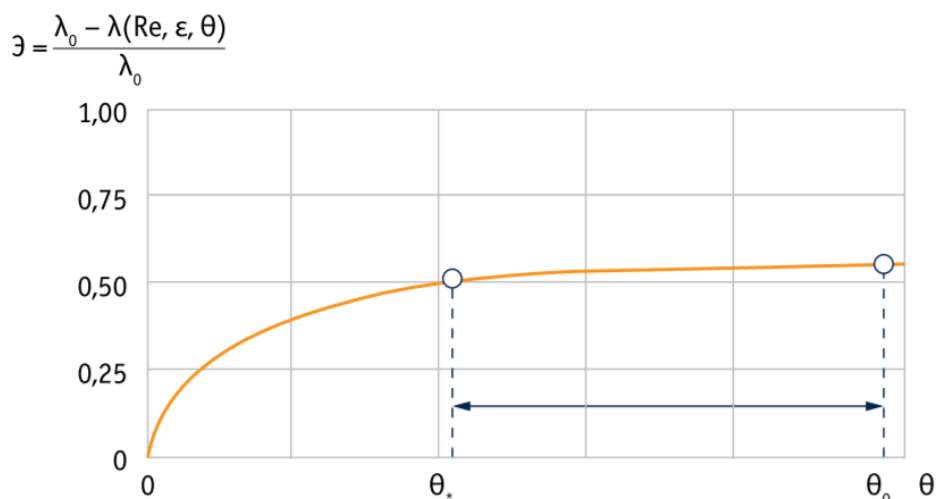


Рисунок б – Зависимость эффективности противотурбулентной добавки от ее концентрации в потоке [20]

Но данный метод является затратным и трудоемким по следующим причинам:

- для каждой пары различных НП необходимы разные ПТП;
- потребность в дополнительном оборудовании для хранения ПТП;
- осложнение технологии перекачки при введении ПТП в трубопровод;
- на положительный исход разработки и эксперимента введения новой ПТП необходимы большие затраты.

1.3. Метод прямого контактирования

Как показывает литературный обзор [1, 2, 3, 9], ПП НП методом прямого контактирования (МПК) на данный момент является самым перспективным способом транспортировки. МПК осуществляется следующим образом: разноразные НП партиями закачиваются в трубопровод последовательно

					Обеспечение последовательной перекачки разноразных нефтей и нефтепродуктов по нефтепродуктопроводам	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

друг за другом, при этом каждая партия вытесняет предыдущую и вытесняется последующей.

МПК является наименее трудоемким способом в отличие от других, так как из-за отсутствия разделителей нет проблем с их извлечением из трубопровода и введения в зону контакта двух партий. Однако, в данной технологии смесеобразование является основной проблемой. Но ответ на данный вопрос является давно решенным, процесс автоматизирован и имеет ряд требований [21], которые значительно уменьшают объем образующейся смеси.

Исходя из проведенного анализа ПП МПК получила широкое применение благодаря тому, количество смеси, образующейся в зонах контакта последовательно движущихся партий, относительно невелико, поэтому при наличии больших партий транспортируемых топлив вся смесь может быть разложена по исходным НП с сохранением их качества.

					Обеспечение последовательной перекачки разносортовых нефтей и нефтепродуктов по нефтепродуктопроводам	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

2. Обеспечение оптимальной технологии последовательной перекачки методом прямого контактирования

На основе [2, 22], общее устройство системы трубопроводного транспорта НП методом ПП выглядит так, как показано на рисунке 7.

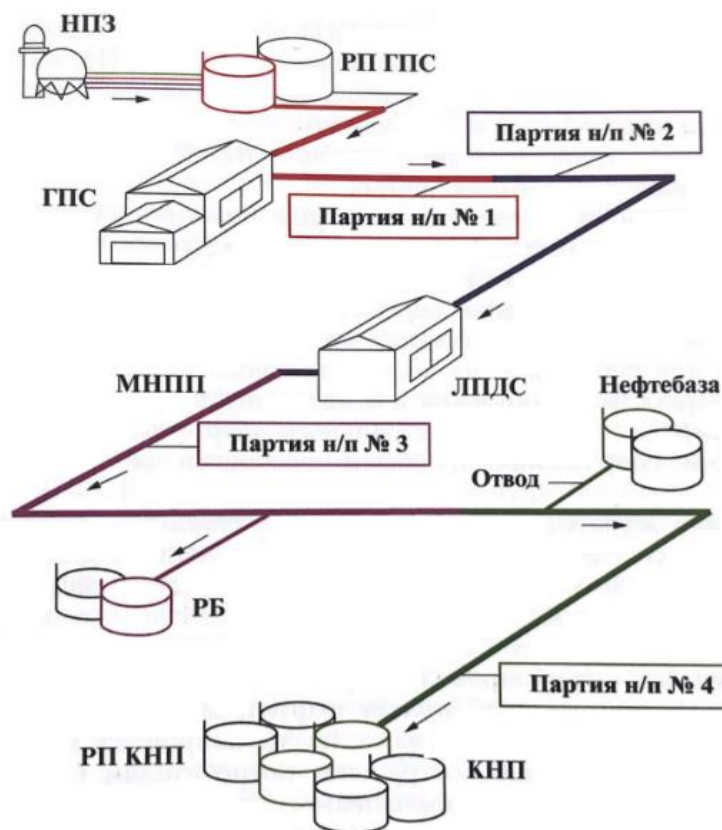


Рисунок 7 – Принципиальная схема трубопроводной системы для последовательной перекачки нефтепродукта

НП разных групп и марок (на схеме партии нефтепродуктов № 1, 2, 3, 4), поступившие с на нефтеперерабатывающего завода (НПЗ), последовательно закачиваются грузоотправителями из отдельных резервуаров головной перекачивающей станцией (ГПС) в нефтепродуктопровод отдельными партиями и транспортируют до пунктов приема-сдачи, где принимают товар в

					Выбор оптимальных условий перекачки разнородных нефтепродуктов по трубопроводу			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гааг П.А.		10.06	Обеспечение оптимальной технологии последовательной перекачки методом прямого контактирования	Лит.	Лист	Листов
Рцковод.		Чхарева Н.В.		10.06			29	112
Рцк-ль ООП		Брцсник О.В.		10.06		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

отдельные резервуары. При необходимости производят сдачу по пути транспортировки промежуточным потребителям, через отводы, прикрепленные к нефтепродуктопроводу.

Также функцией ГПС является создание необходимого напора в начале первого участка. Для обеспечения перебойной перекачки в РП конечного пункта нефтепровода, на линейной части МНПП находятся промежуточные станции, пункты подкачки и сброса части нефтепродуктов на распределительные нефтебазы.

Необходимо отметить, что в технологической схеме коммуникаций насосных станций нефтепродуктопроводов предусматривается минимальное количество различных тупиковых ответвлений, а электроприводная запорная арматура должна иметь минимальное время срабатывания для уменьшения смесеобразования.

Обратимся к ряду нормативно-технической документации [21, 23-35], который формируют правильный подход с точки зрения методики процесса, технологии перекачки и безопасности технических процессов. Эти основные документы представлены в Приложение В. Исходя из указанной таблицы, мы должны понимать, что все документы формируются на основании того, как будет вести себя среда в процессе перемешивания. Поэтому следует разобраться как влияет ряд параметров на образование некондиционной смеси, от которой зависит успешная работа предприятия.

2.1. Смесеобразование

Смесеобразование в зонах контакта последовательно движущихся НП является главным недостатком этой технологии.

Согласно [2, 6], при ПП прямым контактированием два продукта движутся в трубопроводе партиями, на границе которых образуется зона смеси, объем которой зависит от различных факторов. Причем ее количество по мере продвижения НП вперед от начала трубопровода к ее концу возрастает.

Процесс образования смеси обуславливается физическими процессами, которые свойственны движению жидкости по трубопроводам.

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На основе [7, 36] изображен рисунок 8, на котором показано, как вытесняемая жидкость 1 и вытесняющая жидкость 2 движутся друг за другом. Вытеснение одного НП другим в сечении трубы происходит неравномерно, так как скорости слоев жидкости различны. У стенок трубопровода они равны нулю, а на его оси достигают максимального значения. Каждое мгновение клин позади идущей жидкости «внедряется» в жидкость, идущую впереди. Происходит конвективная диффузия.

Но неравномерность распределения осредненных скоростей в каждом сечении трубопровода не является единственной причиной смесеобразования. Другим не менее важным фактором смесеобразования является турбулентная диффузия. В турбулентных потоках существует интенсивное перемешивание различных слоев жидкости по сечению трубы за счет пульсаций. Поэтому турбулентная диффузия перемешивает клин вытесняющей и вытесняемой жидкостей по сечению трубопровода, обеспечивая их более или менее однородное перемешивание в каждом сечении.

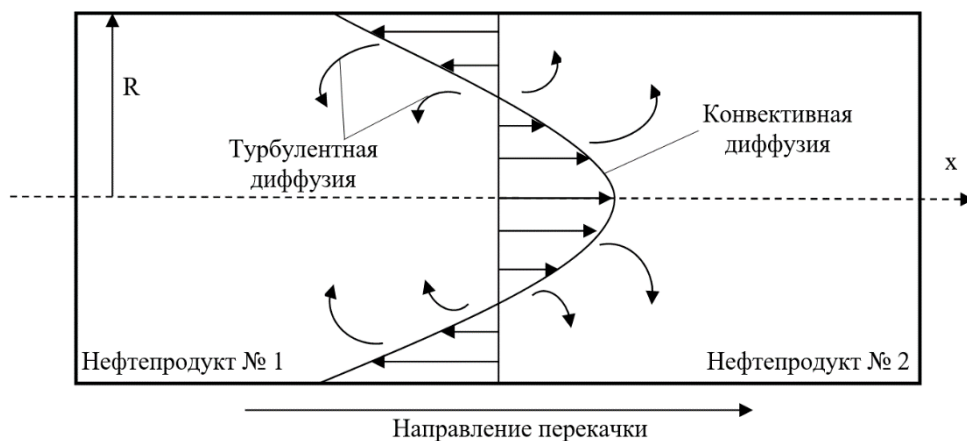


Рисунок 8 – Схема процесса смесеобразования в зоне контакта партий последовательно движущихся жидкостей

Таким образом процесс смесеобразования НП по следующей схеме: клин позади идущего НП внедряется в НП, идущий спереди, а процессы турбулентной диффузии размешивают внедрившуюся примесь по сечению трубы. Далее клин образовавшейся смеси с одной стороны внедряется в смесь с другой концентрацией, идущую впереди, а турбулентные пульсации опять выравнивают состав НП по сечению трубопровода.

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Эти два взаимосвязанных процесса – конвекция и турбулентное диффузия – производят данное поведение среды в трубопроводе. Они действуют постоянно и одновременно на протяжении всего времени вытеснения, определяя интенсивность продольного перемешивания, объем и длину возникающей смеси.

Из этого следует, что основными причинами смесеобразования принято считать:

- неравномерность распределения скоростей течения транспортируемой жидкости по сечению трубопровода;
- хаотическое перемешивание частиц транспортируемой жидкости в турбулентном режиме перекачки.

2.2. Практическое осуществление последовательной перекачки нефтепродуктов

Чтобы уменьшить смесеобразование в зоне контакта двух сред необходимо создать такие условия перекачки, при котором развитие данного процесса будет минимальным. Эти требования разработаны в нормативном-техническом документе ОАО «АК «Транснефть» РД-03.220.99-КТН-187-14. «Транспортировка нефтепродуктов по магистральным трубопроводам методом последовательной перекачки» [21] и гласят, что ПП необходимо осуществлять:

- при развитом турбулентном режиме (с максимально высокими скоростями перекачки);
- в безостановочном режиме;
- большими партиями нефтепродуктов;
- циклами, каждый из которых имеет определенную последовательность партий НП;
- в режиме «из насоса в насос»;
- «голову» и «хвост» смеси, при наличии технологической возможности, принимать в смесевые резервуары.

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2.1. Оптимизация режима перекачки разнородных нефтепродуктов

Согласно [1, 5, 21], транспортировку НП необходимо осуществлять с максимально возможными скоростями. Это обуславливается тем, что объем образующейся смеси зависит от движения перекачиваемых жидкостей.

В симметричных пределах концентрации (1-99%) объем смеси V_c , образующейся в зоне контакта партий НП при ПП в безостановочном режиме, рассчитывается по формуле Сьенитцере - Марона:

$$V_c = 10^3 \cdot (\lambda_1^{1,8} + \lambda_2^{1,8}) \cdot \left(\frac{d}{L}\right)^{0,43} V_{тр}, \quad (1)$$

где: $V_{тр} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L$ – объем внутренней полости трубопровода, м³;

λ_1 и λ_2 – коэффициенты гидравлического сопротивления, вычисленные по параметрам контактирующих нефтепродуктов для данной скорости v перекачки;

d – внутренний диаметр, м;

L – протяженность трубопровода, м.

Из формулы вытекает вывод, что объем смеси зависит от гидравлического сопротивления, которые в свою очередь зависят от скорости перекачки НП. Следовательно, чем больше скорость перекачиваемых жидкостей, тем меньше объем некондиционного продукта. Поэтому ПП необходимо производить в турбулентном режиме.

Согласно [21, 37], на основе экспериментов на действующих трубопроводах установлено, что при ПП число Рейнольдса не должно быть меньше 25000, так как в этом случае имеет место развитый турбулентный режим движения НП, профиль скорости почти плоский. Однако при больших скоростях затраты на электроэнергию значительно возрастают. Поэтому существует максимальная скорость перекачки, выше которой снижение объема смеси незначительное.

2.2.2. Смесеобразование при остановках перекачки

Формула (1) справедлива в предположении о безостановочном режиме перекачки. Но в некоторых случаях (инцидент, авария, плановые остановки,

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

профилактический ремонт и т.д.) происходит остановка перекачки. В данных ситуациях необходимо иметь правильный подход, чтобы минимизировать количество потенциального смесеобразования.

При безостановочном режиме разность плотностей перекачиваемых НП не играет такую роль как при остановке перекачки. Как свидетельствует [3], в случае прекращения движения НП исчезает выравнивающее действие процессов турбулентности, и на первый план выходит гравитационное растекание нефтепродуктов в поле силы тяжести. Например, в случае остановки перекачки дизельного бензина (Д), который является более тяжелым НП, и автомобильный бензин (более легкий, Б), за счет силы гравитации первый стечет вдоль нижней образующей трубы, а второй – поднимается вдоль верхней образующей (рисунок 9).

Данная проблема решается за счет запорно-регулирующей арматуры. При внеплановых остановках перекачки закрывают задвижки, которые позволяют отсекать ту область, в которой расположена граница контактирования НП.



Рисунок 9 – Растекание нефтепродуктов, имеющих различную плотность, под действием сил тяжести

При плановых остановках перекачки трубопровода необходимо производить их в тот момент, когда более легкая жидкость располагается над тяжелой. Основанием для этого служит волнообразный характер профиля трубопровода (рисунок 10).

Так как рельеф местности имеет неровную поверхность (впадины и возвышения), то проложенный трубопровод повторяет его очертание. Поэтому нефтепродуктопровод в профиле трассы имеет возрастающие и убывающие участки (образующие U и ∩-образующие колена). Каждое из таких колен будет являться препятствием, если разность точки первого и высшей точки второго больше, чем диаметр трубопровода. Так, в случае прекращения перекачки, как только более тяжелая жидкость заполнит

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ближайшее к месту остановки U-образное колено, в нем образуется гидравлический затвор (линия А-А' на рисунке 10), останавливающий дальнейшее растекание жидкостей. Тем самым за счет силы гравитации более легкий нефтепродукт (бензин) не сможет стечь вниз, а значит смеси не образуется.

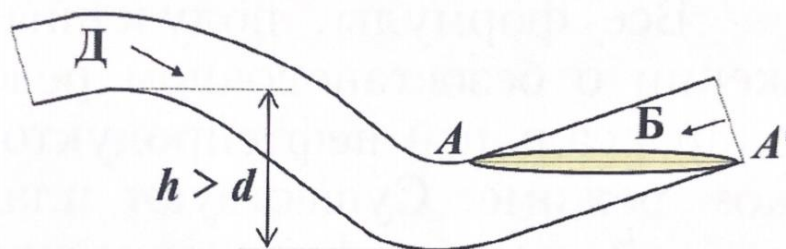


Рисунок 10 – Схема образования гидрозатвора в низине профиля трубопровода [6]

2.2.3. Цикличность и объем партий нефтепродуктов

Одним из главных требований ПП разносортных НП является проведение транспортировки партий циклами, порядок которого определяется таким образом, чтобы каждый продукт контактировал с двумя другими, наиболее близкими к нему по своим техническим свойствам.

Например, контактирующие пары последовательно перекачиваемых автомобильных бензинов должны выстраиваться таким образом, чтобы разница октановых чисел НП была минимальной. Если значение октановых чисел одинаково, то рассматривается разница содержания серы.

В случае перекачки дизельных топлив рассматривается разница их температур вспышек в закрытом тигле, которая должна быть минимальна и приемлема для подмешивания при раскладке смеси на ПСП. При одинаковой разнице прибегают к наименьшей разнице по содержанию серы.

Если контактируют дизельное топливо и автомобильный бензин то, рассчитывается объем партий данных НП, который необходим для правильной с технологической точки зрения раскладки смеси с рекомендованным запасом качества.

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При ПП НП разбивают на группы, которые составляют в следующем порядке: керосины, дизельные топлива и автомобильные бензины. Затем внутри каждой группы рассматривают их физико-химические свойства для составления цикла партий.

Данным правилам необходимо следовать для того, чтобы как можно больше снизить вероятность ухудшения качества транспортируемых топлив из-за их смешивания друг с другом.

Пример. При ПП по нефтепродуктопроводу перекачиваются 2 сорта бензина (АИ-80-К4 и АИ-92-Л4) и 2 сорта летнего дизельного топлива (ДТ-Л-К3 и ДТ-Л-Л4). Тогда цикл будет выглядеть, как показано на рисунке 11.

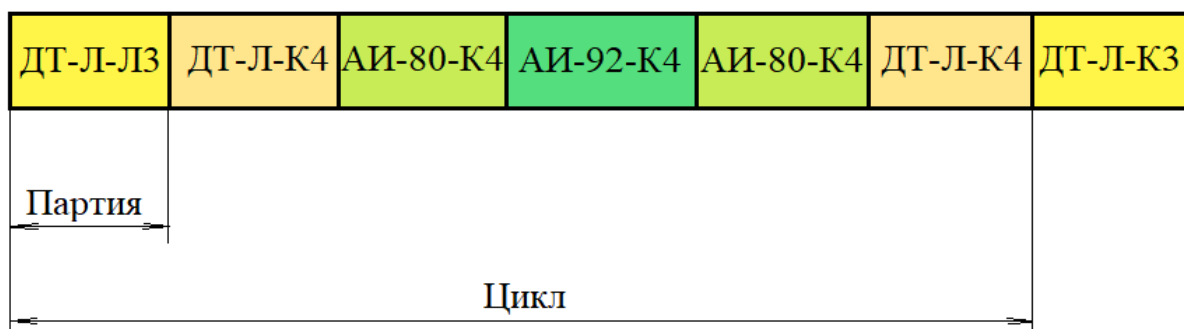


Рисунок 11 – Пример формирования циклов

Объемы партий нефтепродуктов с необходимым запасом качества, закачиваемые на НПЗ, рекомендуется устанавливать с учетом обеспечения плановой отгрузки НП с наливных пунктов и приема их от НПЗ, а также полной раскладки технологических смесей в резервуарном парке.

Масса одной партии нефтепродукта – от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч тонн; время закачки – от нескольких часов до нескольких суток. На ГПС каждый сорт нефтепродукта накапливается в своей группе резервуаров.

2.2.4. Товарные нефтепродукты и их свойства

По МНПП может осуществляться ПП следующих светлых нефтепродуктов:

- неэтилированные автомобильные бензины;
- дизельные топлива;

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- керосины;
- других нефтепродуктов, производимых по документам всех видов (ГОСТ, ТУ, СТО, и т.п.), соответствующих требованиям этой документации.

Автомобильные бензины являются наиболее легкой фракцией нефти. Плотность автомобильных бензинов варьируется от 730 до 760 кг/м³. Они классифицируются по октановому числу (АИ-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98) и по содержанию серы по экологическим классам (К2 – 0,05 %, К3 – 0,015 %, К4 – 0,005 %, К5 – 0,001 %). Пример маркировки: АИ-92-К2.

По физико-химическим и эксплуатационным показателям их марки должны соответствовать нормам и требованиям согласно ГОСТ 32513-2013 [33]. В таблице 2 приведены основные автомобильные бензины с технологическими характеристиками на основе нормативно-технического документа и паспортов НП [33, 38 – 41]. Проведя сравнительный анализ данных характеристик, заметим, что НП выпускаются с некоторым запасом качества. Это делается для того, чтобы на этапе раскладки можно было добавить образующую смесь в процессе перекачки к НП не нарушая технологические требования.

Таблица 2 – Характеристика автомобильных бензинов

Наименование показателя	Значение для марки							
	АИ-80-К5		АИ-92-К5		АИ-95-К5		АИ-98-К5	
	Паспорт	ГОСТ	Паспорт	ГОСТ	Паспорт	ГОСТ	Паспорт	ГОСТ
Детонационная стойкость (октановое число), не менее:								
- по моторному методу	77,2	76	83	83	85,6	85	89	88
- по исследовательскому методу	81,4	80	92,6	92	95,5	95	98,6	98
Плотность при 15 °С, кг/м ³	710	700-750	741	725-780	741	720-780	738	725-780
Температура конца кипения бензина, °С, не выше	188	215	189	215	188	210	193	215
Давление насыщенных паров, кПа	64	45-80	69	45-80	52	45-60	77,9	35-100
Массовая доля серы, мг/кг, не более	6	10	5	10	3	10	9	10

Керосины – это фракция нефти, выкипающая при температуре от 150 до 315 °С. Распространены следующие виды керосинов:

- Осветительный керосин;

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной перекачки методом прямого контактирования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

- Тракторный керосин;
- Авиационный керосин.

Топлива для реактивных двигателей (авиационные керосины) выпускаются марок: ТС-1, Т1-С, Т1, Т2, РТ (по ГОСТ 10227-2013 [34]). За рубежом существуют различные авиационные керосины: Джет-А, Джет А-1, Джет парафинс, JP-5, АТК, АСТМ и др.

В авиационном керосине фракционный состав регламентируется более строго, чем у автомобильных бензинов, так как от него напрямую зависят низкотемпературные свойства топлива – вязкость, температуры кристаллизации и помутнения и т.п. Авиационные керосины должны соответствовать межгосударственному стандарту ГОСТ 10227-2013 «Топлива для реактивных двигателей. Технические условия» [34].

Дизельные топлива должны соответствовать межгосударственным стандартам ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия» [29] ГОСТ Р 52368-2005 [30] «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия».

Классификация дизельного топлива представлена на рисунке 12.

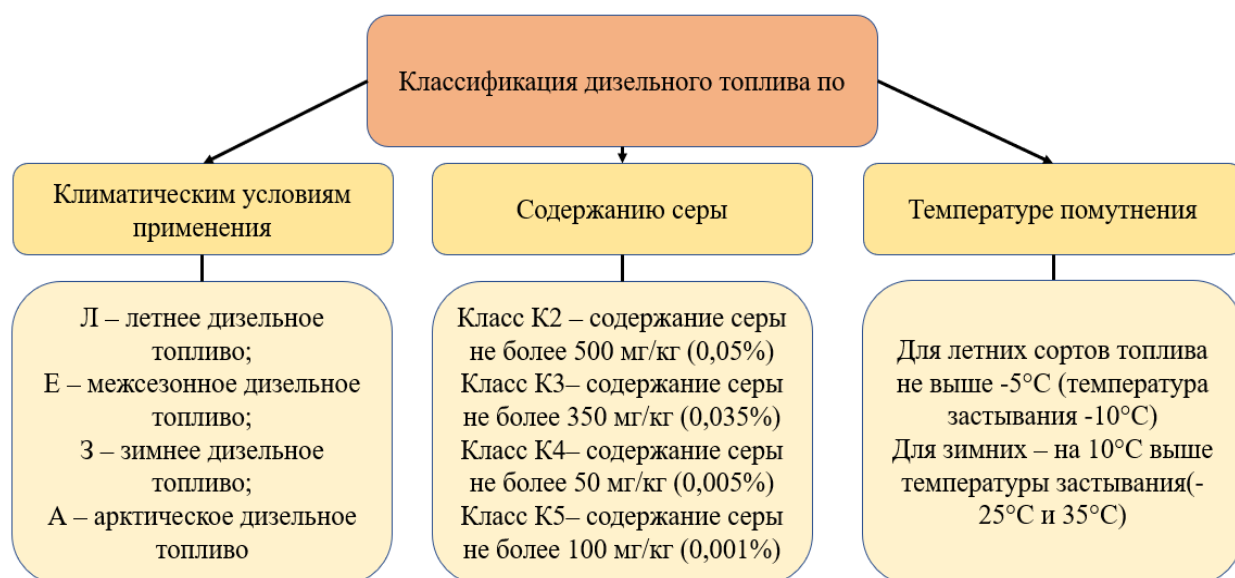


Рисунок 12 – Классификация дизельного топлива

Также как и другие НП, различные сорта дизельного топлива имеют запас качества. Основные характеристики, на которые акцентируют внимание при составлении последовательности перекачки это:

- Содержание серы;
- Температура вспышки;

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной перекачки методом прямого контактирования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

- Фракционный состав;
- Температура помутнения;
- Температура застывания.

Качество нефтепродуктов играет большую роль в ПП. Подбирая пары контактирующих НП по их физико-химическим свойствам, можно уменьшить объем некондиционного продукта, а при раскладке подмешать к продуктам, не влияя на их качество.

2.2.5. Отслеживание процесса смесеобразования

Для успешной ПП необходимо обладать тщательным контролем за технологическим процессом. Слежение за местонахождением партий НП и зоны смеси является одним из составляющих контроля, так как это способствует организовать сбросы на попутные нефтебазы и наливные пункты, подготовиться к организованному приему и распределению смеси на приемо-сдаточном пункте.

Согласно [21], приемо-сдаточный пункт (ПСП) должен быть оповещен не менее чем за сутки о планируемом времени подхода технологической смеси, которая рассчитывается при помощи показателей времени и даты закачки нефтепродуктов, скорости перекачки, протяженности транспортировки и объема партии. При подходе смеси не менее чем за 4 часа до ПСП диспетчер передает скорректированное время.

Контроль за транспортировкой нефтепродуктов по нефтепродуктопроводу и раскладке на ПСП осуществляется по показаниям поточных приборов экспресс-контроля показателей качества, которые позволяют фиксировать разность показателей качества нефтепродуктов.

Как свидетельствует [42], приемо-сдаточный анализ для различных видов нефтепродуктов осуществляется по 4-5 параметрам, которых будет достаточно для подтверждения качества товарной продукции (таблица 3).

При отсутствии приборов изменением значений показателей качества перекачиваемых друг за другом нефтепродуктов осуществляется по результатам анализа показателей в ходовых пробах, отбираемых в камерах отбора проб работниками испытательной лаборатории. Полученные данные передаются в диспетчерское подразделение. В случае отсутствия испытательной лаборатории, допускается производить отбор проб операторами товарными, которые в свою очередь должны также сообщить о

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

фактические данные по количеству закачки очередной партии нефтепродуктов.

Таблица 3 – Показатели качества нефтепродуктов, необходимые для подтверждения качества

Нефтепродукт	Показатели качества
Автомобильные бензины	Плотность, температура конца кипения, октанового числа, содержание серы
Дизельные топлива	Плотность, температура вспышки в закрытом тигле, предельная температура фильтруемости, содержание серы
Топлива реактивных двигателей	Плотность, температура начала кристаллизации, содержание воды и механических примесей

2.2.6. Раскладка смеси на приемо-сдаточном пункте

Как говорилось ранее, образующаяся смесь в зоне контакта партий НП не является товарным продуктом и передаваться грузополучателям в таком качестве не может. Поэтому на ПСП существует комплекс мероприятий, называемый раскладкой смеси, который предполагает добавление некоторого расчетного количества смеси, образующейся в результате ПП, к расчетному количеству исходных НП, имеющих запас качества. В соответствии с данными [1, 5], в результате обеспечивается получение конечного НП, качественные характеристики которого соответствуют требованиям нормативных документов.

Полную раскладку технологических смесей, образующихся в областях контакта НП при транспортировке, учитывают при определении размеров партий сырья, закачиваемых в нефтепродуктопровод грузоотправителями, наряду с необходимостью обеспечения плановой отгрузки НП с наливных ПСП от НПЗ.

Согласно [2, 21], при раскладке смеси используются две технологии. Первая из них подразумевает сначала прием смеси в смесевые резервуары, после чего раскладывают по резервуарам с исходными НП с имеющимся запасом качества. В данной технологии смесь, образованную в ходе перекачки, делят на четыре части (рисунок 13). «Хвост» и «голову» смеси принимают в соответствующие резервуары с товарным НП, а «тело» смеси – смесевые резервуары. При этом, смесевые резервуары для различных пар

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

партий разные. Накопленную смесь в небольших количествах добавляют в товарный НП [16].

Вторая технология – раскладка смеси сходу, без задействования смесевых резервуаров, и является наиболее прогрессивной.



Рисунок 13 – Деление смеси на части перед раскладкой в пункте приема

Раскладка смеси «сходу» возможна по следующим вариантам:

- первый вариант – с равномерной подачей смеси одновременно в несколько резервуаров (рисунок 14);
- второй вариант – с дифференцированной подачей смеси в резервуары (рисунок 15).

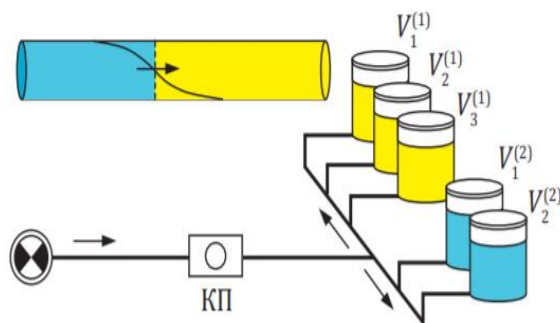


Рисунок 14 – Раскладка смеси нефтепродуктов в конечном пункте приема-сдачи нефтепродукта [15]

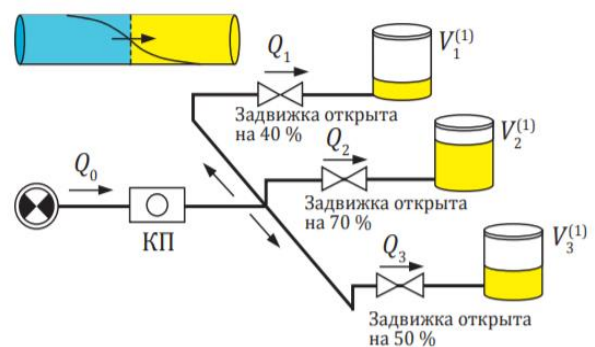


Рисунок 15 – Раскладка смесей нефтепродуктов с дифференцированной подачей смеси в резервуары [16]

Известно [16], что в пределах концентраций 0,01 – 0,99 объем примеси $J_{2/1}(X_{сеч.1})$ вытесняющего НП (№ 2), попадающей в вытесняемый НП (№ 1) за

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной перекачки методом прямого контактирования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

счет его отсечки в сечении $x = x_{\text{сеч.1}}$ от смеси (рисунок 16, заштрихованная площадь), рассчитывается по формуле:

$$J_{\frac{2}{1}}(x_{\text{сеч.1}}) = S \cdot \int_{x_{\text{сеч.1}}}^{\infty} c(x) dx = 2Pe^{-0,5} \cdot V_{\text{тр}} \cdot F(\omega), \quad (2)$$

где $c(x)$ – функция зависимости концентрации вытесняющего нефтепродукта в смеси от координаты x , отсчитываемой вдоль оси нефтепродуктопровода в пункте раскладки смеси;

$S = \pi \frac{d^2}{4}$ – площадь сечения трубопровода;

d – внутренний диаметр;

$Pe = \vartheta \cdot \frac{L}{K}$, – число Пекле, где ϑ – скорость перекачки м/с, L – протяженность участка МНПП, м; K – коэффициент продольного перемешивания, м²/с;

$V_{\text{тр}}$ – объем трубопровода от начала до пункта раскладки смеси, м³;

$\omega = \frac{1}{2} Pe^{-0,5} \cdot \frac{x_{\text{сеч.1}}}{L}$ – безмерный параметр для расчета координат сечений отсечки при раскладке «сходу»;

$x_{\text{сеч.1}}$ – координаты сечений отсечки первого (вытесняемого) и второго (вытесняющего) нефтепродуктов от смеси в подвижной системе отсчета, движущейся вместе с серединой области смеси.

$$F(\omega) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} e^{-\omega^2} - \frac{1}{2} \omega (1 - \text{erf} \omega),$$

где $\text{erf}(\omega) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\omega} e^{-\zeta^2} d\zeta$ – интеграл ошибок.

Известно также, что $V_c = 6,58Pe^{-0,5}V_{\text{тр}}$, $2Pe^{-0,5}V_{\text{тр}} = \frac{V_c}{3,29}$, поэтому объем $J_{2/1}(x_{\text{сеч.1}})$ примеси вытесняющего НП (№ 2), попадающего в вытесняемый (№ 1) за счет его отсечки от смеси, можно рассчитывать по формуле:

$$J_{\frac{2}{1}}(x_{\text{сеч.1}}) = \frac{V_c}{3,29} F(\omega) \quad (3)$$

Согласно графику (рисунок 17), функции $F(\omega)$ монотонно убывает от значения $F(\omega) \approx 0,2881$ до 0 при $\omega \rightarrow \infty$. Это означает, что уравнение $F(\omega) = F_s$ при любом положительном значении F_s имеет ровно одно решение.

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

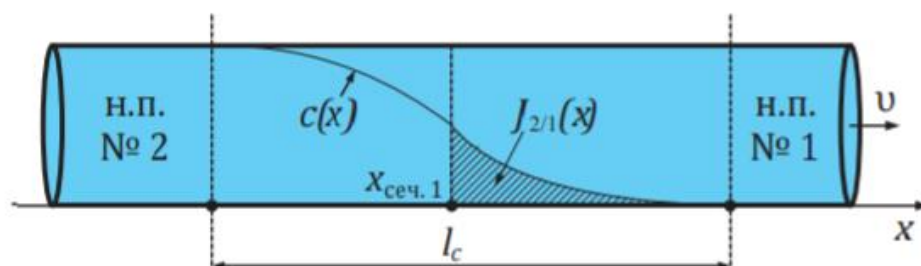


Рисунок 16 – Графическое изображение примеси одного нефтепродукта в другом [16]

Если $\omega = 0$, т. е. смесь НП делится на две равные части в сечении $x_{\text{сеч.1}}$, в котором концентрации НП равны 0,5, то $\text{erf}(0) = 0$; кроме того, $F(0) = Pe^{-1/2}/2$. В этом случае объемы примесей НП $J_{2/1}$ и $J_{1/2}$, попавших один в другой, равны друг другу и составляют:

$$J_{\frac{2}{1}}(0) = \frac{V_c}{2\sqrt{\pi} \cdot 3,29} \approx 0,0857V_c. \quad (4)$$

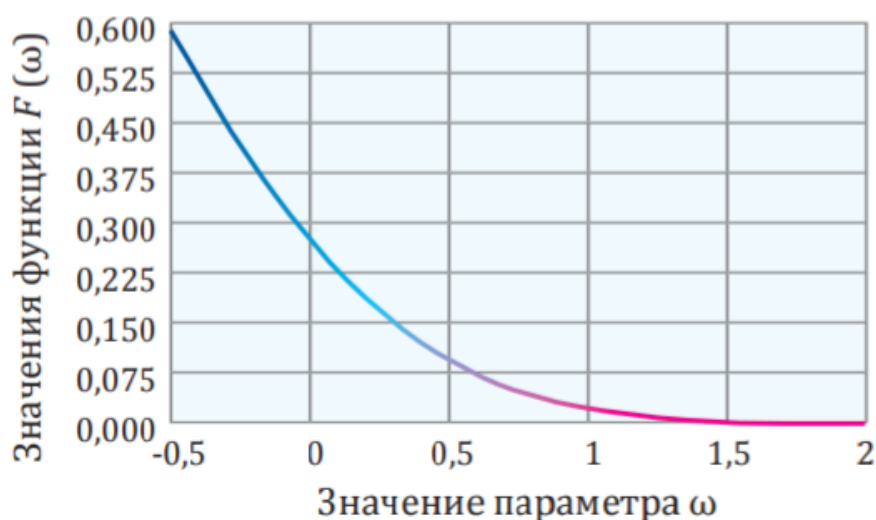


Рисунок 17 – График функции $F(\omega)$ [16]

Если $\omega > 0$, т. е. сечение $x_{\text{сеч.1}}$ отсечки лежит справа от середины смеси, то $J_{2/1} < 0,0857V_c$ и рассчитывается по общей формуле (2).

Для правильной с технологической точки зрения проведения раскладки смеси на ПСП оформляется карта раскладки. Данный технологический документ несет в себе информацию об объемах смесей с допустимой концентрацией

					Обеспечение оптимальной технологии последовательной	Лист
					перекачки методом прямого контактирования	43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

одного НП в другом, качестве товарной продукции, запасе качества разных марок, их количестве и границах прохождения по нефтепродуктопроводу.

Самой важной информацией на карте раскладки являются значение допустимых концентраций одного НП в другом. При расчете концентраций для различных марок НП используют различные контрольные показатели (таблица 3), так как НП имеют различные физические характеристики.

Таблица 3 – Контрольные показатели при определении предельно допустимой концентрации

Товарный нефтепродукт	Добавляемый нефтепродукт	Контрольные показатели товарного нефтепродукта
Автомобильные бензины	Дизельные топлива	Температура конца кипения, октановое число
Авиационный керосин ТС-1	Дизельные топлива	Температура начала кристаллизации, температура начала кипения
Дизельное топливо зимнее	Автомобильные бензины, авиакеросин ТС-1	Температура вспышки, содержание серы
Дизельное топливо летнее	Автомобильные бензины, авиакеросин ТС-1	Вязкость, содержание серы

Все случаи и способы по применению и минимизации образовавшейся смеси должны быть обоснованы с технической точки зрения с учетом качества товарных продуктов, вывоза смеси с конечного пункта железнодорожным транспортом на нефтеперерабатывающий завод для ее разгонки. В отдельных благоприятных случаях смесь может быть использована повторно, как жидкостной разделитель при ПП.

3. Характеристика объекта исследования

Для технологических расчетов и исследования поведения смеси был смоделирован участок нефтепродуктопровода, изготовленный из стали марки 17ГС, данные которого представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика участка нефтепродуктопровода

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение параметра	Единица величины	Значение параметра
1	Расход перекачки	Q	м ³ /ч	1100
2	Наружный диаметр трубопровода	D	мм	530
3	Протяженность участка МНПП	L	км	700
4	Давление в начале участка	P ₁	МПа	5,5
5	Абсолютная эквивалентная шероховатость	Δ	мм	0,25

По данному трубопроводу планируется перекачивать НП различных марок, характеристика которой представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика нефтепродуктов

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение параметра	Единица величины	Значение параметра
1	2	3	4	5
1	Плотность дизельного топлива ДТ-Л-К3	ρ ₁	кг/м ³	845
2	Плотность дизельного топлива ДТ-Л-К5	ρ ₂	кг/м ³	840
3	Плотность автомобильного бензина АИ-80-К5	ρ ₃	кг/м ³	741
4	Плотность автомобильного бензина АИ-92-К5	ρ ₄	кг/м ³	730
5	Кинематическая вязкость дизельного топлива ДТ-Л-К3	ν ₁	м ² /с	9,0 · 10 ⁻⁶
6	Кинематическая вязкость дизельного топлива ДТ-Л-К5	ν ₂	м ² /с	5,6 · 10 ⁻⁶
7	Кинематическая вязкость автомобильного бензина АИ-80-К5	ν ₃	м ² /с	0,6 · 10 ⁻⁶
8	Кинематическая вязкость автомобильного бензина АИ-92-К5	ν ₄	м ² /с	0,7 · 10 ⁻⁶
9	Октановое число автомобильного бензина А-80, по исследовательскому методу	O ₁	-	80
10	Октановое число автомобильного бензина Аи-92, по исследовательскому методу	O ₂	-	92

					Выбор оптимальных условий перекачки разнородных нефтепродуктов по трубопроводу			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Гааз П.А.				Характеристика объекта исследования	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Чухарева Н.В.						45	112
Рцк-ль ООП	Брцсник О.В.					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

1	2	3	4	5
11	Предельно допустимое отклонение октанового числа от номинального	δO	ед.	0,6
12	Температура конца кипения автомобильного бензина по нормативу	$[T_{кк}]$	°С	215
13	Фактическая температура конца кипения автомобильного бензина данной партии	$T_{кк}$	°С	188
14	Температура вспышки дизельного топлива по нормативному документу	$[T_{всп}]$	°С	55
15	Фактическая температура вспышки дизельного топлива данной партии	$T_{всп}$	°С	64

3.1. Прочностной расчет

При контроле трубопровода необходимо выполнить оценку возможных механических воздействий на его прочность для принятия решения о дальнейшей безопасной эксплуатации с учетом запаса надежности, заложенного на этапе проектирования. Таким образом, анализ прочностных характеристик трубопровода является одним из элементов контроля его состояния. Для обеспечения нормальных условий эксплуатации и исключения возможности повреждения магистральных трубопроводов участки трубопровода должны быть проверены расчетом на прочность в соответствии с требованиями СП 36.13330.2012 [43], СНиП 2.05.06-85 [44], СП 284.1325800.2016 [45], ГОСТ Р 55990-2014 [46].

3.1.1. Расчет толщины стенки трубопровода

Цель расчета: определение толщины стенки трубопровода для удовлетворения критериям прочности.

Исходные данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные участка нефтепродуктопровода

Наименование параметра	Обозначение параметра	Единица измерения	Значение параметра
Нефтепродуктопровод	D	мм	■
Рабочее давление	$P_{раб}$	МПа	■
Температура эксплуатации	t_s	°С	■
Грунт	-	-	мелкий песок
Марка стали	-	-	17ГС
Категория участка	-	-	I II

					Характеристика объекта исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Согласно [44], расчетная толщина стенки газопровода δ по внутреннему давлению определяется по формуле:

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_H}{2(R_1 + n \cdot p)}, \quad (5)$$

где n – коэффициентов перегрузки внутреннего давления, равный 1,1 (табл. 14, [44]);

p – рабочее давление в трубопроводе, равное 4,5 Мпа;

D_H – наружный диаметр труб, мм;

R_1 – расчетное сопротивление при растяжении.

Расчетное сопротивление при растяжении определяется по формуле:

$$R_1 = \frac{R_1^H \cdot m_0}{k_1 \cdot k_H}, \quad (6)$$

где R_1^H – нормативное сопротивление при растяжении, равное 510 МПа;

m_0 – коэффициент условий работы трубопровода, равный 0,990 (по таблице 1, [44]);

k_1 – коэффициент надежности по материалу, равный 1,4 (по таблице 10, [44]);

k_H – коэффициент надежности по назначению трубопровода, равный 1,1 (по таблице 12, [44]).

Подставим значения в формулу (3):

$$R_1 = \frac{510 \cdot 0,99}{1,4 \cdot 1,1} = 327,86 \text{ Мпа}$$

По найденным параметрам можем посчитать минимальную толщину стенки трубопровода подставив все значения в формулу (2):

$$\delta = \frac{1,1 \cdot \blacksquare \cdot \blacksquare}{2(327,86 + 1,1 \cdot \blacksquare)} = \blacksquare \approx \blacksquare$$

Из полученного расчетного значения толщины стенки трубы по внутреннему и внешнему давлениям принимаем $\delta = \blacksquare$ мм.

3.1.2. Расчет прочностных характеристик

Проведение расчета на прочность позволяет проверить принятые в проекте конструкционные особенности трубопровода и оценить запас прочности.

					Характеристика объекта исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Цель расчета: определить нормативные и расчетные сопротивления материала труб.

Методика расчета производится согласно ГОСТ Р 55990- 2014 [46].

Алгоритм расчета представлен на рисунке 18.



Рисунок 18 – Алгоритм расчета прочностных характеристик

При определении напряжений, и в расчетах трубопроводов на прочность, и устойчивость, будем принимать значения физических характеристик материала следующими данными (таблица 7).

					Характеристика объекта исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таблица 7 – Физические характеристики материала

Наименование параметра	Обозначение параметра	Единица измерения	Значение параметра
Модуль упругости	E_0	МПа	206000
Коэффициент Пуассона	$-\mu_0$	-	0,3
Коэффициент линейного расширения	$-\alpha$	$(^{\circ}\text{C})^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Предел прочности 17ГС	σ_u	МПа	520
Нормативный предел текучести 17ГС	σ_y	МПа	345

Расчетные сопротивления растяжению (сжатию) по прочности R_u и по текучести R_y материала труб для трубопроводов, транспортирующих продукты, не содержащие сероводорода, определим по формулам (8) и (9):

$$R_u = \frac{\gamma_d}{\gamma_{mu} \cdot \gamma_n} \cdot \sigma_u, \quad (7)$$

$$R_y = \frac{\gamma_d}{\gamma_{my} \cdot \gamma_n} \cdot \sigma_y, \quad (8)$$

где γ_d – коэффициент условий работы;
 γ_{mu} – коэффициент надежности по материалу труб при расчете по прочности;
 γ_{my} – коэффициент надежности по материалу труб при расчете по текучести (1,15);
 γ_n – коэффициент надежности по ответственности трубопровода (1,10).

Коэффициент надежности по материалу труб при расчете по прочности γ_{mu} следует принимать в зависимости от характеристик труб, согласно ГОСТ Р 55990—2014 (таблицы 12).

Значение коэффициента условий работы γ_d для трубопроводов, транспортирующих продукты определяется в зависимости от категории участка, согласно ГОСТ Р 55990—2014 (таблицы 13).

Далее выполняется проверка условий прочности, состоящих в выполнении проверок кольцевых, продольных и эквивалентных напряжений.

Условие прочности для кольцевых напряжений, на трубопроводах, транспортирующих продукты, проверяется по следующему условию:

$$\sigma_h \leq \min\{R_u, R_u\}, \quad (9)$$

где R_u – расчетное сопротивление растяжению (сжатию) по прочности, МПа;
 R_y – расчетное сопротивление растяжению (сжатию) по текучести, МПа.

Расчет кольцевых напряжений осуществляется по формуле:

$$\sigma_h = \frac{\gamma_{fp} \cdot p \cdot D}{2 \cdot t_n}, \quad (10)$$

где σ_h – кольцевое напряжение от внутреннего давления, МПа;
 γ_{fp} – коэффициент надежности по нагрузке (внутреннему давлению);
 p – рабочее давление, МПа;
 D – наружный диаметр трубы, мм;
 t_n – толщина стенки трубы номинальная, мм.

Далее выполняется проверка условий прочности для продольных и эквивалентных напряжений по формулам:

$$\sigma_I \leq f_I \cdot \sigma_y, \text{ если } \sigma_I \geq 0, \quad (11)$$

$$\sigma_{eq} \leq f_{eq} \cdot \sigma_y, \text{ если } \sigma_I < 0, \quad (12)$$

где σ_I – продольное напряжение, МПа;
 σ_y – нормативный предел текучести материала труб, МПа;
 f_I, f_{eq} – расчетные коэффициенты для проверки соответственно продольных и эквивалентных напряжений, принимаемые в зависимости от стадии "жизни" трубопровода в соответствии с ГОСТ Р 55990—2014, таблица 16.

Эквивалентное напряжение, соответствующее теории Мизеса σ_{eq} , вычисляем по формуле:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_h^2 - \sigma_h \cdot \sigma_I + \sigma_I^2}, \quad (13)$$

где σ_h – кольцевое напряжение от внутреннего давления, МПа;
 σ_I – продольное напряжение, МПа.

Продольные напряжения σ_I для подземных и наземных (в насыпи) трубопроводов при отсутствии продольных и поперечных перемещений вычисляются по формуле:

$$\sigma_I = \mu \cdot \sigma_h - E \cdot \alpha \cdot \Delta T \pm \frac{E \cdot D}{2 \cdot R}, \quad (14)$$

					Характеристика объекта исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

где μ – коэффициент поперечной деформации материала труб (переменный);

σ_h – кольцевое напряжение, МПа;

E – модуль деформации материала труб (переменный), МПа;

D – наружный диаметр трубы, номинальный, м;

R – радиус упругого изгиба, 200 м;

α – коэффициент линейного температурного расширения, $(^\circ\text{C})^{-1}$;

ΔT – температурный перепад, 30°C .

Расчет:

Выполним расчет сопротивлений R_u и R_u по формулам 8 и 9:

$$R_u = \frac{\gamma_d}{\gamma_{mu} \cdot \gamma_n} \cdot \sigma_u = \frac{0,921}{1,4 \cdot 1,1} \cdot 520 = 311 \text{ МПа,}$$

$$R_u = \frac{\gamma_d}{\gamma_{mu} \cdot \gamma_n} \cdot \sigma_y = \frac{0,921}{1,15 \cdot 1,1} \cdot 345 = 251 \text{ МПа.}$$

Выполним расчет кольцевых напряжений по формуле 11 и проверку условия прочности по формуле 10:

$$\sigma_h = \frac{\gamma_{fp} \cdot p \cdot D}{2 \cdot t_n} = \frac{1,15 \cdot 5,5 \cdot \blacksquare}{2 \cdot \blacksquare} = \blacksquare \text{ МПа;}$$

$$\sigma_h \leq \min\{R_u, R_u\}, \blacksquare \text{ МПа} \leq 251 \text{ МПа.}$$

Условие прочности для кольцевых напряжений выполняется.

Рассчитаем продольные напряжения согласно формуле 15:

$$\sigma_I = 0,3 \cdot \blacksquare - 206000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \pm \frac{206000 \cdot \blacksquare}{2 \cdot 200},$$

$$\sigma_I^- = \blacksquare \text{ МПа; } \sigma_I^+ = \blacksquare \text{ МПа.}$$

Для дальнейших расчетов принимаем наибольшее по модулю значение. По формуле 14 рассчитаем эквивалентное напряжение, соответствующее теории Мизеса:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_h^2 - \sigma_h \cdot \sigma_I + \sigma_I^2} = \sqrt{\blacksquare^2 - \blacksquare \cdot \blacksquare + \blacksquare^2} = \blacksquare \text{ МПа.}$$

По условиям 12 и 13 выполним проверку трубопровода на прочность для продольных и эквивалентных напряжений:

$$\sigma_I \leq f_I \cdot \sigma_y, \text{ если } \sigma_I \geq 0, \blacksquare \text{ МПа} \leq 0,6 \cdot 345 = 207 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_{eq} \leq f_{eq} \cdot \sigma_y, \text{ если } \sigma_I < 0, \blacksquare \text{ МПа} \leq 0,9 \cdot 345 = 310,5 \text{ МПа.}$$

Оба условия прочности выполнены с большим запасом.

					Характеристика объекта исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Соответственно, все три условия прочности, согласно ГОСТ Р 55990-2014 [46], выполнены. Можно сделать вывод о том, что трубопровод будет обеспечивать более высокий уровень прочности и надежности.

					Характеристика объекта исследования	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

4. Выбор оптимальных условий последовательной перекачки

Согласно [21], для успешной транспортировки НП при ПП МПК необходимо производить различные расчеты, позволяющие определить порядок партий нефтепродуктов, объемы образующихся смесей в зоне контакта НП, а также их предельно допустимые концентрации одного товарного продукта в другом.

При заказе грузополучателя товарного продукта поставщик должен понимать, что есть предел объема партии, ниже которого перекачивание НП будет нецелесообразным, так как в нефтепродуктопроводе образуется некондиционный продукт в больших объемах, чем поставляемая продукция.

Предназначение исследуемого нефтепродуктопровода состоит в том, что по нему необходимо правильно с технологической точки зрения отправить потребителям товарную продукцию разных марок.

Поэтому **цель расчета** является определение минимально допустимые объемы партий НП, которые планируется отправить грузоотправителям ПП МПК по нефтепродуктопроводу.

Чтобы рассчитать объемы партий необходимо определить следующие показатели:

- Определить скачки напора в зоне контакта партий НП;
- Выбрать последовательность НП;
- Определить объемы смеси, образующиеся в ходе транспортировке на разделе сред каждых пар НП;
- Выявить предельно допустимые концентрации одного НП в другом;
- Вычислить минимально допустимые объемы партий, транспортирующих по нефтепродуктопроводу.

Технологический алгоритм расчета представлен на рисунке 19.

					Выбор оптимальных условий перекачки разносортных нефтепродуктов по трубопроводу		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Выбор оптимальных условий последовательной перекачки		
Разраб.	Гааг П.А.			10.06			
Рцковод.	Чхарева Н.В.			10.06			
Рцк-ль ООП	Брцсник О.В.			10.06			
					Лит.	Лист	Листов
						53	112
					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

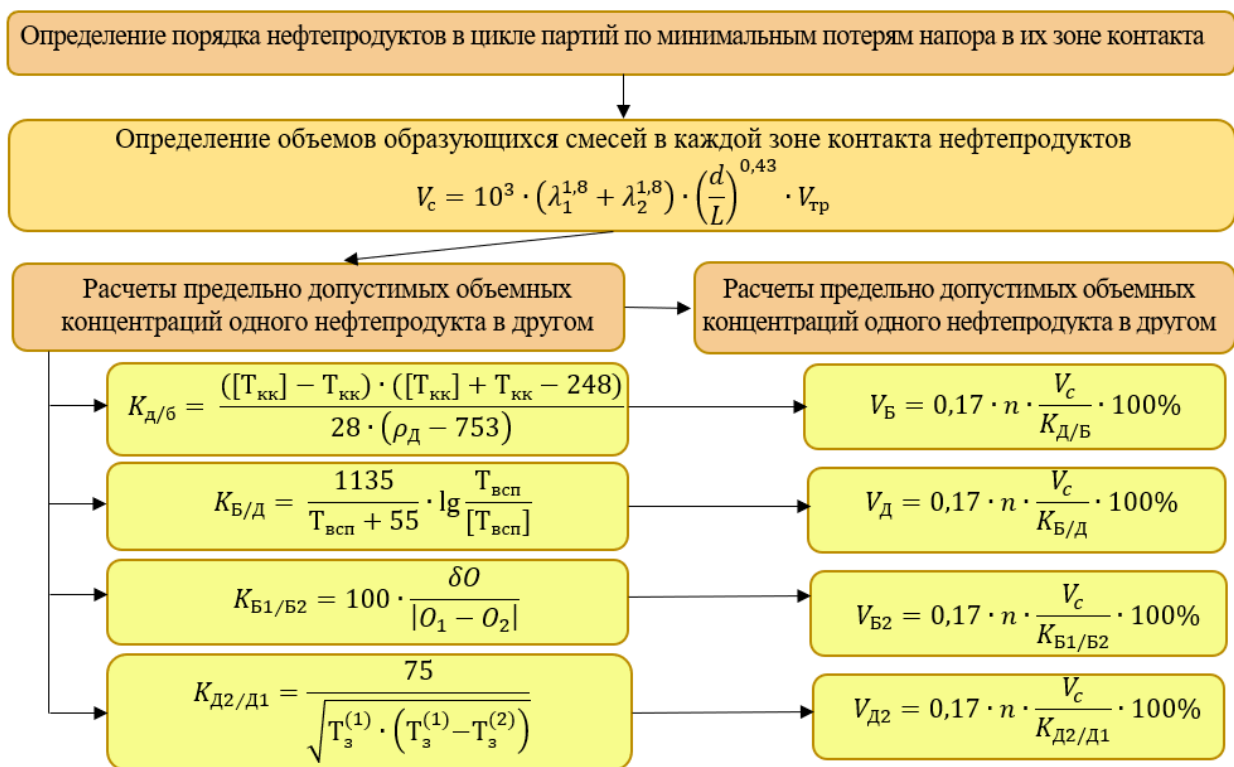


Рисунок 19 – Технологический алгоритм расчета

4.1. Определение порядка партий нефтепродуктов

Цель расчета: определение порядка нефтепродуктов в цикле партий, при котором потери напора минимальны.

Методика расчета:

Из-за того, что в трубопроводе происходит смена жидкостей, то рассматриваемый процесс, грубо говоря, не рассматривается стационарным, а следовательно уравнение Бернулли не имеет место быть. Но за счет того, что смена НП происходит значительно медленно, взаимное замещение жидкостей рассматривают как последовательную систему стационарных состояний. Такие процессы называют квазистационарными, для которых уравнение Бернулли будет выглядеть, согласно [2], следующим образом:

$$\underbrace{\left(\frac{p_1}{\rho_2 g} + z_1\right)}_{H_1} - \underbrace{\left(\frac{p_2}{\rho_1 g} + z_2\right)}_{H_2} = p_c \underbrace{\left(\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 \rho_2 g}\right)}_{[H]} + \underbrace{(h_{1-c} + h_{c-2})}_{h_{1-2}} \quad (15)$$

Согласно данному уравнению, разность напоров между началом и концом участка ($H_1 - H_2$) не равна потерям напора h_{1-2} на этом участке, так

как содержит еще одно слагаемое – скачок напора [Н] в месте контакта жидкостей с разной плотностью.

Рассмотрим, как будет вести себя данный скачок при различных вариациях НП.

1 Вариант. Рассчитаем напор в начале трубопровода, и в зоне контакта НП (ДТ-Л-КЗ и АИ-92-К5), причем первый вытесняет второй. Возьмем за условие, что смена продуктов находится на 30 км от начала нефтепродуктопровода.

Согласно прочностному расчету, стенка трубы равняется 7 мм. Поэтому диаметр трубопровода равен:

$$d = D - 2 \cdot \delta = 530 - 2 \cdot \blacksquare = \blacksquare \text{ мм} \quad (16)$$

Рассчитаем скорость движения потока жидкости:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 3600 \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 1100}{3,14 \cdot 3600 \cdot \blacksquare^2} = \blacksquare \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (17)$$

Число Рейнольдса равен:

$$Re_1 = \frac{v \cdot d}{\nu_1} = \frac{\blacksquare \cdot \blacksquare}{9 \cdot 10^{-6}} = \blacksquare \quad (18)$$

Коэффициент гидравлического сопротивления равен:

$$\lambda_1 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_1} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{\blacksquare} + \frac{68}{83816} \right)^{0,25} = \blacksquare \quad (19)$$

Потери напора на первые 300 км:

$$\Delta h_1 = \lambda_1 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = \blacksquare \cdot \frac{30000}{\blacksquare} \cdot \frac{\blacksquare^2}{2 \cdot 9,81} = \blacksquare \text{ м} \quad (20)$$

Напор в начале трубопровода:

$$H_0 = \frac{P_1}{\rho_1 \cdot g} = \frac{5,5 \cdot 10^6}{845 \cdot 9,81} = 663 \text{ м} \quad (21)$$

Напор в зоне контакта со стороны дизельного топлива:

$$H_d = H_0 - \Delta h = 663 - \blacksquare = \blacksquare \text{ м} \quad (22)$$

Давление в зоне контакта сред:

$$P_d = \rho_1 \cdot g \cdot H_d = 845 \cdot 9,81 \cdot \blacksquare = \blacksquare \text{ МПа} \quad (23)$$

Напор со стороны автомобильного бензина:

$$H_{61} = \frac{P_d}{\rho_4 \cdot g} = \frac{\blacksquare \cdot 10^6}{730 \cdot 9,81} = \blacksquare \text{ м}$$

Число Рейнольдса равен:

$$Re_4 = \frac{\vartheta \cdot d}{\nu_4} = \frac{\blacksquare \cdot \blacksquare}{0,7 \cdot 10^{-6}} = \blacksquare$$

Коэффициент гидравлического сопротивления равен:

$$\lambda_4 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_4} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{\blacksquare} + \frac{68}{1076228} \right)^{0,25} = 0,0168$$

Потери напора на первые 30 км:

$$\Delta h_2 = \lambda_4 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\vartheta^2}{2 \cdot g} = 0,0168 \cdot \frac{30000}{\blacksquare} \cdot \frac{\blacksquare^2}{2 \cdot 9,81} = \blacksquare \text{ м}$$

Напор на 60 км от начала трубопровода:

$$H_2 = H_{61} - \Delta h_2 = \blacksquare - \blacksquare = \blacksquare \text{ м}$$

2 Вариант. Найдем скачок напора в зоне контакта ДТ-Л-К3 и АИ-80-К5, причем первый вытесняет второй.

Число Рейнольдса Re_1 равен \blacksquare . Коэффициент гидравлического сопротивления λ_1 составляет \blacksquare . Потери напора Δh_1 на первые 30 км — \blacksquare м. Напор в начале трубопровода H_0 равен 663 м. Напор со стороны дизельного топлива H_d составляет \blacksquare м. Давление P_d в зоне контакта сред равняется \blacksquare МПа.

Напор со стороны автомобильного бензина АИ-80-К5:

$$H_{62} = \frac{P_d}{\rho_3 \cdot g} = \frac{\blacksquare \cdot 10^6}{741 \cdot 9,81} = \blacksquare \text{ м}$$

Число Рейнольдса равен:

$$Re_3 = \frac{\vartheta \cdot d}{\nu_3} = \frac{\blacksquare \cdot \blacksquare}{0,6 \cdot 10^{-6}} = \blacksquare$$

Коэффициент гидравлического сопротивления равен:

$$\lambda_3 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_3} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{\blacksquare} + \frac{68}{\blacksquare} \right)^{0,25} = \blacksquare$$

Потери напора на первые 30 км:

$$\Delta h_3 = \lambda_3 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\vartheta^2}{2 \cdot g} = \blacksquare \cdot \frac{30000}{\blacksquare} \cdot \frac{\blacksquare^2}{2 \cdot 9,81} = \blacksquare \text{ м}$$

Напор на 60 км от начала трубопровода:

$$H_2 = H_{62} - \Delta h_2 = \blacksquare - \blacksquare = \blacksquare \text{ м}$$

3 Вариант. Найдем скачок напора в зоне контакта ДТ-Л-К3 и ДТ-Л-К5, причем первый вытесняет второй.

Число Рейнольдса Re_1 равен \blacksquare . Коэффициент гидравлического

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

сопротивления λ_1 составляет []. Потери напора Δh_1 на первые 30 км – [] м. Напор в начале трубопровода H_0 равен 663 м. Напор со стороны вытесняющего дизельного топлива $H_{д1}$ составляет [] м. Давление P_d в зоне контакта сред равняется [] МПа.

Напор со стороны ДТ-Л-К5:

$$H_{д2} = \frac{P_d}{\rho_2 \cdot g} = \frac{[] \cdot 10^6}{840 \cdot 9,81} = [] \text{ м}$$

Число Рейнольдса равен:

$$Re_2 = \frac{v \cdot d}{\nu_2} = \frac{[] \cdot []}{5,6 \cdot 10^{-6}} = []$$

Коэффициент гидравлического сопротивления равен:

$$\lambda_2 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_2} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{[]} + \frac{68}{[]} \right)^{0,25} = []$$

Потери напора на первые 30 км:

$$\Delta h_4 = \lambda_2 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = [] \cdot \frac{30000}{[]} \cdot \frac{[]^2}{2 \cdot 9,81} = [] \text{ м}$$

Напор на 60 км от начала трубопровода:

$$H_2 = H_{д2} - \Delta h_4 = [] - [] = [] \text{ м}$$

4 Вариант. Найдем скачок напора в зоне контакта ДТ-Л-К5 и АИ-92-К5, причем первый вытесняет второй.

Число Рейнольдса Re_2 равен []. Коэффициент гидравлического сопротивления λ_2 составляет [].

Потери напора на первые 30 км:

$$\Delta h_5 = \lambda_2 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = [] \cdot \frac{30000}{[]} \cdot \frac{[]^2}{2 \cdot 9,81} = [] \text{ м}$$

Напор в начале трубопровода:

$$H_0 = \frac{P_1}{\rho_2 \cdot g} = \frac{5,5 \cdot 10^6}{840 \cdot 9,81} = 667 \text{ м}$$

Напор в зоне контакта со стороны дизельного топлива ДТ-Л-К5:

$$H_{д3} = H_0 - \Delta h = 667 - [] = [] \text{ м}$$

Давление в зоне контакта сред:

$$P_{д3} = \rho_1 \cdot g \cdot H_{д3} = 840 \cdot 9,81 \cdot [] = [] \text{ МПа}$$

Напор со стороны автомобильного бензина АИ-92-К5:

$$H_{б3} = \frac{P_{д3}}{\rho_4 \cdot g} = \frac{[] \cdot 10^6}{730 \cdot 9,81} = [] \text{ м}$$

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Число Рейнольдса Re_4 равен []. Коэффициент гидравлического сопротивления λ_4 равен []. Потери напора Δh_2 на вторые 30 км составляет [] м.

Напор на 60 км от начала трубопровода:

$$H_2 = H_{63} - \Delta h_2 = [] - [] = [] \text{ м}$$

5 вариант. Найдем скачок напора в зоне контакта ДТ-Л-К5 и АИ-80-К5, причем первый вытесняет второй.

Напор в начале трубопровода H_0 равен 667 м. Напор в зоне контакта со стороны дизельного топлива ДТ-Л-К5 $H_{д3}$ равен [] м. Потери напора на вторые 30 км Δh_3 составляют [] м.

Напор со стороны автомобильного бензина АИ-80-К5:

$$H_{64} = \frac{P_{д3}}{\rho_3 \cdot g} = \frac{[] \cdot 10^6}{741 \cdot 9,81} = [] \text{ м}$$

Напор на 60 км от начала трубопровода:

$$H_2 = H_{64} - \Delta h_3 = [] - [] = [] \text{ м.}$$

6 вариант. Найдем скачок напора в зоне контакта АИ-80-К5 и АИ-92-К5, причем первый вытесняет второй

Число Рейнольдса Re_3 равен []. Коэффициент гидравлического сопротивления λ_3 составляет [].

Потери напора на первые 30 км Δh_3 составляет [].

Напор в начале трубопровода:

$$H_0 = \frac{P_1}{\rho_3 \cdot g} = \frac{5,5 \cdot 10^6}{741 \cdot 9,81} = 756,62 \text{ м}$$

Напор в зоне контакта со стороны АИ-80-К5:

$$H_{Б5} = H_0 - \Delta h = 756,62 - [] = [] \text{ м}$$

Давление в зоне контакта сред:

$$P_{Б5} = \rho_3 \cdot g \cdot H_{Б5} = 741 \cdot 9,81 \cdot [] = [] \text{ МПа}$$

Напор со стороны автомобильного бензина АИ-92-К5:

$$H_{63} = \frac{P_{Б5}}{\rho_4 \cdot g} = \frac{[] \cdot 10^6}{730 \cdot 9,81} = [] \text{ м}$$

Число Рейнольдса Re_4 равен []. Коэффициент гидравлического сопротивления λ_4 равен []. Потери напора Δh_2 на вторые 30 км составляет [] м.

Напор на 60 км от начала трубопровода:

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$H_2 = H_{Б5} - \Delta h_2 = \blacksquare - \blacksquare = \blacksquare \text{ м.}$$

Результаты:

По данной методике расчета также было выявлено поведение напора в трубопроводе для различных пар НП, результаты которых представлены в таблице 8.

Графическая иллюстрация скачков напора в зоне контакта жидкостей представлена на рисунке 20.

Таблица 8 – Полученные числовые данные расчета поведения напора в трубопроводе при ПП различных НП

Показатели	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант	6 вариант
	ДТ-Л-К3	ДТ-Л-К3	ДТ-Л-К3	ДТ-Л-К5	ДТ-Л-К5	АИ-80-К5
	АИ-92-К5	АИ-80-К5	ДТ-Л-К5	АИ-92-К5	АИ-80-К5	АИ-92-К5
Скорость перекачки ϑ , м/с						
Число Рейнольдса, Re						
Коэффициент гидравлического сопротивления, λ						
Потери напора, Δh , м						
Напор в начале трубопровода, H_0 , м	663	663	663	667	667	756,62
Напор в зоне контакта НП, м						
Давление в зоне контакта НП, МПа						
Напор в конце трубопровода, м						

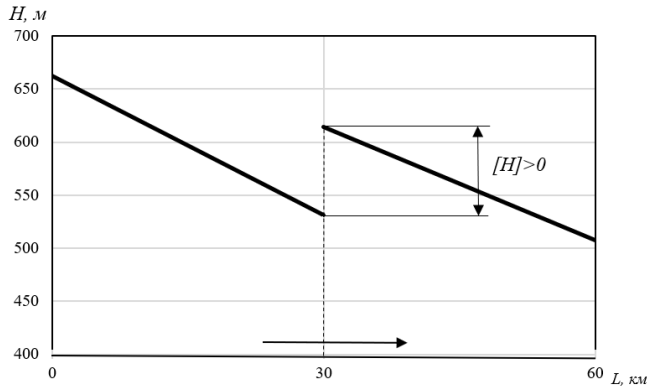
Выводы по расчету:

Анализируя построенные графики на основе расчетов, можно сделать вывод, что для минимизации скачков напора необходимо выбирать такие пары нефтепродуктов, у которых разница плотности будет наименьшая.

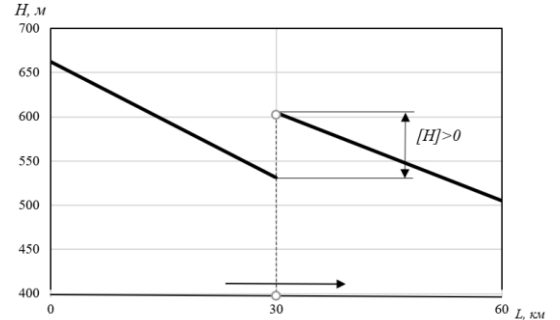
На рисунке 21 (в, д, е) наблюдается самые минимальные скачки напора их всех вариаций, поэтому порядок нефтепродуктов, которые планируется закачивать поставщикам, следует транспортировать в определенной последовательности, изображенной на рисунке 18.



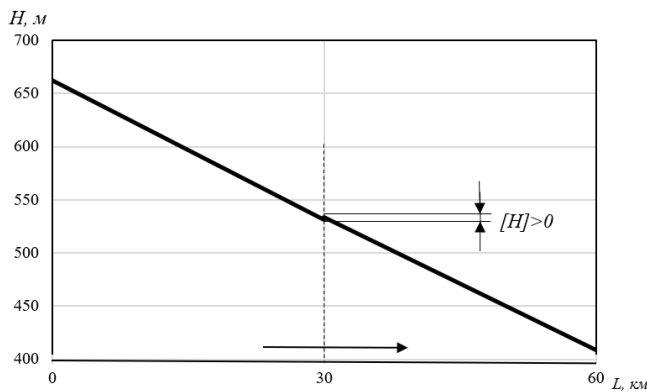
Рисунок 20 – Последовательность нефтепродуктов



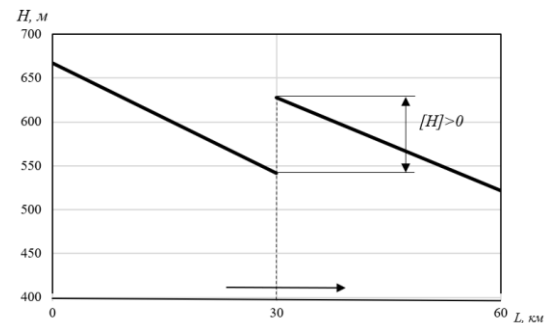
а



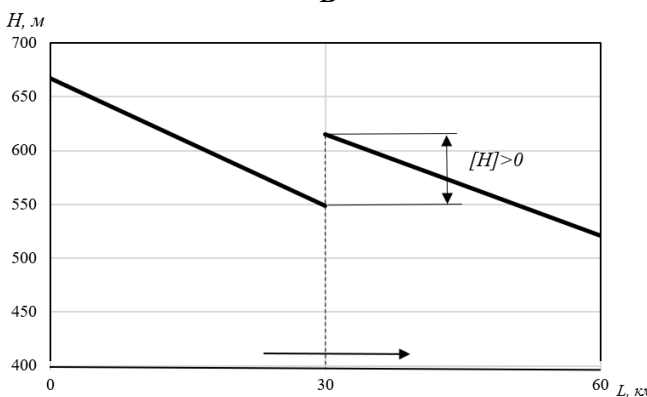
б



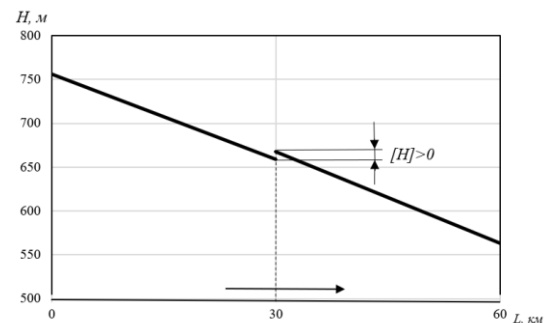
в



г



д



е

Рисунок 21 – Скачки напора в зоне контакта нефтепродуктов (а – ДТ-Л-К3 вытесняет АИ-92-К5, б – ДТ-Л-К3 вытесняет АИ-80-К5; в - ДТ-Л-К5 вытесняет АИ-92-К5; в - ДТ-Л-К5 вытесняет АИ-80-К5; д – ДТ-Л-К3 вытесняет ДТ-Л-К5, е – АИ-80-К5 вытесняет АИ-92-К5)

4.2. Объем образующейся смеси при последовательной перекачке разнородных нефтепродуктов

Цель расчета: определение объемов образующихся смесей в зонах контакта партий нефтепродуктов.

Исходные данные представлены в таблицах 4, 5.

Методика расчета проводится согласно РД-03.220.99-КТН-187-14 [21].

Алгоритм расчета образующейся смеси представлен на рисунке 22.

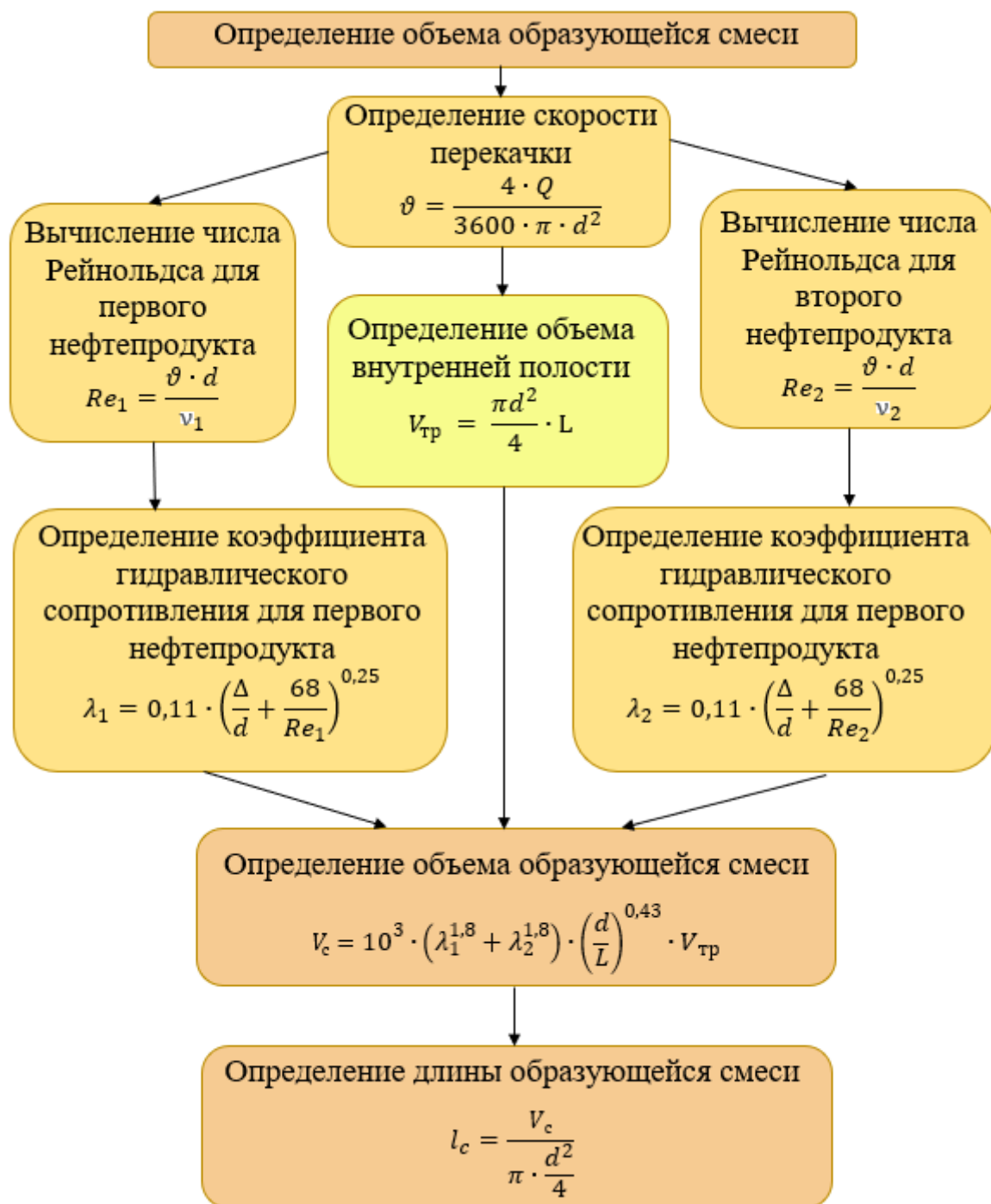


Рисунок 22 – Алгоритм расчёта объема смеси

Расчет.

1. Рассчитаем объем образующейся смеси между ДТ-Л-К3 и ДТ-Л-К5.

Средняя скорость перекачки равна:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{3600 \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 1100}{3600 \cdot \pi \cdot \text{---}^2} = \text{---} \text{ м/с.}$$

Вычислим числа Рейнольдса Re_1 и Re_2 для ДТ-Л-К3 и ДТ-Л-К5 соответственно:

$$Re_1 = \frac{v \cdot d}{\nu_1} = \frac{\text{---} \cdot \text{---}}{9,0 \cdot 10^{-6}} = \text{---}$$

$$Re_2 = \frac{v \cdot d}{\nu_2} = \frac{\text{---} \cdot \text{---}}{5,6 \cdot 10^{-6}} = \text{---}$$

Определим коэффициенты гидравлического сопротивления λ_1 и λ_2 по параметрам автомобильного бензина и дизельного топлива соответственно:

$$\lambda_1 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_1} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{\text{---}} + \frac{68}{\text{---}} \right)^{0,25} = \text{---},$$

$$\lambda_2 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_2} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{\text{---}} + \frac{68}{\text{---}} \right)^{0,25} = \text{---},$$

Вычислим объем внутренней полости трубопровода, от начального сечения до сечения $x=L$, которое достигла середина зоны смеси:

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \text{---}^2}{4} \cdot 700 = \text{---} \text{ м}^3 \quad (24)$$

Рассчитаем объем смеси по формуле (1):

$$V_c = 10^3 \cdot (\lambda_1^{1,8} + \lambda_2^{1,8}) \cdot \left(\frac{d}{L} \right)^{0,43} \cdot V_{\text{тр}},$$
$$V_{c1} = 10^3 \cdot (\text{---}^{1,8} + \text{---}^{1,8}) \cdot \left(\frac{\text{---}}{700 \cdot 10^3} \right)^{0,43} \text{---} = \text{---} \text{ м}^3$$

Определим длину образовавшейся смеси:

$$l_c = \frac{V_c}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} = \frac{\text{---}}{\pi \cdot \frac{\text{---}^2}{4}} = \text{---} \text{ м или } \text{---} \text{ км} \quad (25)$$

2. Рассчитаем объем образующейся смеси между ДТ-Л-К5 и АИ-80-К5.

Средняя скорость перекачки равна $v = \text{---} \text{ м/с}$.

Число Рейнольдса Re_2 равно --- .

Вычислим число Рейнольдса Re_3 для АИ-80-К5:

$$Re_3 = \frac{v \cdot d}{\nu_3} = \frac{\text{---} \cdot \text{---}}{0,6 \cdot 10^{-6}} = \text{---}$$

Коэффициент гидравлического сопротивления λ_2 равен 0,0195.

Определим коэффициент гидравлического сопротивления λ_3 для АИ-80-К5:

$$\lambda_3 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_3} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{\quad} + \frac{68}{\quad} \right)^{0,25} = \quad.$$

Объем внутренней полости трубопровода $V_{тр} = \quad \text{м}^3$.

Рассчитаем объем смеси:

$$V_{c2} = 10^3 \cdot (\quad^{1,8} + \quad^{1,8}) \cdot \left(\frac{\quad}{700 \cdot 10^3} \right)^{0,43} \quad = \quad \text{м}^3$$

Определим длину образовавшейся смеси:

$$l_c = \frac{V_c}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} = \frac{\quad}{\pi \cdot \frac{\quad^2}{4}} = \quad \text{м или } \quad \text{км}$$

3. Рассчитаем объем образующейся смеси между АИ-80-К5 и АИ-92-К5.

Средняя скорость перекачки равна $\vartheta = \text{xxx}$ м/с.

Число Рейнольдса Re_3 равно \quad .

Вычислим число Рейнольдса Re_4 для АИ-95-К5:

$$Re_4 = \frac{\vartheta \cdot d}{\nu_4} = \frac{\quad \cdot \quad}{0,7 \cdot 10^{-6}} = \quad.$$

Коэффициент гидравлического сопротивления λ_3 равен \quad .

Определим коэффициент гидравлического сопротивления λ_4 для АИ-95-К5:

$$\lambda_4 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_4} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,25}{\quad} + \frac{68}{\quad} \right)^{0,25} = \quad.$$

Объем внутренней полости трубопровода $V_{тр} = \quad \text{м}^3$.

Рассчитаем объем смеси:

$$V_{c3} = 10^3 \cdot (\quad^{1,8} + \quad^{1,8}) \cdot \left(\frac{\quad}{700 \cdot 10^3} \right)^{0,43} \quad = \quad \text{м}^3$$

Определим длину образовавшейся смеси:

$$l_c = \frac{V_c}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} = \frac{\quad}{\pi \cdot \frac{\quad^2}{4}} = \quad \text{м или } \quad \text{км}$$

Результаты.

По магистральному трубопроводу протяженностью 700 км при ПП НП образуется:

- 1) ДТ-Л-К3 и ДТ-Л-К5 смесь объемом $\quad \text{м}^3$ и длиной $\quad \text{км}$.
- 2) ДТ-Л-К5 и АИ-80-К5 смесь объемом $\quad \text{м}^3$ и длиной $\quad \text{км}$.
- 3) АИ-80-К5 и АИ-92-К5 смесь объемом $\quad \text{м}^3$ и длиной $\quad \text{км}$.

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

4.3. Расчет предельно допустимых концентраций одного из контактирующих нефтепродукта в другом

Чтобы добавить часть некондиционного продукта в резервуар с НП, необходимо знать какую концентрацию можно добавить, не испортив качество товара. Поэтому существуют различные методы расчета допустимых концентраций одного контактирующего нефтепродукта в другом в зависимости от НП, которые контактируют при ПП.

4.3.1. Расчет предельно допустимой объемной концентрации по температуре конца кипения

Цель расчета: определение предельно допустимой объемной концентрации (по температуре конца кипения) ДТ-Л-К5 в АИ-80-К5.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 5.

Методика расчета.

Предельно допустимая (по температуре конца кипения) объемная концентрация дизельного топлива $K_{д/б}$, %, в автомобильном бензине рассчитывается по формуле:

$$K_{д/б} = \frac{([T_{кк}] - T_{кк}) \cdot ([T_{кк}] + T_{кк} - 248)}{28 \cdot (\rho_{д} - 753)}, \quad (26)$$

где $[T_{кк}]$ – температура конца кипения автомобильного бензина по нормативному документу, °С;

$T_{кк}$ – фактическая температура конца кипения автомобильного бензина данной партии, °С;

$\rho_{д}$ – плотность дизельного топлива, кг/м³.

Для данного расчета необходимо, чтобы выполнялось условие $T_{кк} < [T_{кк}]$, так как при добавлении дизельного топлива к автомобильному бензину температура конца кипения второго НП повышается.

Расчет.

Рассчитаем предельно допустимую объемную концентрацию ДТ-Л-К5 в АИ-80-К5 по формуле (26):

$$K_{д/б} = \frac{(215 - 188) \cdot (215 + 188 - 248)}{28 \cdot (840 - 753)} = 1,7 \%$$

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.3.2. Расчет предельно допустимой объемной концентрации по температуре вспышки

Цель расчета: определение предельно допустимой объемной концентрации АИ-80-К5 в ДТ-Л-К5.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 5.

Методика расчета. Предельно допустимая объемная концентрация (по температуре вспышки) автомобильного бензина $K_{Б/Д}$, %, в дизельном топливе рассчитывается по формуле:

$$K_{Б/Д} = \frac{1135}{T_{всп} + 55} \cdot \lg \frac{T_{всп}}{[T_{всп}]}, \quad (27)$$

где $[T_{всп}]$ – температура вспышки дизельного топлива по нормативному документу, °С;

$T_{всп}$ – фактическая температура вспышки дизельного топлива данной партии, °С.

Для расчета необходимо, чтобы выполнялось условие $T_{всп} > [T_{всп}]$, так как при добавлении автомобильного бензина к дизельному топливу температура вспышки второго НП понижается.

Расчет.

Рассчитаем предельно допустимую объемную концентрацию АИ-80-К5 в ДТ-Л-К5 по формуле (27):

$$K_{\frac{Б}{Д}} = \frac{1135}{64 + 55} \cdot \lg \frac{64}{55} = 0,63 \%$$

4.3.3. Расчет предельно допустимой концентрации по октановому числу

Цель расчета: определить предельно допустимую концентрацию АИ-92-К5 в АИ-80-К5.

Исходные данные представлены в таблице 5.

Методика расчета. При ПП автомобильных бензинов различных марок, допустимая концентрация $K_{Б1/Б2}$, %, одного из них в другом может быть рассчитана по формуле:

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{Б1/Б2} = 100 \cdot \frac{\delta O}{|O_1 - O_2|}, \quad (28)$$

где O_1 и O_2 – октановые числа первой и второй марок автомобильного бензина, определенные по исследовательскому методу;

δO – предельно допустимому отклонению октанового числа, определенного по исследовательскому методу.

Расчет. Предельно допустимая концентрация автомобильного бензина АИ-80-К5 в автомобильном бензине АИ-92-К5 рассчитывается по формуле (20):

$$K_{А-80/Аи-92} = 100 \cdot \frac{0,6}{|92-80|} = 5\%.$$

4.4.4. Предельно допустимая концентрация по температуре застывания

Цель расчета: определить предельно допустимую концентрацию ДТ-Л-К5 в ДТ-Л-К3.

Исходные данные представлены в таблице 9.

Таблица 9 – исходные данные ДТ-Л-К3 и ДТ-Л-К5

Наименование параметра	Обозначение параметра	Единица измерения	Значение параметра
Температура застывания ДТ-Л-К5	$T_3^{(1)}$	°С	-42
Температура застывания ДТ-Л-К3	$T_3^{(2)}$	°С	-59

Методика расчета. При ПП дизельных топлив различных марок, допустимая концентрация $K_{Д2/Д1}^3$, %, одного из них в другом может быть рассчитана по формуле:

$$K_{Д2/Д1} = \frac{75}{\sqrt{T_3^{(1)} \cdot (T_3^{(1)} - T_3^{(2)})}}, \quad (29)$$

где $T_3^{(1)}$ – более низкая температура застывания дизельного топлива, °С;

$T_3^{(2)}$ – более высокая температура застывания дизельного топлива, °С.

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Расчет. Предельно допустимая концентрация ДТ-Л-К3 в ДТ-Л-К5 рассчитывается по формуле (29):

$$K_{Д2/Д1} = \frac{75}{\sqrt{-59 \cdot (-59 - (-42))}} = 2,37\%.$$

4.4. Расчет объема допустимых партий, исключая образование «нетоварной смеси»

Цель расчета: определить минимально допустимые партии ДТ-Л-К3, ДТ-Л-К5, АИ-80-К5 и АИ-92-К5.

Методика расчета.

Прежде чем подмешивать смесь НП в резервуары с товарным продуктом, необходимо рассчитать минимально допустимый объем партии. Минимальные объемы партий НП, допустимые к ПП разносортных НП МПК, определяются из условия исключения пересортицы НП в пункте раскладки смеси.

В случае, если партия автомобильного бензина или дизельного топлива контактирует с обеих сторон с партиями нефтепродукта другого наименования, то минимально допустимый объем партии необходимый для раскладки всего объема смеси, образующей в зонах контакта их партий, рассчитывается по формулам:

$$V_B = 0,17 \cdot n \cdot \frac{V_c}{K_{Д/Б}} \cdot 100\%, \quad (30)$$

$$V_D = 0,17 \cdot n \cdot \frac{V_c}{K_{Б/Д}} \cdot 100\%, \quad (31)$$

где n – коэффициент запаса, учитывающий возможное увеличение объема смеси за счет аварийных или плановых остановок ПП, или изменения режимов перекачки, равный 1,1;

V_c - объем смеси с учетом первичной технологической смеси;

$K_{Д/Б}$, $K_{Б/Д}$ – предельно допустимая концентрация, %, соответственно дизельного топлива в автомобильном бензине и автомобильного бензина в дизельном топливе.

Если контактирующими партиями являются автомобильные бензины разных марок, то минимально допустимый объем партии высокооктанового

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

бензина, для перекачки в контакте с низкооктановым бензином определяется по формуле:

$$V_{Б2} = 0,17 \cdot n \cdot \frac{V_c}{K_{Б1/Б2}} \cdot 100\%, \quad (32)$$

где n – коэффициент запаса, учитывающий возможное увеличение объема смеси за счет аварийных или плановых остановок ПП, или изменения режимов перекачки, равный 1,1;

V_c – объем смеси с учетом первичной технологической смеси;

$K_{Б1/Б2}$ – предельно допустимая концентрация, %, низкооктанового автомобильного бензина в высокооктановом.

При ПП дизельных топлив, имеющих разные температуры застывания, минимально допустимый объем партий рассчитывается по формуле:

$$V_{Д2} = 0,17 \cdot n \cdot \frac{V_c}{K_{Д2/Д1}} \cdot 100\%, \quad (33)$$

где n – коэффициент запаса, учитывающий возможное увеличение объема смеси за счет аварийных или плановых остановок ПП, или изменения режимов перекачки, равный 1,1;

V_c – объем смеси с учетом первичной технологической смеси;

$K_{Д2/Д1}$ – предельно допустимая концентрация дизельного топлива, %, имеющий более высокую температуру застывания, в дизельном топливе с более низкой температурой застывания.

Расчет.

Рассчитаем минимально допустимый объем АИ-80-К5 по формуле (30):

$$V_B = 0,17 \cdot 1,1 \cdot \frac{\blacksquare}{1,7\%} \cdot 100\% = \blacksquare \text{ м}^3.$$

Минимально допустимый объем ДТ-Л-К5 по формуле (31) равен:

$$V_D = 0,17 \cdot 1,1 \cdot \frac{\blacksquare}{0,63\%} \cdot 100\% = \blacksquare \text{ м}^3.$$

Рассчитаем минимально допустимый объем АИ-92-К5 по формуле (32):

$$V_{Б2} = 0,17 \cdot 1,1 \cdot \frac{\blacksquare}{5\%} \cdot 100\% = \blacksquare \text{ м}^3.$$

Минимально допустимый объем ДТ-Л-К3 по формуле (33) равен:

$$V_{Д2} = 0,17 \cdot 1,1 \cdot \frac{\blacksquare}{2,37\%} \cdot 100\% = \blacksquare \text{ м}^3.$$

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Вывод по расчетам.

Для успешной раскладки НП на ПСП, грузоотправителям необходимо транспортировать НП больше допустимого объема. Так объем АИ-80-К5 должен быть больше [REDACTED] объем ДТ-Л-К5 - [REDACTED], объем АИ-92-К5 - [REDACTED], объем ДТ-Л-К3 - [REDACTED].

					Выбор оптимальных условий последовательной перекачки	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Трубопроводный транспорт - вид производственной деятельности, направленной на доставку продукции к месту назначения по трубопроводам. Для транспортировки жидких и газообразных углеводородов этот вид транспорта является наиболее целесообразным, он занимает первое место по грузообороту и третье по объему перевозок.

На сегодняшний день большое внимание уделяется вопросам, связанным с повышением энергоэффективности и энергосбережения при транспортировке нефти и нефтепродуктов. Можно отметить, что актуальной тематикой большей части исследований является анализ эффективности использования существующих энергосберегающих технологий, а также разработка и внедрение новых, более современных. Это можно связать с тем, что использование энергетических ресурсов с каждым годом увеличивается, цена на них также непрерывно растет, поэтому закономерно повышается себестоимость продукции.

Одним из способов, который способен решить сложившуюся ситуацию – проведение модернизации производственных процессов с использованием энергосберегающих технологий. Способом решения данной проблемы в сфере трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов является разработка проекта по повышению гидравлической эффективности и увеличению пропускной способности магистрального нефтепровода, это является выгодным проектом с экономической точки зрения.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- ✓ оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;

					Выбор оптимальных условий перекачки разноразных нефтепродуктов по трубопроводу					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>		<i>Гааз П.А.</i>		<i>10.06</i>	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение					
<i>Рцковод.</i>		<i>Чухарева Н.В.</i>		<i>10.06</i>						
<i>Рцк-ль ООП</i>		<i>Брцсник О.В.</i>		<i>10.06</i>						
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>			
						70	112			
					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А					

- ✓ определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- ✓ планирование научно-исследовательских работ;
- ✓ определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Необходимость сокращения объемов образующейся смеси в зоне контакта нефтепродуктов является актуальной проблематикой при последовательной перекачке товарной продукции. Поэтому с данной проблематикой приходится встречаться при их проектировании, сооружении и эксплуатации нефтепроводов. Различные методики, направленные на решение задачи по уменьшению смесеобразования, имеют свои особенности в разработке проекта и эксплуатации нефтепродуктопроводов.

В связи с этим, технические решения, приведенные в проекте, могут заинтересовать большое количество нефтегазовых компаний.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Для сравнения взяты три способа перекачки, использование которых позволяет сократить объем образующейся смеси:

- ✓ Метод прямого контактирования;
- ✓ Перекачка с использованием ПТП;
- ✓ Перекачка с использованием механических разделителей.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Согласно [47], при оценке качества используется два типа критериев: технические и экономические. Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале (1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная). Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 10 (K_{ϕ} – метод прямого контактирования, $K_{к1}$ – перекачка с использованием механических разделителей, $K_{к2}$ – перекачка с использованием противотурбулентных присадок).

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (34)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;
 V_i – вес показателя (в долях единицы);
 B_i – балл i -го показателя.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	K_{ϕ}	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</i>							
Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
Удобство в эксплуатации	0,1	4	2	3	0,4	0,2	0,3
Энергоэкономичность	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
Надежность	0,15	4	2	3	0,6	0,3	0,45
Безопасность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Простота эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
<i>Экономически критерии оценки эффективности</i>							
Конкурентоспособность продукта	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Цена	0,1	2	5	3	0,2	0,5	0,3
Предлагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Финансирование научной разработки	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
Итого	1	43	31	36	4,3	3,05	3,55

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что конкурентоспособность применения в последовательной перекачке метод прямого контактирования составляет 4,3. В то время как показатели перекачки с использованием механических разделителей и перекачка с использованием противтурбулентных присадок составляют других способов 3,05 и 3,55 соответственно. Уязвимость конкурентов обусловлена низкими показателями надежности, простоты в эксплуатации, а также незначительными показателями повышения производительности труда пользователя.

5.1.3. SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, заключающийся в выявлении факторов внешней и внутренней среды, оказывающих влияние на реализацию проекта. Факторы делятся на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Слабые стороны – это недостатки, упущения или ограничения научноисследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию, возникающую в условиях окружающей среды проекта, которая поддерживает спрос на результаты проекта. Угрозы – это нежелательные ситуации, тенденции или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют угрожающий характер для его конкурентоспособности.

Результаты SWOT-анализа исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы, представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая экономичность и эффективность технологии С2. Нефтепродуктопровод пользуется массовым спросом	Слабые стороны проекта: Сл1. Развитие конкурирующих технологий Сл2. Сложность в модернизации технологического процесса
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>С3. Применяемая технология соответствует требованиям нормативных документов</p> <p>С4. Более низкая стоимость технологии по сравнению с другими методиками.</p> <p>С5. Отсутствие затрат на дополнительное техническое оборудование</p>	<p>Сл3. Требует тщательного слежения за процессом технологии.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Повышение стоимости конкурентных разработок</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на использование технологии</p> <p>В3. Повышения уровня вовлеченности со стороны государства</p> <p>В4. Возможность применение технологии на большем количестве объектов</p>	<p>1. Высокий уровень проникновения на рынок, функциональная мощность и более низкая стоимость производства даст возможность в будущем вытеснить конкурентов.</p> <p>2. Из-за приемлемых цен мы сможем выйти на новые сегменты рынка</p>	<p>1. Применение опыта работы компаний-партнеров</p> <p>2. Возможность наличия партнерских отношений с исследовательскими институтами для взаимного использования уникального оборудования</p> <p>3. Отбор высококвалифицированных специалистов</p> <p>4. Сотрудничество с иностранными компаниями</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых конкурентов</p> <p>У2. Выход на рынок иностранных компаний</p> <p>У3. Высокий уровень налогов на услуги</p> <p>У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукта</p>	<p>1. Удержание высоких позиций на рынке и функциональная мощность позволит погасить конкурентов</p> <p>2. Низкая стоимость и экологичность разработок превысит запросы в иностранных компаний</p>	<p>1. Прекращение модернизации обустройства объектов магистрального нефтепродуктопровода</p>

Результаты анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта. Анализируя результаты SWOT-анализа, можно утверждать, что реализация представленных возможностей позволяет выгодно реализовать сильные стороны и уменьшить влияние слабых.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- ✓ определение структуры работ в рамках проводимого исследования;
- ✓ определение участников каждой работы;
- ✓ установление продолжительности работ;
- ✓ построение графика проведения исследований и разработки проектной документации.

5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проведения научно-исследовательских работ. Для построения графика необходимо составить план выполнения проекта с указанием вида работа, длительности их исполнения и участников, ответственных за исполнение каждого пункта плана.

План производства работ по реализации научно-исследовательского проекта представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
	2	Разработка общей методики проведения исследований	Руководитель, Исполнитель
Разработка концепции проекта	3	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	4	Определение возможностей и оценка имеющихся ресурсов	Руководитель
	5	Календарное планирование работ	Руководитель, Исполнитель
	6	Определение объема и частей ВКР	Руководитель, Исполнитель

1	2	3	4
Теоретическое исследование	7	Проведение теоретического исследования темы	Исполнитель
	8	Проведение расчетов	Исполнитель
	9	Разработка части «финансовый менеджмент»	Исполнитель
	10	Разработка части «социальная ответственность»	Исполнитель
Обобщение и анализ результатов	11	Оценка эффективности проделанных работ	Исполнитель
Оформление отчета	12	Составление пояснительной записки	Исполнитель
	13	Разработка презентации	Исполнитель

5.2.2. Разработка графика проведения научного исследования

Для расчета длительности работ в календарных днях найдем коэффициент календарности $k_{\text{кал}}$:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{пр}} - T_{\text{вых}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,48, \quad (35)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней.

Продолжительность i -й работы в календарных днях T_{ki} :

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (36)$$

где T_{pi} – Продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях

Результаты расчетов занесем в таблицу 13.

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{\text{ож}}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1	1	1	2
Разработка общей методики	3	6	5	2	2,5	4

проведения исследований						
Подбор и изучение материалов по теме	2	4	3	2	1,5	2
Определение возможностей и оценка имеющихся ресурсов	2	2	2	1	2	3
Календарное планирование работ	2	3	2	1	2	3
Определение объема и частей ВКР	1	3	2	2	1	1
Проведение теоретического исследования темы	7	14	10	1	10	15
Проведение расчетов	5	9	7	1	7	10
Разработка части «финансовый менеджмент»	5	8	7	1	7	10
Разработка части «социальная ответственность»	5	7	7	1	7	10
Оценка эффективности проделанных работ	2	4	3	2	1,5	2
Составление пояснительной записки	10	15	12	1	12	18
Разработка презентации	2	5	3	1	2	3
Итого:						83

Итого для выполнения ВКР потребуется 83 календарных дня. Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады (таблица 14).

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Таблица 14 – Календарный план-график выполнения ВКР

№	Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				февраль			март			апрель			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	■														
2	Разработка общей методики проведения исследований	Руководитель, Исполнитель	4	■														
3	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	2	■	■													
4	Определение возможностей и оценка имеющихся ресурсов	Руководитель	3		■													
5	Календарное планирование работ	Руководитель, Исполнитель	3		■	■												
6	Определение объема и частей ВКР	Руководитель, Исполнитель	1		■													
7	Проведение теоретического исследования темы	Исполнитель	15			■	■											
8	Проведение расчетов	Исполнитель	10				■	■										
9	Разработка части «финансовый менеджмент»	Исполнитель	10					■	■									
10	Разработка части «социальная ответственность»	Исполнитель	10						■	■								

11	Оценка эффективности проделанных работ	Исполнитель	2																	
12	Составление пояснительной записки	Исполнитель	18																	
13	Разработка презентации	Исполнитель	3																	

 - Руководитель;  - Исполнитель.

5.3. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета проводимого исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- ✓ материальные затраты;
- ✓ затраты на специальное оборудование для научных работ;
- ✓ основная заработная плата исполнителей проекта;
- ✓ дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- ✓ отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- ✓ накладные расходы.

5.3.1. Расчет затрат на специальное оборудование

Сюда включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (программного обеспечения), необходимого для проведения работ по конкретной теме (таблица 15). Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Для проведения научного исследования необходимо приобрести персональный компьютер и установить 1 пакет программ для расчета объема смеси. Затраты на них представлены в таблице 15.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Таблица 15 – Расчет затрат на оборудование

Наименование	Кол-во	Цена за ед., руб.	Общая стоимость оборудования, З _д , руб.
Комплект офисных приложений Microsoft Office 365	1	3600	3600
Персональный компьютер	1	40000	40000
Итоговая стоимость специального оборудования			43600

5.3.2. Расчет затрат на оплату труда

Данный раздел отображает основную заработную плату научных сотрудников и инженерно-технических работников непосредственно участвующих в выполнении работ в рамках проекта. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату $Z_{зп}$:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (37)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (38)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. дополнительная заработная плата (12-20% от $Z_{осн}$).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (39)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (таблица 16)

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные дни - праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени: - отпуск - невыходы по болезни	52	52
Действительный годовой фонд рабочего времени	248	248

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (40)$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

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

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

1) Расчет заработной платы:

$$Z_{м.рук} = 35000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 68250 \text{ руб.};$$

$$Z_{м.ст} = 12800 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 24960 \text{ руб.}$$

2) Расчет среднедневной заработной платы:

$$Z_{дн.рук} = \frac{68250 \cdot 10,4}{248} = 2862 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн.ст} = \frac{24960 \cdot 10,4}{248} = 1047 \text{ руб.}$$

3) Расчет основной заработной платы:

$$Z_{\text{осн.рук}} = 2862 \cdot 7 = 20034 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн.ст}} = 1047 \cdot 61 = 63867 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, руб.дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	35000	0,3	0,2	1,3	68250	2862	7	20034
Исполнитель	12800	0,3	0,2	1,3	24960	1047	61	63867
Затраты по основной заработной плате, руб.	83901							

Таким образом, суммарные затраты на основную заработную плату составляют 83901 рублей.

5.3.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}}, \quad (41)$$

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

$$Z_{\text{доп.рук}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 20034 = 3005 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп.ст}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 63867 = 9580 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{доп.рук}} + Z_{\text{доп.ст}} = 3005 + 9580 = 12585 \text{ руб.}$$

Таким образом, суммарные затраты на дополнительную заработную плату составляют 12585 рублей.

5.3.4. Расчет отчислений во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30,2 % (ст.425,426НКРФ): 22 % – на пенсионное страхование; 5,1 % – на медицинское страхование; 2,9 % – на социальное страхование, 0,2 % - на страхование от несчастных случаев.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \#(10)$$

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

Таблица 18 – Отчисление во внебюджетные фонды

	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Исполнитель	63867	9580
Руководитель проекта	20034	3005
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
Итого:	29139	

5.3.5. Расчет накладных расходов

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (42)$$

где $k_{\text{НР}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы равный 0,16.

$$Z_{\text{накл.1}} = (43600 + 83901 + 12585 + 29139) \cdot 0,16 = 27076 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{накл.2}} = (43600 + 83901 + 12585 + 29139) \cdot 0,16 = 27076 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{накл.3}} = (43600 + 83901 + 12585 + 29139) \cdot 0,16 = 27076 \text{ руб.}$$

5.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат на проведение исследовательской работы является основой для формирования бюджета.

Определение бюджета затрат на проведение исследовательской работы приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
Затраты на специальное оборудование	43600			Пункт 5.3.1
Затраты по основной заработной плате исполнительной темы	83901			Пункт 5.3.2
Затраты по дополнительной заработной плате исполнительной темы	12585			Пункт 5.3.3
Отчисления во внебюджетные фонды	29139			Пункт 5.3.4
Накладные расходы	27076			Пункт 5.3.5
Бюджет затрат НИИ	196301			Сумма ст. 1-5

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

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

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (43)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;
 Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;
 Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Так как суммы всех вариантов равны, то интегральные финансовые показатели одинаковые: Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}1} = I_{\text{финр}}^{\text{исп}2} = I_{\text{финр}}^{\text{исп}3} = \frac{196301}{196301} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки. Интегральный показатель ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (44)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;
 a_i – весовой коэффициент проекта;
 b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 20.

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

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

$$I_{испi} = \frac{I_{р-испi}}{I_{финр}}, \quad (45)$$

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	3	4
Удобство эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
Энергоэкономичность	0,15	4	4	4
Надежность	0,2	5	3	3
Безопасность	0,15	4	3	3
Простота эксплуатации	0,15	4	4	3
Итого	1	4,4	3,45	3,5

$$I_{исп1} = \frac{4,4}{1} = 4,4$$

$$I_{исп2} = \frac{3,45}{1} = 3,45$$

$$I_{исп3} = \frac{3,5}{1} = 3,5$$

Из расчетов видно, что наиболее целесообразный вариант проекта разработки НТИ произведен в первом исполнении.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{финр}}$$

Исходя из полученных данных, наиболее эффективным оказалась разработка под исполнением №1.

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,45	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	3,45	3,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,26	1,28	0,99

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1) Анализ конкурентоспособности выявил преимущество метода прямого контактирования над двумя другими способами уменьшения объема образующейся смеси. В связи с этим использование такого способа является эффективным.

2) SWOT-анализ проекта показал потенциальные внутренние и внешние сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта. По результатам анализа можно сказать, что проект является перспективным.

3) Планирование работ установило, что суммарная длительность разработки проекта составляет 83 дней. На основе временных показателей по каждой из произведенных работ была построена диаграмма Ганта, согласно которой, самая продолжительная по времени работа – это проведение теоретического исследования темы.

4) Расчет бюджета проекта определил сумму, необходимую для его реализации, которая составила 196541 рублей. В данную сумму входят все затраты по проекту: основная и дополнительная заработная плата руководителю и исполнителю проекта, материальные, амортизационные, а также внебюджетные отчисления.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Трудовая деятельность работника на производстве должна регламентироваться правилами охраной труда и единой системой управления промышленной безопасности. Должны быть представлены четкие требования к безопасной организации работ и места их проведения. Крайне важен вопрос экологической безопасности на нефтегазовых объектах производства. Все сырье используется на разных этапах производства и в разных ее формах, поэтому вопрос соблюдения экологических норм крайне необходим для организации безопасных условий труда.

Объектом исследования данной работы является анализ известных методов и технологических процессов, предназначенных для последовательной перекачки по нефтепродуктопроводам.

В настоящее время последовательная перекачка нефтей и нефтепродуктов является актуальным вопросом исследования. Это связано с проблемой образование смеси на границе контактирующих жидкостей. Так как в нефтепродуктопроводе при приближении к пункту приема сдачи необходимо заранее определять изменение среды при смене нефтепродукта, то появляется необходимость контролировать данное поведение среды. Данная обязанность принадлежит оператору товарному. Работник данной специальности на распределительной нефтебазе с резервуарным парком должен проводить отбор проб, замер уровня нефтепродуктов в резервуарах, обслуживать оборудование рабочего места, а также осуществлять прием, размещение и хранение нефтепродуктов. Оператор товарный должен знать порядок работ по локализации и ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения Безопасности

Организацию и производство работ оператора товарного следует

					Выбор оптимальных условий перекачки разнотипных нефтепродуктов по трубопроводу			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Гааз П.А.		10.06	Социальная ответственность	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Чухарева Н.В.		10.06			88	112
<i>Рук-ль ООП</i>		Брцсник О.В.		10.06				
						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

проводить в соответствии с утвержденными действующими правилами и нормативными документами:

а) В области охраны труда и промышленной безопасности:

– «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ [48];

– «Правилами промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств» ПБ 09-563-2003 от 29.05.2003 г. [49];

б) В области пожарной безопасности:

– «Пожарная безопасность зданий и сооружений» СНиП 21.01-97 [50];

– «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» ППБ-01-03 [51].

в) В области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок:

– «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», VII-ое издание 2003г.

– «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок потребителей».

г) В области охраны окружающей среды:

– «Правила противопожарного режима РФ правительства РФ от 25.04.2012г. №390 «Об охране окружающей среды»» [52];

– «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» ПБ 03-576-03[53].

Специальная оценка условий труда (СОУТ) является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их взаимодействия на работника с учётом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов условий труда и применения средств защиты работников [48].

Согласно трудовому кодексу РФ и федеральному закону РФ «О специальной оценке условий труда», по результатам СОУТ для оператора товарного условия труда на рабочих местах отнесены к вредным условиям труда 3 степени. На основе этого работникам предусматривается:

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

1) Сокращение продолжительности рабочего времени согласно ТК РФ Статье 92 – не более 36 часов в неделю;

2) Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам (ТК РФ Статья 117);

3) Работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства (ТК РФ Статья 221).

4) При повреждении здоровья или в случае смерти работника вследствие несчастного случая на производстве либо профессионального заболевания работнику (его семье) возмещаются его утраченный заработок (доход), а также связанные с повреждением здоровья дополнительные расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию либо соответствующие расходы в связи со смертью работника (ТК РФ Статья 184).

Согласно [54], к работе оператором товарным допускаются лица старше 18 лет, прошедшие:

- предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению работ;
- вводный инструктаж по охране труда;
- противопожарный инструктаж;
- первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте;
- обучение безопасным приемам и методам ведения работ;
- проверку знаний требований охраны труда, пожарной безопасности, а также практических навыков безопасной работы, предупреждения, локализации и ликвидации аварийных ситуаций и пожаров.

В течение трудовой деятельности оператор товарный обязан проходить:

- периодические медицинские осмотры не реже 1 раза в год;
- повторные инструктажи на рабочем месте (1 раз в квартал) по безопасности труда, производственной санитарии и пожарной безопасности, а также при необходимости внеплановые и целевые инструктажи;
- изучение плана ликвидации аварийных ситуаций, противоаварийные и противопожарные тренировки по отработке этого плана;

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

– очередную проверку знаний в области охраны труда, промышленной, экологической, пожарной безопасности не реже одного раза в год в объеме требований инструкций по видам работ, входящих в его обязанности.

Согласно [88], организация рабочего места рабочих должна обеспечивать безопасность выполнения работ, а также должна быть тщательно спланирована, очищена от посторонних предметов. Средства аварийной сигнализации и контроля состояния воздушной среды должны находиться в исправном состоянии. Оборудование, которое может оказаться под напряжением должны быть заземлено. Во взрывоопасных зонах должно быть установлено оборудование во взрывозащищенном исполнении.

6.2. Производственная безопасность

Проанализируем вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть в процессе добычи нефти. Перечень опасных и вредных факторов при добыче нефти и газа представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Опасные и вредные факторы, воздействующие на оператора товарного

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Этапы работы			Нормативные документы
		Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Вредные	Пониженная или повышенная температура воздуха рабочей зоны	-	-	+	Требования к температуре воздуха рабочей зоны устанавливаются в СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [56].
	Повышенный уровень шума	-	-	+	Требования к безопасности связанные с повышенным уровнем шума устанавливают в ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ Шум. Общие требования безопасности [55]
	Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	-	+	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

					Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 [57]
	Повышенная запыленность и загазованность.	-	-	+	Требования к запыленности и загазованности приведены в ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [58]
	Повреждения в результате контакта с насекомыми	-	-	+	Требования к защите от повреждения в результате контакта с насекомыми представлены в ГОСТ Р 12.4.296-2013 ССБТ Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов. Общие технические требования. Методы испытания [59]
Опасные	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования.	-	-	+	Требования к движущимся машинам и механизмам устанавливаются в ГОСТ 12.2.003 - 91. ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности [60]
	Повышенное значение напряжения в - электрической цепи.	-	-	+	Требования к электробезопасности устанавливаются в ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [61].
	Пожаровзрывоопасность	-	-	+	Требования к пожаробезопасности представлены в ППБО-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности [62].

6.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Температура воздуха рабочей зоны оказывает непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

В летний период времени при проведении полевых работ и длительном пребывании человека на открытом воздухе большая вероятность получения солнечного удара, в результате получения повышенной дозы ультрафиолетового излучения. Последствиями солнечного удара являются потеря сознания и пребывание в шоковом состоянии. Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при незащищенных участках поверхности кожи не более 0,2 м2, при

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

продолжительности излучения 50% рабочей смены не должна превышать 10 Вт/м² [55].

Средствами защиты от перегрева головы солнечными лучами могут выступать различные головные уборы.

В зимнее время происходит значительное снижение температуры окружающего воздуха, что может повлечь обморожение незащищенных частей тела при проведении работ. Результатом переохлаждения организма являются различные заболевания (ангина, пневмония и т.д.), снижающие иммунологическую сопротивляемость организма.

Для защиты от переохлаждения при проведении полевых работ в зимнее время работников обеспечивают теплой спецодеждой.

В комплект средств индивидуальной защиты от холода включены: все предметы, надетые на человека: комнатная одежда, спецодежда, головной убор, рукавицы, обувь. Основной материал спецодежды обладает защитными свойствами, характеризуется стойкостью к механическим воздействиям, атмосферным осадкам, воздействию света, различного рода загрязнителям и легко очищается от них.

Повышенный уровень шума

В процессе добычи нефти и газа используются различные приводы и механизмы, издающие различные шумы различной частоты и интенсивности. Производственный шум вызывает у работающих неприятные ощущения.

Шум на рабочем месте не должен превышать 85 дБА и соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности» [56]. Для уменьшения шума на объектах необходимо использовать различные средства защиты. Индивидуальные: наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противοшумные вкладыши, противοшумные шлемы и каски. К коллективным средствам защиты относятся: демпфирование, звукоизоляция и звукопоглощение, а также предусматривается установка кожухов и глушителей.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и самочувствие, определяет эффективность труда, поскольку недостаточное освещение может исказить

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

информацию и вызывать утомление. Согласно [57], освещение рабочих мест должно отвечать требованиям. Освещение должно равномерно распределять яркость, быть постоянным во времени, без пульсации, иметь спектр близкий к естественному. Производственные помещения должны обладать освещенностью проходов и лестниц не менее 100лк. Для рабочей зоны объекта добычи нефти норма средней горизонтальной освещенности составляет не менее 50 лк.

Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны

В процессе отбора проб нефтепродуктов могут происходить выбросы, что может привести к отравлению рабочих. Поэтому необходимо проверять загазованность посредством газоанализатора, а утечки газа – обмыливанием. Нужно соблюдать все требования по охране труда для газоопасных работ. При невозможности самостоятельного устранения действовать в соответствии с планом ликвидации аварий. Согласно [58], содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК).

При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами. Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах.

Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования могут привести к механическим травмам.

Механическая травма представляет собой повреждение тканей, частей тела, органов и других анатомических образований в результате воздействия внешней механической силы. Общие требования безопасности представлены в ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное [60]. Для устранения причин возникновения механических травм необходимо все работы проводить согласно правилам безопасности, на производственном объекте.

В качестве средств индивидуальной защиты от движущихся машин работники обеспечиваются:

- 1) рукавицы брезентовые;
- 2) сапоги резиновые и кожаные;
- 3) каска защитная;

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

- 4) подшлемник под каску;
- 5) очки защитные.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Поражение электрическим током возможно из-за доступности прикосновения к токоведущим частям, отсутствия защитного заземления, не применения защитных средств, при обслуживании электроустановок. Опасность прикосновения человека к источнику тока оценивается значением силы тока, проходящего через тело человека. Согласно [61], в качестве коллективных средств защиты применяется защитное заземление станции управления и трансформатора, блокировочные устройства, изолирующие устройства и покрытия.

Индивидуальные средства защиты – изолирующие, защитные средства (резиновые перчатки, резиновые сапоги, инструмент с изолированными ручками) при обслуживании электроустановок.

Пожаровзрывоопасность

Пожары – возникают вследствие взаимодействия открытого огня с огнеопасными веществами. К возникновению пожара может привести нарушение порядка хранения пожароопасных материалов, нарушение правил эксплуатации электрического оборудования, применение неисправных осветительных приборов, электропроводки и устройств, дающих замыкание, курение в неустановленных местах.

Для непосредственного надзора за противопожарным состоянием должна быть создана пожарная дружина. Оборудование должно соответствовать ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» [60].

6.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

Для снижения влияния воздействия температуры рабочей зоны возможно сокращение продолжительности рабочей смены, прекращение работ в зависимости от погодных условий. В холодное время года работникам, работающим на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, необходимо предоставить перерывы для обогрева в специальных

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		95

помещениях, которые обязан обеспечить работодатель. Перерывы включаются в рабочее время. В жаркое время года вводят перерывы для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом [57].

Для снижения воздействия шума работающего необходимо поглощать его источник. Снижению шума способствует смазка трущихся деталей механизма, балансировка вращающихся частей, ремонт и обслуживание оборудования [56]. Для снижения уровня воздействия недостаточной освещенности рабочего места необходимо правильно проектировать искусственное освещение согласно требуемым нормам. Светильники аварийного и эвакуационного освещения должны питаться от независимого источника.

Для снижения вероятности травматизма при работе движущихся машин и механизмов необходимо [60]:

- оградить вращающиеся части механизмов; - проводить своевременно инструктажи по технике безопасности;
- при ремонте должны вывешиваться знаки, оповещающие о проведении ремонтных работ;
- проведение проверки состояния ремней, цепей, тросов и их натяжения; - проведение плановых и внеплановых проверок пусковых и тормозных устройств.

Снижение вероятности поражения электрическим током достигается с помощью следующих мероприятий: проектирование, монтаж, наладка, испытание и эксплуатация электрооборудования должны проводиться в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» [62].

Для снижения пожарной опасности все производственные, подсобные и жилые помещения должны иметь подъездные пути и не должны располагаться вблизи емкостей с горючими материалами и складов лесоматериалов. Территория должна быть очищена от мусора и не следует допускать замазучивания территории. В целях предотвращения пожара запрещается располагать электропроводку в местах ее возможного повреждения подвижными механизмами.

Объекты нефтедобычи должны быть обеспечены средствами пожаротушения.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

Для исключения возгорания по причине короткого замыкания в электромеханизмах должны использоваться предохранители. В электросетях необходимо использовать провода с достаточно большим сечением, чтобы исключить возможность возгорания от перегрева.

6.3. Экологическая безопасность

6.3.1. Защита атмосферы

При попадании в атмосферу вредные вещества физико - химически преобразуются, а впоследствии либо рассеиваются, либо вымываются. Предельная допустимая концентрация испарений в нефти составляет не более 10 мг/м³ [58]. Для снижения уровня загрязнения атмосферы выбросами углеводородов необходимо осуществлять мероприятия по сокращению потерь нефти в результате аварийного разлива нефтепровода и выбросов токсичных испарений. Для устранения возможных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из магистрального нефтепровода по причине не плотности технологического оборудования осуществляется комплекс мероприятий:

1. Проверка оборудования на прочность и герметичность;
2. Соблюдение правил эксплуатации;
3. Своевременная замена уплотнений насосов и запорной арматуры.

6.3.2. Защита гидросферы

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами приводит к появлению нефтяных пятен, что затрудняет процессы фотосинтеза в воде из-за прекращения доступа солнечных лучей, а также вызывает гибель растений и животных. Каждая тонна нефти создает нефтяную пленку на площади до 12 кв. км. Восстановление пораженных экосистем занимает 10-15 лет.

Нефть, попадая в воду, растекается вследствие ее гидрофобности по поверхности, образуя тонкую нефтяную пленку, которая перемещается со скоростью примерно в два раза большей, чем скорость течения воды. При соприкосновении с берегом и прибрежной растительностью нефтяная пленка оседает на них. В процессе распространения по поверхности воды легкие

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

фракции нефти частично испаряются, растворяются, а тяжелые опускаются в толщу воды, оседают на дно и образуют донное загрязнение [63]. Биохимическое окисление нефти сопровождается интенсивным поглощением кислорода воды. В среднем на окисление 1 мг нефти затрачивается от 0,5 до 3,5 мг кислорода.

6.3.3. Защита литосферы

Общая особенность всех нефтезагрязненных почв – изменение численности и ограничение видового разнообразия педобионтов (почвенной мезо- и микрофауны и микрофлоры). Последствия возникновения нефтяного загрязнения почв носят губительный характер.

Для разных почв процесс реанимации проходит по-разному. Зависит он и от глубины проникновения продуктов в основание. Например, время реанимации почв достигает 25 лет при концентрации отходов 12 литров на квадратный метр. Временной интервал зависит от типа основания и погодных условий. [64]

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации на трубопроводном транспорте могут возникнуть по различным причинам, например, паводковые наводнения, лесные пожары, террористические акты, по причинам техногенного характера (аварии) и др.

Наиболее распространенными ЧС на магистральных нефтепроводах являются аварийные разливы нефти и нефтепродуктов. При возникновении аварийных разливов нефти возможны:

- загрязнение почвы на значительной территории;
- воздушная ударная волна при взрыве газовой среды;
- термическое воздействие пожара при возгорании вытекающей из трубопровода нефти;
- загазованность территории.

Оперативные действия при ликвидации аварийных разливов нефти:

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

- сообщить мастеру участка по обслуживанию нефтепровода (мастеру по добыче нефти и газа) об аварии;
- прекратить транспортировку нефти по трубопроводу;
- вызвать аварийную бригаду;
- вызвать пожарную часть;
- принять меры к недопущению возгорания и растекания нефти;
- обозначить зону загазованности. Выставить в наиболее опасных местах посты для предупреждения проникновения в опасную зону людей, транспортных средств, животных;
- организовать сбор разлившейся нефти до максимально достижимого уровня;
- произвести размещение собранной нефти для последующей утилизации, исключаяющей вторичное загрязнение производственных объектов и объектов окружающей среды;
- произвести завершающие работы по ликвидации последствий разливов нефти, реабилитации загрязненных территорий.

Эти операции проводить в соответствии с проектами (программами) рекультивации земель и восстановления водных объектов. Полученное положительное заключение государственной экологической экспертизы указывает на качество проведенных работ [65].

Вывод

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены правовые и организационные вопросы безопасности нефтегазового производства, а также вопросы производственной и экологической безопасности.

Были рассмотрены и проанализированы вредные и опасные производственные факторы, которые возникают в процессе транспортировки и отбора проб нефтепродуктов. Раскрыты правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности на производстве. Также, было затронуто воздействие магистрального нефтепродуктопровода на экологию. Для готовности к непредвиденным ситуациям была рассмотрена типовая чрезвычайная ситуация – аварийный разлив нефти и нефтепродуктов. Обеспечение безопасности труда на производстве должно быть приоритетной задачей руководителя.

					Социальная ответственность	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		99

Заключение

В ходе данной выпускной квалификационной работы были изучены основные методики последовательной перекачки нефти и нефтепродуктов по трубопроводам. Сравнительный анализ показал, что наиболее приемлемым и автоматизированным способом является перекачка методом прямого контактирования. Проблематика технологии, которая заключается в смесеобразовании в зоне контакта партий товарных нефтепродуктов, решается при применении технологических требований согласно нормативно-технической документации, а именно поддержание турбулентного режима течения жидкости в трубопроводе, соблюдение порядка продуктов в цикле партий, контроль за запасом качества нефтепродуктов и их отслеживанием в ходе транспортировки.

Также, был проведен технологический расчет, который заключался в нахождении минимально допустимых объемов партий при отгрузке грузоотправителями по нефтепродуктопроводу. Результаты получились следующими:

- объем АИ-80-К5 равен 5481,85 м³;
- объем ДТ-Л-К5 составляет 14792,29 м³;
- объем АИ-92-К5 равен 1614,1 м³;
- объем ДТ-Л-К3 составляет 4758,95 м³.

Для успешной раскладки нефтепродуктов на приемо-сдаточном пункте, грузоотправителям необходимо транспортировать партии нефтепродуктов больше полученных минимально допустимых объемов. Тогда, за счет запаса качества образовавшаяся смесь при раскладке можно будет подмешать в больших объемах, что приведет к минимизации «некондиционной смеси».

Выбор оптимальных условий перекачки разнотипных нефтепродуктов по трубопроводу				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Гагаз П.А.		
Рковод.		Чихарева Н.В.		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.		
Заключение				
			Лит.	Лист
			100	112
Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А				

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оптимизация последовательной перекачки нефтепродуктов / Лурье М.В., Марон В.И., Мацкин Л.А., Шварц М.Э, Юфин В.А. – Москва: Недра, 1979. – 256 с. – ISBN 985-418-488-9.
2. Проектирование и эксплуатация нефтепроводов / М. Лурье, Б.Н. Мастобаев, П.А. Ревель-Муроз, А.Е. Сощенко. – Москва: ООО «Издательский дом Недра», 2019. – 69 с. – ISBN 978-5-8365-0498-4.
3. Патент № 2 156 915 Российская Федерация, МПК F17D 1/014(2006.01). Способ последовательной перекачки разносортных нефтепродуктов: № 99113711/06: заявл. 25.06.1999: опубл. 27.09.2000 / Лурье М.В., Левин М.С.; заявитель РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.
4. Яблонский В.С. Последовательная перекачка нефтепродуктов и нефтей по магистральным трубопроводам / Яблонский В.С., Юфин В.А., Бударов И.Н. – Москва: Гостоптехиздат, 1959. – 148 с. – ISBN 978-985-531-422-7.
5. Нечваль М.В. Последовательная перекачка нефтей и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам / Нечваль М.В., Новоселов В.Ф., Тугунов П.И. – Москва: Недра, 1976. 221 с. – ISBN 978-5-5361-4922-7.
6. Голунов Н.Н. Параметры последовательной перекачки нефтепродуктов с использованием малых противотурбулентных добавок для уменьшения объема смеси / Голунов Н.Н. // Территория нефтегаз. – 2018 – 5 мая – URL: <http://neftegas.info/upload/iblock/a30/a3060dc92ac3545610ee05dfd81d4747.pdf> (дата обращения 02.02.2021).
7. Голунов Н.Н. Расчет количества противотурбулентной добавки для формирования разделительной пробки между нефтепродуктами, транспортируемыми методом последовательной перекачки / Голунов Н.Н. // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов – 2018 – 2 февр. – URL: <https://docplayer.ru/153847912-Golunov-n-n-raschet-kolichestva-protivoturbulentnoy-dobavki-dlya-formirovaniya-razdelitelnoy-probki-mezhdu-nefteproduktami.html> (дата обращения 02.02.2021).

					Выбор оптимальных условий перекачки разносортных нефтепродуктов по трубопроводу			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Гааз П.А.		10.06	Список литературы	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.		Чухарева Н.В.		10.06			101	112
Рук-ль ООП		Брцсник О.В.		10.06		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

8. Голунов Н.Н. Использование противотурбулентных присадок в зоне контакта партий разносортных нефтепродуктов для уменьшения смесеобразования при последовательной перекачке: дисс. ... канд. техн. Наук / Голунов Никита Николаевич; РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – Москва, 2006. – 135 с.

9. Думболобов Д.У. Основные подходы к определению объема смеси и новый метод ее идентификации при последовательной перекачке нефтепродуктов / Думболобов Д.У., Дроздов Д.А. – Москва: ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», 2012 – 186 с. – ISBN 978-985-566-122-7.

10. Патент № 901709 Российская Федерация, МПК F17D 3/08(2006.01). Устройство для разделения нефтепродуктов при их последовательной перекачке: № 2708971 : заявл. 08.01.1979 : опубл. 30.01.1982 / Каримов З.Ф., Ахатов Ш.Н., Галюк В.Х., Исхаков Р.Г., Азаматов А.Ш. ; заявитель Каримов З.Ф.

11. Патент № 655878 Российская Федерация, МПК F17D 3/08(2006.01). Устройство для разделения нефтепродуктов при последовательной перекачке их по трубопроводу: № 2543798 : заявл. 09.11.1977 : опубл. 05.04.1979 / Каримов З.Ф., Ахатов Ш.Н., Исхаков Р.Г., Азаматов А.Ш.; заявитель Каримов З.Ф.

12. Патент № 35255 Российская Федерация, МПК B08B 9/04 (2000.01). Поршень-разделитель: № 2003120120/20 : заявл. 07.07.2003 : опубл. 10.01.2004 / Фазлетдинов К.А., Максимов Е.А., Акульшин М.Д., Ханов М.И., Струговец С.А.; заявитель ООО «Семигорье».

13. Патент № 2 101 607 Российская Федерация, МПК F17D 3/08(2006.01). Разделитель для последовательной перекачки сред по трубопроводу : № 95109649/06 : заявл. 08.06.1995 : опубл. 10.01.1998 / Каган Я.М., Кондратьев А.С.; заявитель Научно-производственное объединение «Гидротрубопровод».

14. Патент № 139171 Российская Федерация, МПК F17D 3/08(1995.01). Разделитель для последовательной перекачки нефтепродуктов по трубопроводам: № 601293: заявл. 05.06.1958: опубл. 01.01.1961 / Бойко В.В., Николаев В.В.; заявитель Бойко В.В.

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

15. Патент № 2 324 552 Российская Федерация, МПК В08В 9/057 (2006.01). Разделитель жидкостей для трубопровода: № 2006136934/12: заявл. 18.10.2006: опубл. 20.05.2008 / Денисламов И.З., Сахаутдинов Р.В., Фахретдинов Р.Р.; заявитель Бойко В.В.

16. Патент № 148674 Российская Федерация, МПК F17D 3/08 (1995.01). Разделитель, помещаемый в трубопровод при последовательной перекачке через него различных жидкостей: № 690386: заявл. 17.12.1960: опубл. 01.01.1962 / Шварц М.Э.; заявитель Шварц М.Э.

17. ГОСТ 21218-75. Разделители резиновые шаровые для трубопроводов. Технические условия (с Изменением N 1): дата введения 1975-11-10. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200017961/titles/3OK24CH> (дата обращения 04.02.2021). – Текст: электронный.

18. Патент № 2256119 Российская Федерация, МПК F17D 1/14 (2006.01). Способ последовательной перекачки разноразных нефтепродуктов: № 2003135890/06: заявл. 10.12.2003: опубл. 10.07.2005 / Лурье М.В., Голунов Н.Н.; заявитель РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

19. Николаев А.К. Исследование реологических свойств вязкой нефти при различных параметрах ее транспортирования / Николаев А.К., Зарипова Н.А., Матвеева Юлия Геннадьевна // «Neftegaz.RU». – 2020 – 28 февр. – URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/transportirovka/529268-issledovanie-reologicheskikh-svoystv-vyazkoj-nefti-pri-razlichnykh-parametrakh-ee-transportirovaniya/> (дата обращения 04.02.2021).

20. Коновалов К.Б. Сравнительное изучение действия противотурбулентных присадок для углеводородных жидкостей / Коновалов К.Б., Абдусалямов А.В., Манжай В.Н., Казарян М.А. Сачков В.И. // Краткие сообщения по физике ФИАН. – 2015 – 28 дек. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnoe-izuchenie-deystviya-protivoturbulentnyh-prisadok-dlya-uglevodorodnyh-zhidkostey> (дата обращения 04.02.2021).

21. РД-03.220.99-КТН-187-14. Транспортировка нефтепродуктов по магистральным трубопроводам методом последовательной перекачки: дата введения 2015-01-01.

22. Липский В. К. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов / Липский В.К., Демидова М. Е.– Новополоцк : ПГУ, 2007. – 312 с. – ISBN 985-418-488-9.

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

23. РД-23.040.00-КТН-089-14. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Требования к организации контроля и обеспечению сохранности качества нефтепродуктов: дата введения 2014-01-01.

24. РД 153-39.4-041-99. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов: дата введения 1999-11-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030684> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

25. ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение: дата введения 1984-08-07. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901711462> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

26. ГОСТ Р 55971-2014. Нефть и нефтепродукты. Паспорт. Общие требования: дата введения 2014-03-06. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109317> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

27. ГОСТ 2517-2012. Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб: дата введения 2012-11-29/ - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103869> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

28. ГОСТ Р 52050-2006. Топливо авиационное для газотурбинных двигателей Джет А-1 (Jet А-1). Технические условия: дата введения 2020-10-01/ - URL: <https://docs.cntd.ru/document/566320362> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

29. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия: дата введения 2015-01-01. – URL: <https://www.rts-tender.ru/poisk/gost/305-2013> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

30. ГОСТ Р 52368-2005. Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия: дата введения 2005-08-30. – URL: <https://elarum.ru/info/standards/gost-r-52368-2005/> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

31. ГОСТ 2084-77 Бензины автомобильные. Технические условия: дата введения (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

32. ГОСТ Р 51105-97 Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия: дата введения (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

33. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия: дата введения 1979-01-01. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/81/8115> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

34. ГОСТ 10227-2013 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия: дата введения 2013-11-22. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107836> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

35. СО 06-16-АКТНП-003-2004. Инструкция по транспортированию нефтепродуктов по магистральным нефтепродуктопроводам системы ОАО "АК "Транснефтепродукт" методом последовательной перекачки: дата введения 2004-12-01. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/58/58455/index.htm> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

36. Гааг П.А. Смесеобразование при последовательной перекачки разносортных нефтепродуктов / П. А. Гааг, Н. В. Чухарева // Трубопроводный транспорт углеводородов материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, 30 октября 2020, г. Омск: . — Омск : Изд-во ОмГТУ , 2020 . — с. 101-105.

37. Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов П.Ф., Ржавский В.Д. Фокин М.И.. – Москва: Недра, 1981. – 248 с. – ISBN: 613-903.

38. Паспорт продукции №67-05-2016. Бензин автомобильный марки АИ-80, вид 3 (АИ-80К5): дата введения 2016-07-07. – URL: <http://rsp-neft.ru/index.php?go=Files&in=cat&id=5> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

39. Паспорт №1443. Бензин неэтилированный марки АИ-92-К5 по ГОСТ 32513-2013: дата введения 2015-05-16. – URL: <http://rsp-neft.ru/index.php?go=Files&in=cat&id=5> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

40. Паспорт продукции №39. Бензин неэтилированный марки АИ-95-К5: дата введения 2017-09-06. – URL: <http://rsp-neft.ru/index.php?go=Files&in=cat&id=5> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

					Список литературы	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

41. Паспорт № 12. Бензин неэтилированный марки АИ-98-К5 по ГОСТ 32513-2013. Автомобильный бензин экологического класса К5 марки АИ-98-К5: дата введения 2020-05-04. – URL: <http://rsp-neft.ru/index.php?go=Files&in=cat&id=5> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

42. Шувалов Г.В. Приборы экспресс анализа нефтепродуктов / Г.В. Шувалов ; составитель Шувалов Г.В. – Новосибирск: ФГУП «СНИИМ». – 2017. – 5 с. – Текст: электронный // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pribory-ekspress-analiza-nefteproduktov> (дата обращения 05.02.2021).

43. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Свод правил: дата введения 2013-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103173> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

44. СНиП 2.05.06-85*. Магистральные трубопроводы. Строительные нормы и правила: дата введения 1986-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001207> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

45. СП 284.1325800.2016. Трубопроводы промышленные для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ: дата введения 2017-06-17. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456096925> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

46. ГОСТ Р 55990-2014 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования: дата введения 2014-12-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110076> (дата обращения: 04.02.2021). – Текст: электронный.

47. Видяев, И. Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение : учебное пособие / И. Г. Видяев, Г. Н. Серикова, Н. А. Гаврикова [и др.]. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

48. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).

49. ПБ 09-563-2003. Правилами промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств: дата введения 2003-05-29. – URL:

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

<https://docs.cntd.ru/document/901865546> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

50. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений: дата введения 1998-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001022> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

51. ППБ-01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации: дата введения 2003-07-30. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/11/11702/> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

52. Правила противопожарного режима Российской Федерации: (№390): официальное издание: утвержден постановлением правительства РФ от 25.04.17: введены в действие 26.09.17. – Москва, 2017. – 266 с.

53. ПБ 03-576-03 Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением: дата введения 2003-06-19. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866259> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

54. Профессиональный стандарт «Оператор товарный» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16 апреля 2015 г., регистрационный №36877).

55. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности: дата введения 2015-11-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

56. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: дата введения 1996-10-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

57. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95: дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

58. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: дата введения 2018-02-13. – URL:

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

<https://docs.cntd.ru/document/557235236> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

59. ГОСТ Р 12.4.296-2013. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных): дата введения 2014-12-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107957> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

60. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности: дата введения 1992-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901702428> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

61. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: дата введения 2019-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

62. ППБО-85 Правила пожарной безопасности в нефтяной промышленности: дата введения 1985-11-25. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/898902441> дата(дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

63. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод: дата введения 1983-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004387> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

64. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель (с Изменением N 1): дата введения 1984-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003393> (дата обращения: 20.04.2021). – Текст: электронный.

65. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.08.2000 №613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».

					Список литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

Приложение А

Метод последовательной перекачки	Сущность	Преимущества	Недостатки
Метод прямого контактирования	Последовательную перекачку осуществляют циклами, который состоит из нескольких партий нефтепродуктов, последовательность который выстраивается так, чтобы каждый нефтепродукт контактировал с двумя другими, наиболее близкими к нему по своим свойствам.	<ul style="list-style-type: none"> + использование одного трубопровода; + более полная загрузка; + снижение себестоимости перекачки; + количество смеси невелико (тем самым ее можно разложить по исходным нефтепродуктам с сохранением качества) 	<ul style="list-style-type: none"> - при последовательной перекачке партий бензинов и дизельных топлив, имеющих большую разницу физико-химических свойств, образуется смесь, которая является нетоварным нефтепродуктом, который непригоден к использованию ни в дизельных, ни в карбюраторных двигателях; - дополнительное увеличение количества смеси при остановках перекачки
Метод с использованием механических разделителей	При последовательной перекачке нефтепродуктов в зону контакта двух жидкостей помещается механический разделитель.	+ позволяют проводить ревизию полости трубопровода (очищать от всевозможных отложений и пробок)	<ul style="list-style-type: none"> - ограниченная проходимость по трубопроводам; - проблема синхронизации движения разделителей и потока жидкости; - сложность автоматизации их запуска в зону контактирования; - сокращение смеси незначительное
Метод с использованием жидкостных разделителей	Жидкостные разделительные пробки помещаются в зону контакта двух нефтепродуктов перекачиваемых последовательно по трубопроводу.	<ul style="list-style-type: none"> + большая совместимость по своим свойствам с каждым из нефтепродуктов перекачиваемых партий, чем они совместимы между собой + уменьшение количества образующейся смеси. 	<ul style="list-style-type: none"> - работоспособность противотурбулентных присадок применима только для условий, при которых они были разработаны - количество смеси не уменьшается до необходимых минимальных объемов.

Приложение Б

Вид	Изобретения	Характеристика	Достоинства	Недостатки	
Буферная пробка	Способ последовательной перекачки разносортных нефтепродуктов [3]	Разделителем является третий продукт, который является смесью из двух контактирующих нефтепродуктов	+ некондиционный продукт можно использовать в виде разделителя + большая совместимость по свойствам с каждым нефтепродуктом + жидкости, транспортируемые последовательно, не смешиваются между собой какое-то время, так как идёт перемешивание буферной пробки с этими жидкостями в зонах контакта	- можно использовать только для конкретных нефтепродуктов - дополнительное оборудования для хранения и введения в трубопровод буферной пробки - полностью не исключает попадания вместе со смесью некоторого количества одного нефтепродукта в другой	
Противоуглубленные присадки [18]	Гелеобразные	Виол (ТПУ, Россия)	В товарную форму гелеобразных присадок входит гидродинамически активная часть – высокомолекулярный альфа-олефиновый полимер, и растворитель - бензин или керосин	+ не растекаются по длине трубопровода + удерживают форму + способствуют снижению гидравлического сопротивления + растворяются + уменьшение смесеобразования	- невозможно использовать для всех нефтепродуктов - дополнительные затраты - материал этих присадок может разорваться в потоке жидкости на части и забить фильтры насосных агрегатов перекачивающих станций
		CDR-102 («Коноко», США)			
		Necadd-547 (АО «Фортум Ойл энд Гэз», Финляндия)			
		FLO («Бейкер Пайплайн Продактс», США)			
	Дисперсионные	FLO XL («Бейкер Пайплайн Продактс», США)	В товарной форме дисперсионных (суспензионных) присадок активной частью является суспензия на водной или углеводородной основе, что позволяет получать присадки с большим содержанием полимера.	+ способствуют снижению гидравлического сопротивления + растворяются + уменьшение смесеобразования	- невозможно использовать для всех нефтепродуктов - большие затраты - дополнительное оборудование
		Liquid Power (Коноко Специалити Продактс Инк., США)			
		Necadd-447 (АО «Фортум Ойл энд Гэз», Финляндия)			
		M-FLOWTREAT (ООО «Миррико Сервис»)			

ПРИЛОЖЕНИЕ В

№ п/п	Номер НТД	Название	Применение
1	РД-03.220.99-КТН-187-14 [21]	Транспортировка нефтепродуктов по магистральным трубопроводам методом последовательной перекачки	Настоящий документ устанавливает необходимые требования к порядку проведения работ по организации последовательной перекачки нефтепродуктов.
2	РД-23.040.00-КТН-089-14 [23]	Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Требования к организации контроля и обеспечению сохранности качества нефтепродуктов	Организация проведения работ по контролю и обеспечению сохранности качества нефтепродуктов при их приеме, транспортировке, хранении, сдаче и отгрузке в системе магистральных нефтепродуктопроводов ОАО 'АК 'Транснефть'.
3	РД 153-39.4-041-99 [24]	Правила технической эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов	Нормы и требования к сооружениям и оборудованию магистральных нефтепродуктопроводов, их эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту, контролю и обеспечению сохранности качества нефтепродуктов
4	ГОСТ 1510-84 [25]	Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение	Устанавливает виды хранилищ и транспортных средств, требования к подготовке, заполнению и маркировке, условия транспортирования и хранения, требования безопасности при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов.
5	ГОСТ Р 55971-2014 [26]	Нефть и нефтепродукты. Паспорт. Общие требования.	Требования к паспорту на нефть и нефтепродукты для применения организациями, осуществляющие хранение и транспортировку нефти и нефтепродуктов
6	ГОСТ 2517-2012 [27]	Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб.	Методы отбора проб нефти и нефтепродуктов из резервуаров, подземных хранилищ, нефтеналивных судов, железнодорожных и

			автомобильных цистерн, трубопроводов, бочек, бидонов и других средств хранения и транспортирования
7	ГОСТ Р 52050-2006 [28]	Топливо авиационное для газотурбинных двигателей Джет А-1 (Jet A-1). Технические условия.	Настоящий стандарт распространяется на топливо ДЖЕТ А-1, который устанавливает технические требования для данного вида топлива.
8	ГОСТ 305-2013 [29]	Топливо дизельное. Технические условия.	Технические условия и требования на дизельное топливо.
9	ГОСТ Р 52368-2005 [30]	Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия	Технические условия и требования на топливо дизельное ЕВРО.
10	ГОСТ 2084-77 [31]	Бензины автомобильные. Технические условия	Технические условия и требования на автомобильные бензины
11	ГОСТ Р 51105-97 [32]	Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия	Технические условия и требования на топлива для двигателей внутреннего сгорания и неэтилированный бензин.
12	ГОСТ 32513-2013 [33]	Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия	Технические условия и требования к следующим маркам бензинов: АИ-80, АИ-92, АИ-95 и АИ-98 экологических классов К2, К3, К4, К5
14	ГОСТ 10227-2013 [34]	Топлива для реактивных двигателей. Технические условия	Технические условия и требования к топливам для реактивных двигателей (ТС-1, Т-1С, Т-1, Т-2, РТ)
15	СО 06-16-АКТНП-003-2004 [35]	Инструкция по транспортированию нефтепродуктов по магистральным нефтепродуктопроводам системы ОАО "АК"Транснефтепродукт"	Технология и организация транспортирования светлых нефтепродуктов по магистральным нефтепродуктопроводам методом их последовательной перекачки прямым контактированием