

Инженерная школа природных ресурсов
 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
«Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода»

УДК 622.692.4.053:620.9-027.236

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Федченко Александра		06.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Шадрина А.В.	Д. Т. Н.		06.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Криницына З.В.	К. Т. Н.		14.05.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.	-		31.05.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	К. П. Н.		06.06.2022

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров

По направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания
ОПК(У)-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК(У)-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента
ОПК(У)-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК(У)-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен принимать обоснованные технические решения в

	профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК(У)-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен обеспечивать заданные режимы эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования и контролировать выполнение производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
ПК(У)-6	Способен проводить планово-предупредительные, локализационно-ликвидационные и аварийно-восстановительные работы линейной части магистральных газонефтепроводов и перекачивающих станций
ПК(У)-7	Способен выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-8	Способен использовать нормативно-технические основы и принципы производственного проектирования для подготовки предложений по повышению эффективности работы объектов трубопроводного транспорта углеводородов

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
2Б8А	Федченко Александре

Тема работы:

«Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	08.02.2022 г. №39-43с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2022 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).</i>	Объектом исследования является магистральный нефтепровод и методы, повышающие его энергоэффективность. Рассматривается непрерывная работа трубопровода диаметром 1220 мм. Вид перекачиваемого сырья – нефть, транспортируемая при температуре 20°C, вязкостью $7,04 \cdot 10^{-6}$ м²/с.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Проанализировать нормативные документы и специальную литературу по данной теме 2. Выявить факторы, повышающие энергозатраты 3. Провести анализ методов, позволяющих повысить энергоэффективность транспортировки нефти 4. примере применения противотурбулентной присадки произвести расчет необходимой концентрации для достижения определенной эффективности.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Рисунки, таблицы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Креницына З.В., доцент ОСГН ШБИП
«Социальная ответственность»	Гуляев М.В., старший преподаватель ООД

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2022 г.
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Шадрина Анастасия Викторовна	Д. Т. Н.		10.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Федченко Александра		10.02.2022

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

Студенту:

Группа		ФИО	
2Б8А		Федченко Александре	
Школа		Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	бакалавр	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 научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Виды и стоимость ресурсов: Материально-технические ресурсы, оборудование: Человеческие ресурсы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	1,3 районный коэффициент; Оклады работников
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Налог на добавленную стоимость 20%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Оценка потенциальных потребителей результатов исследования 2. SWOT-анализ
3. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2. Расчет бюджетных затрат реализации проекта
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Расчет затрат на эксплуатацию объекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		10.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Федченко Александра		10.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2Б8А		Федченко Александра	
Школа		Отделение (НОЦ)	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

«Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.	Объект исследования: линейная часть магистрального нефтепровода Область применения: магистральные нефтепроводы
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	СП 36.13330.2012. «Магистральные трубопроводы»; РД 09-364-00 «Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах»; СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования»; ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования»; 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.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные факторы: – повышенный уровень шума; – токсическое воздействие на организм человека химических веществ; – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе (повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны); – повреждения в результате контакта с

	насекомыми, животными. Опасные факторы: – факторы, связанные с электрическим током (электрическая дуга и искры при сварке и т.п.); – взрыво-пожароопасность.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:	Атмосфера: выброс загрязняющих веществ по причине негерметичности технологического оборудования. Гидросфера: попадание или сбросы загрязняющих веществ, таких как нефть, растворители на поверхность водных источников и подземных вод. Литосфера: уничтожение и повреждение почвенного слоя, сельхозугодий и лесных массивов, загрязнение почвы нефтепродуктами, химреагентами, а также отходами.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения:	Возможные ЧС: пожары, взрывы, аварийные разливы нефти и нефтепродуктов. Наиболее типичная ЧС: ситуация, возникшая вследствие аварийного разлива нефти и нефтепродуктов.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	-		10.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б8А	Федченко Александра		10.02.2022

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 2021/2022 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2022	<i>Введение</i>	5
26.02.2022	<i>Общая характеристика объекта исследования и условий его расположения</i>	10
08.03.2022	<i>Факторы снижающие энергоэффективность объектов магистрального нефтепровода</i>	15
24.03.2022	<i>Методы обеспечения энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода</i>	15
29.04.2022	<i>Расчетная часть</i>	20
14.05.2022	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
31.05.2022	<i>Социальная ответственность</i>	10
04.06.2022	<i>Заключение</i>	5
10.06.2022	<i>Презентация</i>	10
	Итого:	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОНД	Шадрина А.В.	Д. Т. Н.		10.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Брусник О.В.	к.п.н.		10.02.2022

Реферат

Работа содержит 77 страниц, 12 таблиц, 10 рисунков и 35 источников литературы.

Ключевые слова: магистральный нефтепровод, магистральный насосный агрегат, противотурбулентная присадка, энергосбережение, гидравлическое сопротивление, частотно-регулируемый привод.

Объектом исследования является магистральный нефтепровод диаметром 1220мм и протяженностью 418,5 км.

Цель работы: разработка предложений по повышению энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода.

Работа является актуальной, поскольку повышение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода является одной из приоритетных задач нефтяных компаний.

В процессе исследования был проведен литературный обзор современных методов повышения энергоэффективности магистрального нефтепровода. Выполнен расчет гидравлических потерь при существующей технологии транспортировки, концентрации противотурбулентной присадки отечественного и зарубежного производителей. На основании полученных данных определена наиболее эффективная противотурбулентная присадка.

Область применения: магистральные нефтепроводы.

Экономическая значимость работы: снижение потребления электроэнергии на перекачку нефти, повышение надежности линейной части за счет снижения гидравлических потерь путем применения противотурбулентной присадки.

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Реферат	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			10	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Abstract

The work contains 77 pages, 12 tables, 10 figures, and 35 literature sources.

Keywords: main oil pipeline, main pumping unit, anti-turbulent additive, energy-saving, hydraulic resistance, frequency-controlled drive.

The object of study is the main oil pipeline with a diameter of 1220 mm and a length of 418,5 km.

The purpose of the paper: development of proposals for improving the energy efficiency of oil trunk pipeline facilities

The work is relevant, since improving the energy efficiency of oil trunk pipeline facilities is one of the priorities of oil companies.

In the course of the study, a literature review of modern methods of energy efficiency of the main oil pipeline was carried out. The calculation of hydraulic losses during the development of transport technologies and the concentration of anti-turbulent additives for domestic and foreign production is carried out. Based on the initial data, the most effective anti-turbulent additive was determined.

Scope of application: main oil pipelines.

Economic efficiency of use: consumption for pumping oil, increasing the reliability of the linear part by reducing the hydraulic losses of using an anti-turbulent additive.

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Abstract				Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022							11	77	
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А				

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

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).

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.

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

Станция нефтеперекачивающая: объект магистрального нефтепровода, включающий в себя комплекс зданий, сооружений и устройств для приема, накопления, учета и перекачки нефти по магистральному нефтепроводу

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Термины и определения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			12	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Обозначения и сокращения

АСПО – асфальтосмолопарафиновые отложения;

БДР – блок дозирования реагента;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЛЧ – линейная часть;

ЛЭС – линейно-эксплуатационная служба;

МНА – магистральный насосный агрегат;

МН – магистральный нефтепровод;

МНПП – магистральный нефтепродуктопровод;

НПС – нефтеперекачивающая станция;

НА – насосный агрегат;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПС – подпорная станция;

ПТП – противотурбулентная присадка;

РДП – районный диспетчерский пункт;

РНУ – районное нефтепроводное управление;

СОД – средства очистки и диагностики;

ЧРП – частотно-регулируемый привод;

ЦНС – центральная нервная система;

ЧС – чрезвычайная ситуация.

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Обозначения и сокращения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			13	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Содержание

Ведение	17
1. Общая характеристика объекта исследования и условий его расположения	19
2. Общая часть	21
2.1. Факторы снижающие энергоэффективность объектов магистрального нефтепровода	21
2.2. Методы обеспечения энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода	26
2.2.1. Очистка внутренней поверхности нефтепровода.....	26
2.2.2. Частотное регулирование насосного перекачивающего агрегата при помощи ЧРП.....	32
2.2.3. Частотное регулирование насосного перекачивающего агрегата при помощи гидромукты	35
2.2.4. Противотурбулентные присадки.....	37
3. Расчетная часть	41
3.1. Исходные данные.....	41
3.2. Расчет гидравлических потерь при существующей технологии транспортировки	41
3.2.1. Основные характеристики перекачки нефти по трубопроводу	41
3.2.2. Режим перекачки и зона сопротивления	42
3.3. Расчет концентрации противотурбулентной присадки	44

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Содержание		Лит.	Лист
Руковод.		Шадрин А.В.		06.06.2022				14
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022				77
							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А	

3.4. Расчет снижения мощности потребляемой одной перекачивающей станцией	45
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	47
4.1. Потенциальные потребители результатов исследования	48
4.2. Потенциальные потребители результатов исследования	48
4.3. SWOT-анализ	50
4.4. Расчет капитальных затрат	51
4.5. Потенциальные потребители результатов исследования	53
4.6. Потенциальные потребители результатов исследования	55
4.7. Расчет стоимости противотурбулентной присадки	55
4.8. Заключение по разделу.....	57
5. Социальная ответственность	57
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57
5.2. Производственная безопасность	58
5.3. Анализ вредных производственных факторов	59
5.3.1. Повышенный уровень шума на рабочем месте	59
5.3.2. Токсическое воздействие на организм человека химических веществ	60
5.3.3. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	60
5.3.4. Повреждения в результате контакта с насекомыми, животными	61
5.4. Анализ опасных производственных факторов.....	61
5.4.1. Факторы связанные с электрическим током.....	61
5.4.2. Пожароопасность и взрывоопасность	62
5.5. Экологическая безопасность	63

5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	65
Заключение.....	70
Список литературы	72

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Введение

Деятельность большинства нефтяных компаний связана с необходимостью транспортирования товарной нефти. Трубопроводный транспорт является основным при сухопутной перевозке. На данный момент около 90 % добываемой нефти перекачивается с его помощью.

Перекачка нефти и нефтепродуктов по трубопроводам в системе трубопроводного транспорта – это энергоемкое производство. Затраты на электроэнергию являются основным видом затрат при перекачке нефти по трубопроводам и основным показателем эффективности работы магистрального нефтепровода. Этот факт замечен на примере анализа данных компании ПАО «Транснефть».

Задачи повышения энергоэффективности при эксплуатации магистрального нефтепровода на сегодняшний день являются приоритетными.

Исходя из выше представленного, тема выпускной квалификационной работы «Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода» является актуальной.

Цель работы: разработка предложений по повышению энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода.

Для выполнения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- 1) проанализировать нормативные документы и специальную литературу по данной теме;
- 2) выявить факторы, повышающие энергозатраты;
- 3) провести анализ методов, позволяющих повысить энергоэффективность транспортировки нефти;

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			17	77
Рук. ООП		Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

- 4) на примере применения противотурбулентной присадки произвести расчет необходимой концентрации для достижения определенной эффективности.

					Введение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

1. Общая характеристика объекта исследования и условий его расположения

Краткая географическая характеристика региона

Томская область – субъект Сибирского Федерального Округа, расположенный на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. Томская область имеет протяженность 600 км с севера на юг и 780 км с запада на восток. Площадь Томской области – 314 391 км².

Климатические условия

На территории Томской области преобладает континентальный климат. Зима суровая и продолжительная, лето короткое и тёплое, весна и осень сопровождаются поздними и ранними заморозками соответственно.

Средняя температура воздуха области находится в диапазоне от -0,6°C на юге до -3,5°C на северо-востоке. Наиболее низкая температура наблюдается в январе. Средняя температура января изменяется от -19,2°C до -20,5°C – на юге области и от -21,5°C до -23°C — на севере. Зимой возможно понижение температуры воздуха до -50°C, что является абсолютным минимумом, а в отдельных районах до -57-58°C. На протяжении 180-200 дней на территории длится холодный период, температура воздуха при этом ниже 0°C.

В июле температура достигает своего максимума. В летний период температурный режим более устойчив, чем зимой. Иногда летом могут случаться заморозки. На протяжении 165-185 дней на территории Томской области преобладает температура выше 0°C. Ветер умеренный, ежегодно его средняя скорость 2-4 м/с.

Характер рельефа

В основном на территории Томской области преобладают равнины, сотни километров которых сильно заболочены.

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Общая характеристика объекта исследования и условий его расположения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			19	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Природа области разнообразна. Акватория Томской области включает в себя большое количество рек, а также множество озёр и болот. Общий размер водной площади составляет 7803 км², что занимает 2,5% от всей территории области.

Краткая характеристика объекта исследования

Объектом исследования в данной работе является участок 418,5 км магистрального нефтепровода Томской области. Диаметр трубопровода 1220×12,32 мм. Вязкость перекачиваемой нефти при температуре 293К – $7,04 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Плотность нефти при температуре 293К составляет 837,1 кг/м³.

					Общая характеристика объекта исследования и условий его расположения	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

2. Общая часть

2.1. Факторы, снижающие энергоэффективность объектов магистрального нефтепровода

Существует несколько видов транспорта нефти и нефтепродуктов, однако наиболее распространенный способ транспортировки углеводородов – трубопровод. Трубопровод обладает следующими преимуществами:

- трубопровод надёжен и прост в эксплуатации;
- относительно других видов транспорта трубопровод имеет низкую себестоимость транспортировки;
- во время перекачки углеводородного продукта по трубопроводу практически отсутствуют потери нефти и нефтепродуктов;
- трубопровод – непрерывно и бесперебойно снабжает потребителей сырьём;
- является наиболее экологичным видом транспорта для перекачки нефти и нефтепродуктов;
- процесс транспортировки сырья по трубопроводу автоматизирован;
- относительно других видов транспорта протяжённость трубопровода наименьшая. Он может быть проложен между двумя любыми пунктами на суше, находящимися на любом расстоянии друг от друга [3].

Магистральный нефтепровод трубопроводного транспорта – это единый производственно-технологический комплекс, состоящий из трубопроводов и связанных с ними перекачивающих станций, других технологических объектов который позволяет обеспечить не только транспортировку, но и сдачу нефти, соответствующей требованиям

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Общая часть	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			21	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

нормативных документов, от пунктов приема до пунктов сдачи потребителям или на перевалку на другой вид транспорта.

Транспорт нефти и нефтепродуктов по магистральному трубопроводу является энергозатратным процессом. Компании, занимающиеся перекачкой нефти и нефтепродуктов, уделяют особое внимание повышению энергоэффективности данного процесса.

Исходя из данных компании ПАО «Транснефть», в которых приводятся объемы потребления топливно-энергетических ресурсов, можно сделать вывод, что основные затраты приходятся на потребление электроэнергии.

Показатель	2018	2019	2020
Потребление электроэнергии, млн кВт·ч	14 517	15 397	12 749
Потребление котельно-печного топлива, тыс. т.у.т.	214	197	166
Потребление тепловой энергии, тыс. Гкал	170	156	138
Потребление моторного топлива, тыс. т.у.т.	104	104	103
Суммарное потребление энергоресурсов, тыс. т.у.т.	2 125	2 215	1 854

Рисунок 1 – Объем потребления топливно-энергетических ресурсов
ПАО «Транснефть»

Работа по производству напора, передаваемого следующей нефтеперекачивающей станции, и преодоление гидравлического сопротивления трубопровода осуществляется за счёт потребляемой мощности.

В статье [5] приводится диаграмма затрат участка нефтепровода для перекачки нефти.

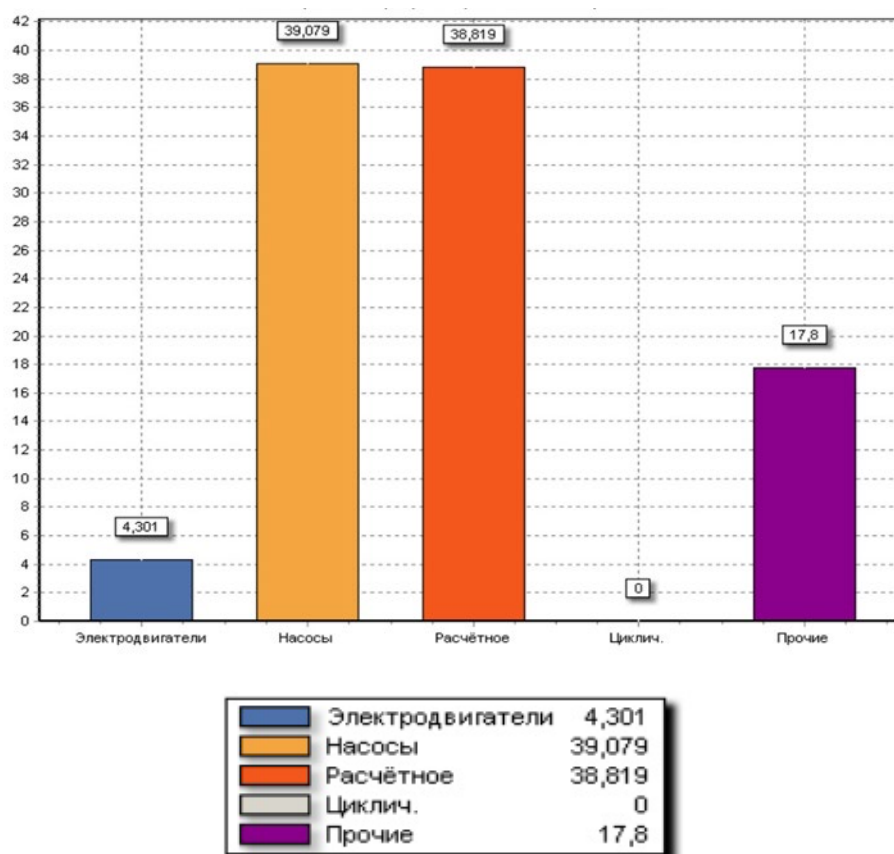


Рисунок 2 – Диаграмма энергозатрат участка нефтепровода Лазарево - Клин

Энергопотребление технологическим оборудованием нефтеперекачивающих станций является основным видом затрат. Следовательно, для повышения эффективности работы магистрального нефтепровода необходимо снижение энергетических затрат технологического оборудования участка МН.

К факторам, снижающим энергоэффективность работы магистрального нефтепровода, относятся:

- 1) уменьшение эффективного диаметра трубопровода;
- 2) повышение гидравлического сопротивления трубопровода;
- 3) отсутствие технической возможности регулирования режима работы. НПА под изменяющийся режим перекачки продукта.

Перекачиваемая нефть может содержать в себе различные вещества. К ним относятся механические примеси в небольших количествах, растворенный или кристаллический парафин, асфальто-смолистые вещества

и др. Данные вещества осаждаются на внутренней поверхности стенки трубопровода при перекачке, образуя плотные отложения. Эти отложения негативно влияют на стоимостные показатели перекачки нефти [7].



Рисунок 3 – Отложения АСПО на внутренней поверхности трубы

Негативно влияя на гидродинамические характеристики потока, плотные отложения изменяют некоторые параметры трубы, например, внутренний диаметр. При его уменьшении происходит увеличение гидравлических потерь. Гидравлические потери при заданном режиме работы могут быть восстановлены благодаря увеличению давления на насосных станциях, но с увеличением давления на насосных станциях начинают увеличиваться энергетические затраты [7].

Сопротивление движению жидкости, приводящее к потере механической энергии потока называется гидравлическим сопротивлением. Повышение гидравлического сопротивления оказывает влияние на энергоемкость нефтепровода. Основной причиной затрат электроэнергии являются потери напора на трение. Данные потери обосновываются возникно-

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

вением сил внутреннего трения между слоями движущейся жидкости [8].

Плотность, вязкость, объём и скорость потока перекачиваемой жидкости оказывают влияние на возникновение турбулентности. Режим течения перекачиваемой среды имеет прямо пропорциональную зависимость от плотности и вязкости углеводородного сырья, т.е. чем ниже его показатели плотности и вязкости, тем потоку проще перейти из ламинарного в турбулентный режим. Данное явление наблюдается при перекачке легкой нефти и нефтепродуктов.

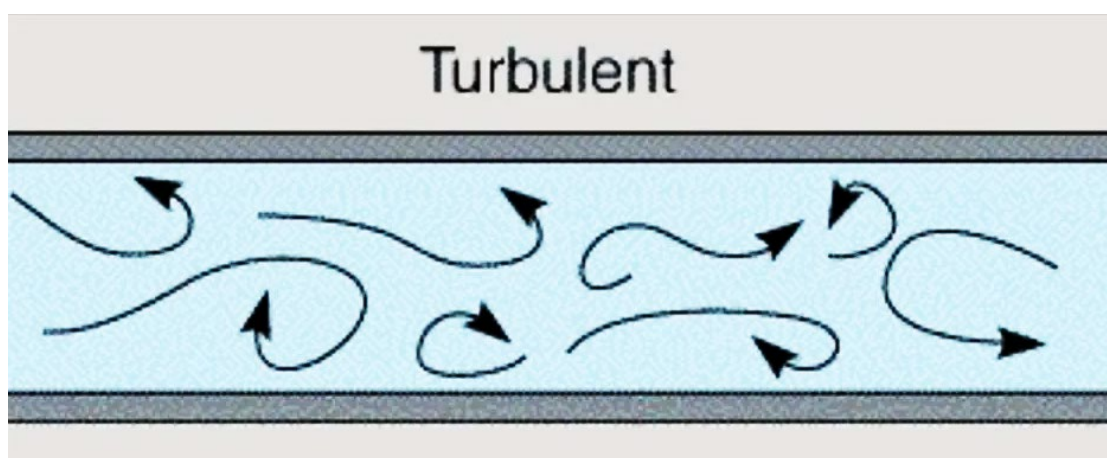


Рисунок 4 – Турбулентное течение

Объем перекачиваемой жидкости и скорость движения потока имеют прямо пропорциональную зависимость с числом Рейнольдса. Диаметр трубопровода также оказывает влияние на турбулентность потока, имея обратную зависимость с вероятностью турбулизации и шероховатости стенок трубы.

Огромное количество энергии также потребляет нефтеперекачивающий агрегат. К основным факторам, влияющим на изменение нагрузки на НПА относятся неравномерные поставки нефти и ее приема потребителями, уменьшение эффективного диаметра, ремонтные работы и т.д.

Таким образом, существует неравномерность режима работ перекачивающих систем, которая выражена в изменении расхода и давления

на нефтепроводе во времени. Поэтому использование МНА в некоторых условиях без изменений приводит к нецелесообразным затратам электроэнергии.

2.2. Методы обеспечения энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода

2.2.1. Очистка внутренней поверхности нефтепровода

Восстановление и поддержание пропускной способности нефтепроводов осуществляется путём очистки внутренней полости нефтепроводов. В результате очистки из нефтепровода удаляют отложений, загрязнений, а также различные посторонние предметы.

Для очистки магистральных нефтепроводов широко используется механический способ очистки. Данный способ основан на применении специального оборудования (скребков и эластичных разделителей).

Внутренняя поверхность трубопровода очищается, чтобы восстановить его пропускную способность и предупредить скопление воды и внутренних отложений. Также очистка внутренней поверхности необходима при переводе нефтепровода на перекачку других флюидов.

Существует несколько видов очистки магистрального нефтепровода представленные на рисунке 5

					Общая часть	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

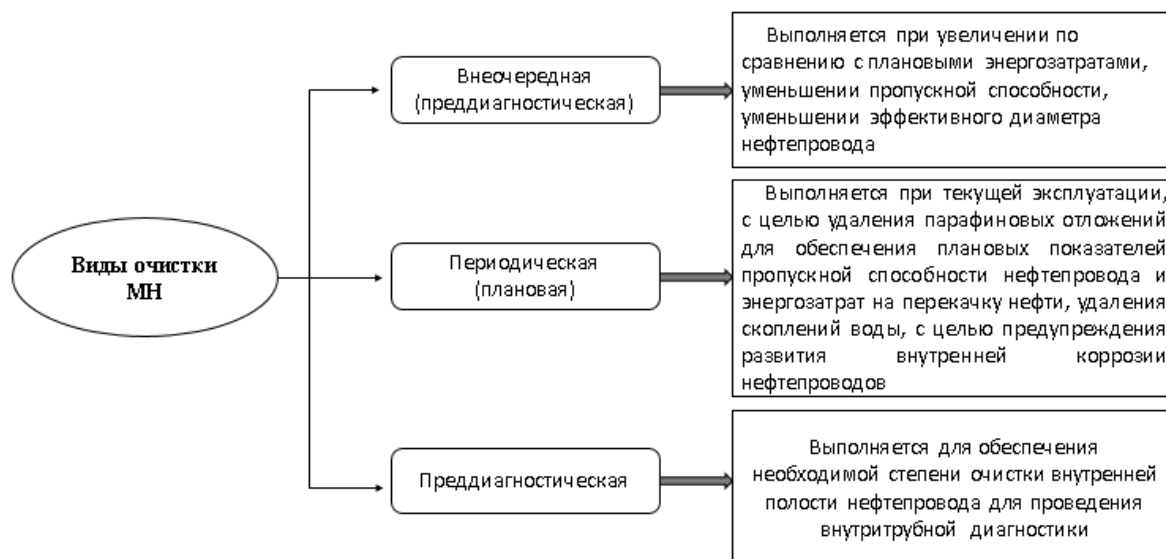


Рисунок 5 – Виды отчистки внутренней полости трубопровода

Внутренняя поверхность трубопровода очищается периодически. Очистка должна производиться не менее 1-го раза в квартал, график очистки для каждого нефтепровода определяется индивидуально. График очистки устанавливается в зависимости от условий эксплуатации трубопровода и свойств перекачиваемого продукта.

Периодическая очистка является одним из факторов увеличения затрат на обслуживания магистрального нефтепровода, при этом происходит уменьшение затрат электроэнергии на транспортировку нефти. Периодичность очистки также зависит от скорости перекачки нефти. Её можно поделить на следующие категории:

- 1 раз в квартал и более. При этом вязкости перекачиваемой нефти должна быть 30 сСт, скорость перекачки 1,5 м / с;
- 2 раза в квартал и более. При этом вязкости перекачиваемой нефти должна быть от 30 сСт до 50 сСт, скорость перекачки 1,5 м / с;
- 3 раза в квартал и более. При этом вязкости перекачиваемой нефти должна быть более 50 сСт [10].

Пропускная способность, эффективный диаметр, удельные энергозатраты являются основными показателями, при отклонении которых проводится внеочередная очистка эксплуатационных участков нефтепроводов. Соответственно, внеочередная очистка нефтепровода проводится:

- если пропускная способность уменьшилась на 2%;
- если эффективный диаметр уменьшился на 1%;
- если удельные энергозатраты увеличились на 3,5% [10].

Главные инженеры эксплуатирующих организаций разрабатывают инструкции по очистке магистральных нефтепроводов. Дальнейшая очистка каждого участка МН осуществляется в соответствии с утверждённым документом проведения очистки. Во время проведения работ выполняется периодическая и преддиагностическая очистка трубопровода. В результате очистки происходит пропуск двух и более очистных устройств.

К механическим очистным устройствам можно отнести скребки и разделители. Они должны иметь простой принцип устройства, высокую износостойкость, чтобы сохранить эффективность очистки на больших расстояниях, также они должны обладать хорошей проходимостью (чтобы проходить гнутые участки: колена, задвижки и т.д.).

В устройстве очистного оборудования имеются взрывозащищенные передатчики, позволяющие рабочему персоналу отслеживать местонахождение оборудования в трубопроводе и определять места их застревания.

Перед проведением очистки нефтепровода следует проверить готовность участка нефтепровода к пуску очистного устройства:

- камеры пуска, пропуска и приема СОД должны быть исправны;
- камеры приема средств очистки и диагностики должны быть очищены от асфальтосмолопарафиновых веществ;

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

- до начала работ по заправке очистного устройства камера приёма средств очистки и диагностики на конечном участке нефтепровода должна быть переключена на приём скребка не позднее, чем за 1 час.

Внутритрубная очистка магистрального нефтепровода осуществляется специальными очистными устройствами только при наличии полного комплекта разрешительной и эксплуатационной документации:

- разрешение Ростехнадзора на применение;
- заключение о взрывоопасности;
- паспорт;
- формуляр;
- руководство по эксплуатации;
- инструкция по монтажу;
- ведомость запасных принадлежностей;
- ведомость эксплуатационных документов

Очищаемые от отложений участки трубопровода имеют различную длину. Длина участка зависит от степени его загрязнения и может достигать 50-100 км.

В местах соединения участков трубопровода находятся специальные камеры по пуску-приёму средств очистки и диагностики. Камеры используются для извлечения скребков из трубопровода после очистки ими определенного участка, для введения в трубопровод очистных устройств и очистки следующего участка нефтепровода, для удаления из нефтепровода отложений и других посторонних предметов, снятых скребком.

Очищение внутренних стенок трубопровода от парафина-смолистых отложений, механических примесей и других предметов осуществляется при помощи очистных устройств с чистящими дисками. Данные устройства изготовлены из высококачественного полиуретана [10]. На рисунке 6 изображено очистное устройство с парафинистыми отложениями:

					Общая часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29



Рисунок 6 – Очистное устройство с парафинистыми отложениями

Для исправной работы механических очистных устройств необходимо соблюдение определенных значений давления, а также скорости потока, которая должна быть не менее 1,2 – 1,5 м/с [10]. Для этого необходим строгий контроль данных показателей, который осуществляется дежурным персоналом. В результате соблюдения всех условий прохождение скребков будет безостановочное.

К техническим мероприятиям, проводимым перед началом работ относят:

- подготовка грузоподъемных механизмов и оснащений автотракторной техники искрогасителя;
- подготовка необходимого комплекта проверенных инструментов и приспособлений;
- подготовка и проверка работоспособности искробезопасного инструмента;
- подготовка и проверка средств индивидуальной защиты;
- подготовка первичных средств пожаротушения и поста пожарной машины;
- проверка качества пены;

- обеспечение бригад надежной двухсторонней связью с оператором НПС, диспетчер РДП.

На момент начала проведения очистки нефтепровода у главного инженера должен быть документ-пропуск СОД.



Рисунок 7 – Особенности пропуска СОД

Технология проведения очистных и диагностических работ на МН предусматривает следующие этапы:

- подготовка СОД;
- подготовка схемы линейной части к пропуску СОД;
- запасовка и запуск СОД;
- пропуск СОД;
- извлечение СОД.

2.2.2. Частотное регулирование насосного перекачивающего агрегата при помощи ЧРП

Уровень загрузки трубопроводных систем постоянно изменяется. Исходя из опыта эксплуатации нефтепроводов на отечественном и зарубежном пространствах был сделан вывод, что разумно применять в работе нефтепроводов регулируемые приводы насосных агрегатов.

Частотно регулируемый привод представляет собой систему управления частотой вращения ротора асинхронного (или синхронного) электродвигателя. Частотно регулируемый привод включает в себя электродвигатель и частотный преобразователь, который состоит из выпрямителя и инвертора.

Выпрямитель является мостом постоянного тока. Он преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный. Инвертор является преобразователем. В результате его работы, постоянный ток преобразуется в переменный требуемых частоты и амплитуды.

Гидравлические и энергетические характеристики рабочего колеса нагнетателя могут плавно регулироваться. Регулирование осуществляется изменением числа оборотов рабочего колеса нагнетателя, подстраивая работу насоса к изменяющимся нагрузкам. Такой способ регулирования приводит к экономии энергии, затрачиваемой на перекачку нефти. На рисунке 8 изображён график, показывающий экономию энергии при использовании регулируемого привода:

					Общая часть	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

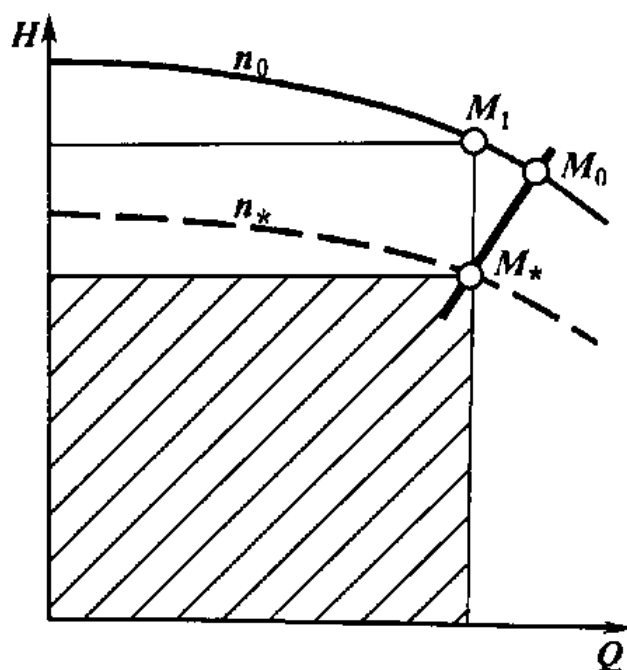


Рисунок 8– График, показывающий экономию энергии при использовании регулируемого привода

На данном рисунке показан график зависимости напора нефти от расхода. Сплошной кривой представлена характеристика центробежного нагнетателя с номинальной частотой вращения рабочего колеса n_0 об / мин, пунктирной кривой характеристика нагнетателя с изменённой частотой ($n_* < n_0$ об / мин). Если для перекачки нефти с уменьшенным расходом требуется меньший напор, чем определяемый рабочей точкой M_0 , то это можно достичь снижением числа оборотов ротора насоса и смещением рабочей точки в новое положение M_* . Разность площадей не заштрихованного и заштрихованного прямоугольников пропорциональна экономии мощности, затрачиваемой на перекачку ($M_1 M_*$ – напор, который требуется дросселировать, если не используется регулируемый привод) [12].

В результате данного метода происходит плавное регулирование частоты вращения роторов электродвигателей на перекачивающих станциях МН. Этот метод позволяет синхронизировать работу станций, и благодаря ему работа насоса подстраивается к изменяющимся нагрузкам.

Частотно регулируемый привод уменьшает расход электроэнергии для перекачки нефти и число включений и отключений насосных агрегатов (НА). Повышается надёжность трубопровода. Это происходит из-за снижения перепадов внутреннего давления в трубопроводе при переходе от одного режима перекачки к другому, в результате чего снижаются расходы на эксплуатацию.

Стоит отметить, что, как ни парадоксально это звучит, максимальный КПД насоса с ЧРП ниже, чем у насоса той же марки без ЧРП (примерно на 3-4 %). Но использование ЧРП для насосных агрегатов в системе магистральных нефтепроводов имеет ряд преимуществ:

- высокий КПД насосов сохраняется в более широком диапазоне расходов, что позволяет работать без сменных роторов, имеющих, как правило, пониженный КПД;
- появляется возможность повысить пропускную способность участка трубопровода за счет
- выравнивание допустимых давлений на выходе НПС и на узле пуска /приема /пропуска СОД на линейной части;
- появляется возможность сохранять производительность режима при плановом отключении НПС на исходном режиме, так как развиваемый ею дифференциальный напор чаще всего можно компенсировать небольшим повышением частоты вращения оставшихся в работе насосов ниже по течению потока;
- позволяет избежать постоянного дросселирования напора во время замещения продуктов на участках, где ведется последовательная перекачка тяжелых (как правило, более вязких) и легких (как правило, менее вязких) нефтей.

Для технологических режимов работы насосов, оборудованных ЧРП, должны быть соблюдены два обязательных условия:

- одинаковая частота вращения роторов перекачивающих насосов на

					Общая часть	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

одной ПС;

- рабочие точки насосов;
- рабочем поле по характеристике $Q - H$.

Соблюдение этих условий обязательно при ведёт к повышению энергоэффективности [13].

2.2.3. Частотное регулирование насосного перекачивающего агрегата при помощи гидромуфты

Одним из ключевых элементов насосного агрегата является гидромуфта. Она используется для бесступенчатого регулирования режима работы. В результате работы гидромуфты изменяется частота вращения насоса, частота вращения приводного электродвигателя остаётся неизменной.

Гидромуфта состоит из гидродинамической регулируемой муфты, рычажно-кулачковой передачи и исполнительного механизма. На рисунке 7 представлен принцип устройства гидромуфты.

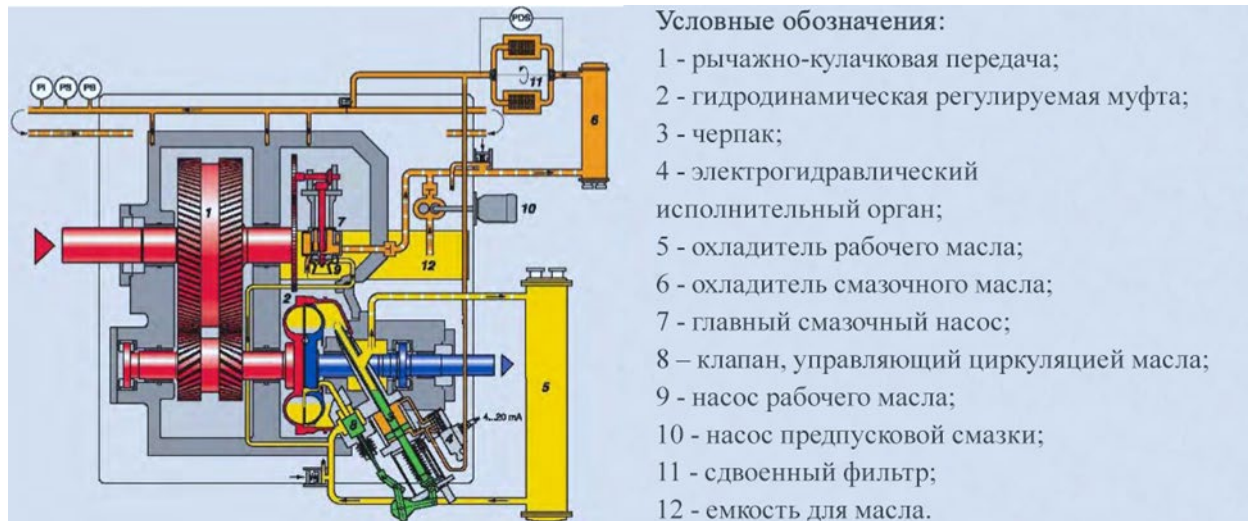


Рисунок 7 – Принцип устройства гидромуфты

Корпус гидромуфты литой, изготовлен из чугуна и оснащён крышкой. Внутри корпуса размещён черпательный механизм и подшипники. Также к корпусу подключены: маслопровод, датчик сопротивления и золотник. Ротор, расположенный в корпусе защищен от брызг перфорированным экраном.

Корпус оснащён четырьмя опорными лапами, благодаря которым он крепится к фундаменту.

К основанию корпуса при помощи шпилек крепится крышка гидромуфты. Также в конструкции используются паронитовые прокладки для уплотнения стыков крышки и корпуса. В устройстве имеется люк, оснащённый съёмной крышкой, через который рабочий персонал при необходимости выполняет ремонт плавких предохранителей ротора. Благодаря наличию люка данный вид работ может быть выполнен без демонтажа и разбора корпуса оборудования.

Вал электродвигателя и гидромуфта соединены зубчатой передачей. Насосный полуротор, а также турбинное колесо изготавливается из стальных поковок – это обеспечивает их максимальную прочность. К ним привариваются радиальные лопасти.

Турбинный ротор включает в своё устройство подшипники качения, один из которых роликовый, а другой упорный. При запуске оборудования и в переменных режимах работы возникают осевые усилия и нагрузки, которые компенсируются благодаря использованию подшипников качения в турбинном роторе.

Повышение экономичности работы НА при частичных нагрузках достигается благодаря использованию гидромуфт. Также в результате использования долговечность работы насоса и арматуры становится больше, напорные характеристики, параллельно работающих насосных агрегатов, приводятся в соответствие.

При выборе устройства для использования гидромуфты и частотно-регулируемые привода рассматриваются между собой как альтернативные. Однако при выборе конкретного технического решения необходимо учитывать достоинства и недостатки каждого из этих двух устройств [14]. На рисунке 8 представлено сравнение ЧРП и гидромуфты.

					Общая часть	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Характеристика	ЧРП	Гидромуфта
Удельная стоимость на единицу мощности насоса	Больше, особенно с тормозным блоком	Меньше
Возможность использования одного устройства на несколько насосов	Да	Нет
Возможность работы двигателя при внезапной поломке устройства	Да (для ЧРП с автоматическим байпасом – переход на питание от сети)	Нет
Надежность устройства	В среднем выше (нет механических, движущихся частей)	В среднем ниже, но есть и высоконадежные агрегаты (зависит от производителя)
Полный КПД насосной установки	Выше (особенно при низких числах оборотов ротора)	Ниже
Обеспечение регулировочного диапазона нагрузок насоса	Полностью	Обычно не позволяет получить максимальную производительность
Плавность пуска	Ниже	Выше
Демпфирование ударов и крутильных колебаний со стороны насоса	Нет	Да
Генерация паразитных токов от инвертора, способных нарушать работу соседних электрических устройств	Да	Нет
Требуемая рабочая площадь под установку	Больше	Меньше
Требования к типу и конструкции электродвигателя	Специальные	Стандартные

Рисунок 8 – Сравнительная характеристика ЧРП и гидромуфты

2.2.4. Противотурбулентные присадки

В трубопровод в поток перекачиваемой среды вводятся специальные высокомолекулярные присадки. В результате их работы происходит процесс уменьшения гидравлического сопротивления трубопроводов и увеличения его пропускной способности.

В настоящее время противотурбулентные присадки изготавливаются в форме суспензии. Они имеют вид высокомолекулярного углеводородного полимера в растворителе. Введение этих присадок уменьшает турбулентность в пристеночной области. Уменьшение турбулентности в пристеночной области сопровождается уменьшением гидравлического сопротивления линейной части (ЛЧ), что приводит к снижению потерь напора на трение.

Противотурбулентные присадки используются в магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах (МН и МНПП) для увеличения пропускной способности и эксплуатационной надёжности трубопроводов, а также для снижения энергопотребления перекачивающей станцией при сохранении прежней производительности перекачки. Увеличение пропускной способности является альтернативой для строительства дополнительных перекачивающих станций и лупингов на магистральных нефтепроводах. Снижение энергопотребления происходит в результате отключения одного насоса на перекачивающей станции, снижения частоты вращения ротора насоса, переключения на насос с меньшим диаметром рабочего колеса, отключения целой ПС с последующим ее выводом из эксплуатации.

В основу работы противотурбулентных присадок заложен эффект Б. А. Томса. Данный эффект основывается на аномальном снижении потерь давления при турбулентном перемещении жидкости по трубопроводу. Эффект Б.А. Томса достигается в результате введения в жидкость в небольших количествах длинноцепного полимера.

Перекачка углеводородов по трубопроводам осуществляется при высоких скоростях потока. В связи с этим в пристеночной области зарождаются завихрения. Полимер противотурбулентной присадки попадет в турбулентный поток. Далее он разворачивается в длинные молекулярные цепочки по длине трубопровода. Возникающие молекулярные нити гасят турбулентные завихрения в потоке, линеаризуя структуру течения и снижая потери энергии при перекачке.

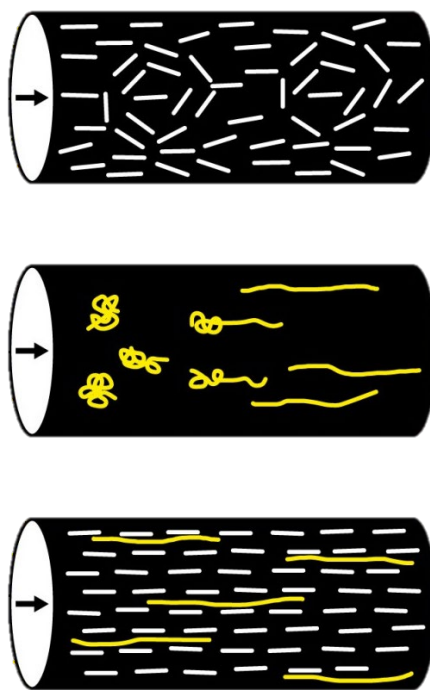


Рисунок 9 – Принцип действия ПТП

Ввод ПТП осуществляется через установку по вводу противотурбулентных присадок. Она предназначена для дозированного ввода противотурбулентной присадки пропорционально перекачиваемому объему нефти (нефтепродукта).

Противотурбулентные присадки являются наиболее эффективными при соблюдении технологии их применения, а именно:

- непрерывного ввода ПТП в турбулентный поток перекачиваемой жидкости;
- ввод ПТП в линейную часть трубопровода на выходе из насосных станций;
- заполнение всего участка трубопровода нефтью, обработанной присадкой;
- использование специализированного оборудования для подачи ПТП [16].

Противотурбулентные присадки имеют следующие достоинства:

- уменьшают капиталовложения на реализацию иных способов повышения энергоэффективности и увеличения эффективного диаметра;
- уменьшают возможность возникновения аварийных ситуаций;
- уменьшают затраты энергии на перекачку;
- увеличивают пропускную способность трубопроводов;
- не оказывают негативного влияния на процесс подготовки нефтяных эмульсий;
- не адсорбируются на поверхности трубопроводов;
- могут применяться совместно с нефтепромысловыми реагентами;
- благодаря снижению внутритрубно́го давления увеличивают эксплуатационную надежность линейной части трубопроводов;
- не меняют физико-химические характеристики нефти, конденсата и нефтепродуктов [16].

					Общая часть	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Расчетная часть

3.1. Исходные данные

Таблица 1 – Исходные данные

Параметр	Значение	Ед. измерения
$G_{\text{планов}}$	152055	т/сут.
$G_{\text{фактич}}$	136986	т/сут.
D	1220	Мм
L	418,5	Км
ρ	837,1	кг/м ³
ν	$7,04 \cdot 10^{-6}$	м ² /с
$\delta_{\text{ср.ост.}}$	12,32	Мм
$H_{\text{мна}}$	202	М
$\eta^{\text{ДВ}}$	97	%
$\eta^{\text{Н}}$	78	%

3.2. Расчет гидравлических потерь при существующей технологии транспортировки

Цель расчета: определение гидравлических потерь трубопровода.

3.2.1. Основные характеристики перекачки нефти по трубопроводу
Внутренний диаметр трубопровода:

$$d = D - 2 \cdot \delta, \quad (1)$$

где D – наружный диаметр трубопровода, м;

δ – средняя остаточная толщина стенки трубопровода.

$$d = 1,22 - 2 \cdot 0,01232 = 1,1954 \text{ м.}$$

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Расчетная часть		Лит.	Лист
Руковод.		Шадрин А.В.		06.06.2022				Листов
Рук. ООП		Брусник О.В.		06.06.2022			41	77
							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А	

При заданном массовом расходе определяется секундный расход нефти:

$$Q = \frac{G_{\text{сут}}}{\rho}, \quad (2)$$

где $G_{\text{сут}}$ – массовый расход;

ρ – плотность нефти при температуре 293К.

$$Q = \frac{136,986 \cdot 10^3 \text{ т/сут}}{837,1 \text{ кг/м}^3} = \frac{136,986 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^3}{837 \text{ кг} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 3600 \text{ с}} = 1,894 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Скорость движения потока нефти при данном расходе:

$$w = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \quad (3)$$

где Q – секундный расход нефти; d – внутренний диаметр трубопровода.

$$w = \frac{4 \cdot 1,894 \text{ м}^3/\text{с}}{3,14 \cdot (1,1954 \text{ м})^2} = 1,688 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

3.2.2. Режим перекачки нефти и зона сопротивления

Рассчитаем число Рейнольдса

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu}, \quad (4)$$

где ν – вязкость нефти при температуре 293К, $\text{м}^2/\text{с}$;

w – скорость движения потока нефти.

$$Re = \frac{1,688 \text{ м/с} \cdot 1,1954 \text{ м}}{7,04 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}} = 286624,$$

Поскольку $Re > 2300$, режим течения жидкости по трубопроводу – турбулентный.

Граничные значения зон сопротивления:

$$Re_l = \frac{10}{\varepsilon}, \quad (5)$$

					Расчетная часть	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Re_{II} = \frac{500}{\varepsilon}, \quad (6)$$

где ε – относительная шероховатость труб.

$$\varepsilon = \frac{e}{d}, \quad (7)$$

где e – средняя абсолютная шероховатость труб.

$$\varepsilon = \frac{0,2 \text{ мм}}{1,1954 \text{ м}} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{1,1954 \text{ м}} = 1,67 \cdot 10^{-4}.$$

$$Re_I = \frac{10}{1,67 \cdot 10^{-4}} = 59880.$$

$$Re_{II} = \frac{500}{1,67 \cdot 10^{-4}} = 2994010.$$

Так как $9880 < Re < 2994010$, то течение нефти происходит в зоне смешанного трения.

Рассчитаем коэффициент гидравлического сопротивления по формуле Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{e}{d} \right)^{0,25}, \quad (8)$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{286624} + \frac{0,2}{1195,4} \right)^{0,25} = 0,016.$$

Потери напора на трение по длине нефтепровода по формуле:

$$h = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g}, \quad (9)$$

где L – протяженность участка нефтепровода;

λ – коэффициент гидравлического сопротивления.

$$h = 0,016 \cdot \frac{418,5 \cdot 10^3 \text{ м}}{1,1954 \text{ м}} \cdot \frac{(1,688 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ м/с}^2} = 813,48 \text{ м}.$$

					Расчетная часть	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.3. Расчет концентрации противотурбулентной присадки

Цель расчета: нахождение необходимой концентрации противотурбулентной присадки.

Коэффициент гидравлического сопротивления до использования противотурбулентной присадки исходя из расчетов составляет $\lambda = 0,016$.

При постоянном давлении должно выполняться равенство:

$$\lambda(Re, \theta) \cdot Q^2 = \lambda_1(Re_1, \theta) \cdot Q_1^2 \quad (10)$$

где λ_1 – коэффициент гидравлического сопротивления при плановом расходе;

Re_1 – число Рейнольдса при плановом расходе;

Q_1 – плановый расход нефтепровода, м³/с.

Плановый секундный расход

$$Q_1 = \frac{152,055 \cdot 10^3 \text{ т/сут}}{837,1 \text{ кг/м}^3} = \frac{152,055 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^3}{837 \text{ кг} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 3600 \text{ с}} = 2,1 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Новое значение коэффициента гидравлического сопротивления рассчитаем по формуле:

$$\lambda_1 = \lambda \cdot \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^2, \quad (11)$$

где Q_1 – плановый секундный расход.

$$\lambda_1 = 0,016 \cdot \left(\frac{1,894}{2,1} \right)^2 = 0,013$$

Эффективность противотурбулентной присадки которая необходима при плановом расходе вычисляется по формуле:

$$\psi = \frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda} \cdot 100\%, \quad (12)$$

где λ_1 – коэффициент гидравлического сопротивления при плановом расходе.

					Расчетная часть	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\psi = \frac{0,016 - 0,013}{0,016} \cdot 100\% = 18,75\%$$

По полученному значению необходимой эффективности ПТП определяем массовую долю присадки в таблице 2.

Таблица 2 – Значения функции $\psi(\theta)$ для ПТП Liquid Power TMW [17]

θ, ppm	0	31	39	43	46	47	48	49	50	50,5	50,99
$\psi(\theta), \%$	0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0

Массовая доля присадки для достижения запланированных объемов перекачки 152055 т/сут. составит $\theta = 38 ppm$. PPM – миллионная доля. Это значит, что на каждую тонну нефти приходится 38 г этого вещества

Таблица 3 – Значения функции $\psi(\theta)$ для ПТП PT FLYDE [18]

θ, ppm	0	1	1,6	2	3	4	5	6
$\psi(\theta), \%$	0	13	20,0	25	30	35	37	39

Массовая доля присадки для достижения запланированных объемов перекачки 152055 т/сут. составит $\theta = 1,49 ppm$. Это значит, что на каждую тонну нефти приходится 1,49 г этого вещества.

Исходя из расчетов можно сделать вывод, что применение отечественной присадки является наиболее приемлемым.

3.4. Расчет снижения мощности, потребляемой одной перекачивающей станцией.

Для оценки взаимосвязи между применением противотурбулентной присадки и энергоэффективностью процесса перекачки, был определен показатель уменьшения мощности потребляемой насосной станцией на основе формулы приведенной в работе [19].

Расчет снижения мощности, которую потребляет ПС после ввода ПТП.

$$\Delta W = \frac{Q \cdot H_{\text{мна}}(Q) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}}{\eta^{\text{H}}(Q) \cdot \eta^{\text{ДВ}}}, \quad (13)$$

где ΔW – уменьшение мощности потребляемой ПС после ввода ПТП, кВт;

ρ – плотность нефти, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$\eta^{\text{H}}(Q)$ – КПД насоса, от. ед.;

$\eta^{\text{ДВ}}$ – КПД электродвигателя, от. ед.;

Q – подача насоса, м³/с.

$$\Delta W = \frac{2,1 \cdot 202 \cdot 837,1 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}}{0,78 \cdot 0,97} = 4604,16 \text{ кВт.}$$

Тогда в стоимостном выражении экономию затрат на электроэнергию за счет применения ПТП на ТУ можно определить следующим образом.

$$\mathcal{E} = n \cdot k \cdot \Delta W \cdot S \cdot t, \quad (14)$$

где S – стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч;

k – количество отключаемых МНА на станции, шт.;

n – количество перегонов, на которых вводится ПТП, шт.;

t – время работы ТУ на одной производительности, ч.

$$\mathcal{E} = 1 \cdot 1 \cdot 4604,16 \cdot 3,55 \cdot 24 = 392274,43 \text{ руб.}$$

По результатам расчетов видно, что при применении противотурбулентной присадки потребляемая мощность уменьшится на 4604,16 кВт в сутки, а экономия затрат на электроэнергию составит 392274,43 руб.

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Магистральный нефтепровод – единый производственно-технологический комплекс, предназначенный для транспортировки подготовленных жидких углеводородов от объектов добычи или пунктов приема до пунктов сдачи потребителям или передачи в распределительные нефтепроводы или иной вид транспорта или хранения, состоящий из конструктивно и технологически взаимосвязанных объектов, включая сооружения и здания, используемые для целей обслуживания и управления объектами магистрального трубопровода.

Магистральные трубопроводы – является основным и одним из дешевых видов транспорта нефти, обеспечивая энергетическую безопасность страны, в тоже время позволяют разгрузить железнодорожный транспорт для перевозок других важных для народного хозяйства грузов.

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.

Поэтому разработка проекта по организационно-техническому обеспечению энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода является выгодным проектом с экономической точки зрения.

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			47	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

С необходимостью энергосбережения магистральных нефтепроводов приходится встречаться при проектировании, сооружении и эксплуатации нефтепроводов. Также открытие новых и истощение существующих месторождений, строительство новых нефтеперерабатывающих заводов предопределяет задачу энергоэффективности всего действующего магистрального нефтепровода.

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

4.2. 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 или ограничения научно-исследовательского 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 или изменения в условиях окружающей среды проекта, которые имеют угрожающий характер для его конкурентоспособности в будущем.

Результаты SWOT-анализа исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы, представлены в таблице 4.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Возможность анализа технологий по повышению энергоэффективности магистрального нефтепровода С2. Разнообразные технологические решения при эксплуатации. С3. Нефтепровод пользуется массовым спросом С4. Применяемые методики соответствуют требованиям нормативных документов. С5. Возможность применения на действующих нефтепроводах	Слабые стороны проекта: Сл1. Большой первоначальный взнос реализации проекта Сл2. Транспортировка оборудования требует больших капиталовложений Сл3. Недостаточное количество современных источников
Возможности: В1. Использование инновационной структуры ТПУ В2. Сотрудничество с заинтересованными компаниями В3. Повышение уровня вовлеченности со стороны государства В4. Возможность применения технологий на большем количестве объектов	1. Использование научной базы ТПУ с целью повышения ресурсоэффективности проекта и увеличения экономической выгоды 2. Учет пожеланий заказчика при соблюдении требований нормативных документов 3. Расширение кадрового состава	1. Применение опыта работы компаний-партнеров 2. Повышение уровня сотрудничества с компаниями другого профиля 3. Отбор высококвалифицированных специалистов 4. Сотрудничество иностранными компаниями
Угрозы: У1. Возможность отказа заказчика от проекта из-за высокой стоимости У2. Истощение запасов месторождений У3. Изменение нормативно-правовой базы У4. Появление новых технологий У5. Возможны проблемы при транспортировке оборудования	1. Постоянное отслеживание изменений в законодательстве 2. Повышенная надежность используемого оборудования 3. Постоянное отслеживание появления новых научных разработок по теме исследования	1. Создание универсального алгоритма подбора технологического оборудования 2. Переквалификация сотрудников предприятия 3. Развитие исследования для возможности применения новых технических решений

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.

4.3. Расчет капитальных затрат

Для применения противотурбулентных присадок, необходима отдельная установка по вводу противотурбулентных присадок. Установка по вводу противотурбулентных присадок предназначена для дозированного ввода противотурбулентной присадки пропорционально перекачиваемому объему нефти (нефтепродукта) с целью снижения гидравлического сопротивления и увеличения пропускной способности трубопровода. Установка по вводу присадок применяются на НПС, ЛПДС магистральных трубопроводов.



Рисунок 10 – Установка по вводу противотурбулентных присадок

4.4. Определение стоимости оборудования

Стоимость оборудования для установки блока дозирования реагента (БДР) представлена в таблице 2, а стоимость материалов для установки блока дозирования реагента (БДР) – в таблице 5.

Таблица 5 – Стоимость оборудования для сооружения блока дозирования реагента

Наименование	Стоимость за единицу, руб.	Количество	Стоимость, руб.
Оборудование, стоимостью свыше 40000 руб.			
Насос-дозатор	79979	1 шт.	79979
Оборудование, стоимостью менее 40000 руб.			
Насос шестеренный	31 841	1 шт.	31 841
Расходная емкость	30607	1 шт.	30607
Фильтр жидкостный	1 195	1 шт.	1195
Клапан предохранительный	290	1 шт.	290
Клапан обратный	290	1 шт.	290
Датчик давления	14789	1 шт.	14789
Визуальный термометр	1200	1 шт.	1200
Датчик расхода	25000	1 шт.	25000
Итого:	185191		

Таблица 6 – Стоимость материалов для сооружения БДР

Наименование	Стоимость за единицу, руб.	Количество	Стоимость, руб.
Оборудование, стоимостью свыше 40000 руб.			
Блок-бокс	135000	1 шт.	135000
Оборудование, стоимостью менее 40000 руб.			
Трубопровод	84,83	100м	8483
Итого:	143483		

Рассчитаем стоимость монтажа перемычки, которая составляет 20% от стоимости оборудования и материалов.

$$Q_{\text{монтаж}} = 0,20 \cdot Q_{\text{оборуд}} + 0,20 \cdot Q_{\text{мат-л}}, \quad (15)$$

$$Q_{\text{монтаж}} = 0,20 \cdot 185191 + 0,20 \cdot 143483 = 65734,8 \text{ руб.}$$

Расчет амортизационных отчислений приведен в таблице 7.

Расчетный срок эксплуатации примем равный одному году.

$$A = \frac{\text{ОПФ}_\text{п} \cdot N_\text{а}}{100}, \quad (16)$$

где А – величина амортизационный отчислений, руб.;

ОПФ_п – первоначальная стоимость, руб.;

N_а – норма амортизации, %;

T – нормативный срок службы.

$$N_\text{а} = \frac{1}{T} \cdot 100\%. \quad (17)$$

Таблица 7 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование	Стоимость за единицу без НДС, руб.	Срок эксплуатации, лет	Годовая норма амортизации	Сумма амортизационных отчислений, руб.
Оборудование, стоимостью свыше 40000 руб.				
Насос-дозатор	67778,81	1	100	67778,81
Материалы, стоимостью свыше 40000 руб.				
Блок-бокс	114406,78	1	100	114406,78
Итого:	182182,59			

Сумма амортизационных отчислений на расчетный период равняется 182182,59 руб.

4.5. Затраты на оплату труда исполнителей работ

Планирование фонда заработной платы ставит своей целью определить общую сумму средств для оплаты труда работников, нанятых для строительства и обслуживания установки.

Расчет фонда заработной платы ведется исходя из численности и среднемесячной зарплаты обслуживающего персонала и нанятого для строительства.

В фонд заработной платы включается вся сумма начисленной заработной платы без вычета налогов, а также без вычета других удержаний, произведенных в соответствие с действующим законодательством. В состав фонда зарплаты включается зарплата, начисленная за проработанное время по тарифным ставкам, окладам, основным расценкам и денежные премии из фонда заработной платы.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблицах 8, 9 представлена заработная плата работников с учетом районного коэффициента 1,3.

Таблица 8 – Зарботная плата работников

Сотрудник	Кол-во человек	Зарботная плата, руб.	Срок работы
Слесарь	2	40000	1 мес.
Сварщик	1	45000	1 мес.
Крановщик	1	90000	7 дней
Ведущий инженер	1	90000	1 мес.
Линейный трубопроводчик	2	40000	1 мес.

Общая численность работников, задействованных в строительстве установки, составляет 7 человек. Затраты на заработную плату на период строительных работ 1 месяц составят:

$$ЗП = 2 \cdot 40000 + 45000 + \frac{90000}{30} \cdot 7 + 2 \cdot 40000 = 226\,000 \text{ руб.}$$

Таблица 9 – Зарботная плата сотрудников, обслуживающих установку

Сотрудник	Кол-во человек	Зарботная плата, руб.	Срок работы
Оператор ТУ	2	65000	1 мес

Общая численность работников, обслуживающих установку ввода противотурбулентных присадок, составляет 2 человека. Затраты на оплату труда составят за 1 месяц:

$$ЗП = 2 \cdot 65000 = 130000 \text{ руб.}$$

4.6. Определение затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию $Q_{\text{эл.эн.}}$ складываются из актуальной стоимости кВт/ч и общей потребляемой мощности и рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{эл.эн.}} = T_{\text{ед}} \cdot W_{\text{потр}} \quad (18)$$

где $T_{\text{ед}}$ – стоимость одного кВт/ч, руб.;

$W_{\text{потр}}$ – потребляемая мощность, кВт/ч.

Потребляемая мощность дозирочного насоса равна 0,3 кВт/ч, а потребляемая мощность шестеренного насоса равна 0,37 кВт/ч. Цена 1 кВт/ч в Томской области равна 3,55 руб. Рассчитаем затраты на электроэнергию:

$$Q_{\text{эл.эн.}} = 3,55 \cdot 0,3 = 1,065 \text{ руб.}$$

$$Q_{\text{эл.эн.}} = 3,55 \cdot 0,37 = 1,314 \text{ руб.}$$

Все данные сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Затраты на электроэнергию

Насос	Мощность, кВт/ч	Цена 1 кВт·ч, руб.	Итого, кВт·ч, руб.	За расчетный период, кВт·ч	За расчетный период, кВт·ч, руб.
Насос-дозатор	0,3	3,55	1,065	2628	9329,4
Шестеренный насос	0,37	3,55	1,314	3241,2	11505,905
Итого	—	—	2,379	5869,2	20835,305

4.7. Расчет стоимости противотурбулентной присадки

Затраты на приобретение необходимого количества противотурбулентной присадки.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 11 – Стоимость ПТП

Наименование	Цена, руб · кг.
PT FLYDE-H	566,75

Исходя из расчетов, приведенных ранее, необходимое количество противотурбулентной присадки в год составляет 2109000кг.

$$Q_{\text{ПТП}} = 226,56195 \cdot 566,75 = 128403,985 \text{руб}$$

Заключение по разделу

В данном разделе был проведен анализ потенциальных потребителей результатов данного исследования, проведен SWOT-анализ. В результате проведенных расчетов и полученных данных можно сделать вывод, наибольшие затраты приходятся на оборудование и материалы для сооружения блока дозирования реагента.

Общая сметная стоимость оборудования для сооружения блока дозирования реагента составила 185191 руб., стоимость материалов для сооружения блока дозирования реагента составила 143483 руб., на оплату труда работникам задействованных в строительстве блока составит 226000 руб., оплата труда работникам обслуживания блока ежемесячно составит 130000 руб.

5. Социальная ответственность

Трубопроводному транспорту нефти и нефтепродуктов уделяется большое внимание, так как данный вид является наиболее безопасным и эффективным при транспортировке на дальние расстояния.

Обеспечение стабильного функционирования и надежности магистральных нефтепроводов входит в ряд первоочередных задач при их строительстве и эксплуатации. В связи с этим на данных производствах необходима разработка мероприятий по улучшению условий труда, главной целью которых должно быть создание благоприятных условий, необходимых для высокопроизводительной работы, устранения профессиональных заболеваний, производственного травматизма и причин им способствующих.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При выполнении комплекса работ по прокладке нефтепровода необходимо использовать современные средства техники безопасности и соблюдать правила охраны труда. Работающих необходимо обеспечить санитарно-гигиеническими и безопасными условиями труда с целью устранения производственного травматизма и профессиональных заболеваний. В зависимости от выполняемых работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и защитными средствами.

Для выполнения работ допускается только аттестованный персонал, имеющий удостоверения аттестации и допуск к данным видам работам. Обучение персонала производится в соответствии с централизованным графиком повышения квалификации и профессиональной переподготовкой руководителей и специалистов.

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А. В.		06.06.2022			57	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

Рабочее пространство и рабочее место должны проектироваться в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6385-2007. Для эффективного выполнения рабочих обязанностей необходимо иметь достаточное пространство, обеспечивающее удобные рабочие позы, возможность их вариаций и передвижений. Оборудование должно быть легкодоступным и безопасно. Рабочее пространство должно быть спроектировано таким образом, чтобы трудящийся не утомлялся вследствие продолжительного мускульного напряжения.

Рабочее место и его оборудование, применяемое в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность персонала. Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации в аварийной ситуации.

Организация и состояние рабочих мест, а также расстояния между рабочими местами должны обеспечивать безопасное передвижение работников и транспортных средств, удобные и безопасные действия с материалами, а также техническое обслуживание и ремонт производственного оборудования. На рабочих местах безопасность оборудования и производственных процессов должна обеспечиваться в соответствии с требованиями эксплуатационно-технической документации, а условия труда должны соответствовать государственным нормативным требованиям охраны труда.

5.2. Производственная безопасность

Выполнение технологических операций не должно причинять вреда работнику предприятия. Вредные и опасные факторы, влияющие на организм трудящегося, должны быть быстро выявлены и по мере возможности устранены или уменьшены масштабы их воздействия. Для оценки этих факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

производственные факторы. Классификация. В таблице 12 приведены опасные и вредные факторы, связанные с запроектированными видами работ.

Таблица 12 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Погрузочно - разгрузочные работы	Сварочно - монтажные работы	Работы по использованию ПТП	
Опасные производственные факторы				
Факторы, связанные с электрическим током	–	+	–	ГОСТ 12.1.045-84; ГОСТ Р 12.1.019-2009
Взрыво- пожароопасность	–	+	–	ГОСТ 12.1.004-91; ГОСТ 12.1.010-76
Вредные производственные факторы				
Повышенный уровень шума	+	+	–	ГОСТ 12.1.003-2014; ГОСТ 24346-80
Токсическое воздействие на организм человека химических веществ	–	–	+	ГН 2.2.5.686-98
Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96
Повреждения в результате контакта с насекомыми, животными	+	–	–	СанПиН 3.2.3215-14

5.3. Анализ вредных производственных факторов

5.3.1. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Длительное воздействие шумов отрицательно сказываются на эмоциональном состоянии персонала, а также может привести к снижению

слуха. В соответствии с ГОСТ 12.1.003 – 2014 допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления свыше 135 дБА. К коллективным средствам и методам защиты от шума относятся: использование средств звукоизоляции (звукоизолирующие кожухи) и средств звукопоглощения.

В качестве СИЗ Государственным стандартом предусмотрены заглушки, заглушающая способность которых составляет 6-8 дБА. В случаях более высокого превышения уровней шума следует использовать наушники, надеваемые на ушную раковину.

5.3.2. Токсическое воздействие на организм человека химических веществ

Одним из способов увеличения энергоэффективности нефтепровода является использование противотурбулентных присадок. Противотурбулентные присадки при попадании на кожные покровы и слизистые оболочки вызывают раздражение и имеют мутагенное действие. По параметрам острой токсичности относятся к умеренно опасным веществам. Пары в концентрациях, превышающих ПДК для воздуха рабочей зоны, оказывают воздействие на ЦНС, почки и печень, на слизистые оболочки глаз и органов дыхания.

Защита дыхательных органов осуществляется с помощью разнообразных противогазов и респираторов. Органы зрения защищаются путем использования предохранительных очков. Также объект должен иметь на балансе приборы для замера вредных веществ (газоанализаторы, лазерная техника).

5.3.3. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Микроклимат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность радиационного излучения солнца, величину атмосферного давления.

					Социальная ответственность	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Высокая температура способствует ускоренному утомлению работника, может стать причиной перегрева, теплового удара. Низкая температура может также негативно влиять на организм человека, она может вызвать охлаждение организма, простудное заболевание или даже обморожение. Подвижность воздуха увеличивает теплоотдачу организма. Она имеет положительное значение при высоких температурах, а при низких – отрицательное. Низкая влажность может стать причиной пересыхания слизистых оболочек дыхательных путей.

5.3.4. Повреждения в результате контакта с насекомыми, животными

Согласно СанПиН 3.2.3215-14 на предприятиях должно осуществляться непрерывное наблюдение за паразитарными болезнями, должен проводиться надзор за эпидемическим процессом, а также должны разрабатываться и корректироваться профилактические мероприятия с целью их предотвращения.

В полевых условиях наиболее опасны укусы энцефалитного клеща. Поэтому нужно уделять особое внимание профилактике энцефалита. Основное профилактическое мероприятие – противоэнцефалитные прививки, которые создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу.

Во избежание этого негативного фактора работники должны правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты, использовать при работе репелленты.

5.4. Анализ опасных производственных факторов

5.4.1. Факторы, связанные с электрическим током

Нефтегазовое производство должным образом электрифицировано, поэтому работник данной отрасли постоянно сталкивается с электроприборами или оборудованием, находящимся под напряжением.

Источником поражения электрическим током могут являться плохо изолированные токопроводящие части, провода от сварочного аппарата или

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

электродвигателя. В электрической цепи значение параметра напряжения должно удовлетворять ГОСТ 12.1.019 – 2009 и быть не более 50 мА. Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрического удара и профессиональных заболеваний.

Коллективные средства электрозащиты: изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль, установка оградительных устройств, предупредительная сигнализация и блокировка, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, диэлектрические боты, изолирующие подставки.

5.4.2. Пожароопасность и взрывоопасность

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 объекты нефтегазовых промыслов должны быть оборудованы системами пожарной безопасности, которые в случае опасности должны незамедлительно оповестить рабочий персонал. В случае возникновения пожарной ситуации основной задачей работников производства является предотвращение образования горючей среды и (или) источников зажигания, а также организация защиты и безопасной эвакуации людей. Перед началом взрывоопасных или пожароопасных работ с работниками проводится инструктаж и выдается наряд-допуск. Также каждому работнику выдаются средства личной защиты, к ним относятся газоанализаторы, противогазы, респираторы. В местах повышенной опасности должно находиться специальное оборудованное место для тушения очага пожара.

В целях безопасности людей на случай пожара должны быть правильно спроектированы здания и помещения, которые гарантируют быструю эвакуацию персонала и ограничивают распространение пожара. Отделка стен и потолков не должна содержать горючих и выделяющих удушающих газов в

					Социальная ответственность	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

процессе горения материалов, все противопожарное оборудование должно всегда находиться в боевой готовности, все работники должны быть ознакомлены с противопожарными инструкциями и планами эвакуаций. К средствам защиты при возникновении пожарных ситуаций относятся противогазы, респираторы и аптечки, которые должны находиться в доступных для работников местах.

5.5. Экологическая безопасность

Практически все технологические процессы строительства и эксплуатации проектируемого магистрального нефтепровода в той или иной степени оказывают техногенное воздействие как на отдельные компоненты окружающей природной среды (атмосферный воздух, акватории водоемов и грунтовых вод, растительный покров), так и на целую группу природных компонентов одновременно.

Защита атмосферы. Наибольшее воздействие на атмосферу при ремонте и эксплуатации нефтепровода представляют различные машины. Второстепенное воздействие оказывают сварочные работы, работы по резке металла. При работе различных частей машин и механизмов выделяются: оксид углерода, оксид азота, диоксид серы, керосин, углерод. При сварочных работах выделяется сварочный аэрозоль, в состав которого входят: оксид железа, марганец и его соединения, пыль неорганическая, фтористые газообразные соединения, оксид азота (IV), оксид углерода. Для защиты нефтепровода от коррозии используются покрывные материалы. Чаще всего покрытие осуществляется методом распыления, что подвергает опасность выделения аэрозоля краски.

В настоящее время для контроля над наличием определенной концентрации вещества в атмосфере установлено два норматива: среднесуточная предельно-допустимая концентрация и максимальная разовая предельно-допустимая концентрация. Для снижения уровня загрязнения необходимо:

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

- разработка и внедрение очистных фильтров на предприятиях;
- использование экологически безопасных источников энергии; использование безотходной технологии производства;
- борьба с выхлопными газами автомобилей.

Защита гидросферы. В процессе эксплуатации и ремонта нефтепровода появляется большое количество отходов производства. Утилизация таких отходов должна быть осуществлена только в специально предназначенные для этого места, не допускается сброс отходов в водные источники во избежание загрязнений водного ресурса. Для того чтобы воздействие при строительстве нефтепровода было минимальным, необходимо проводить следующие мероприятия:

- все горюче-смазочные материалы должны быть слиты в отведенные для этого места;
- промышленные и бытовые отходы должны быть утилизированы в отведенные для этого места;
- вывоз отходов строительства должен быть санкционированным и своевременным.

Защита литосферы. Строительное производство потребляет большое количество различного природного сырья: гравия, песка, щебня. Также при непосредственном строительстве и ремонте нефтепровода происходит серьезное нарушение ландшафта: расчистка земель, далее снятие плодородного слоя почвы и выполнение земляных работ.

Земляные работы при строительстве трубопроводов меняют морфологию участков земной поверхности, на длительное время исключают из хозяйственного оборота территории, уничтожают растительность, способствуют эрозии, загрязняют окружающую среду.

Наиболее эффективным методом сохранения земельных ресурсов при строительстве нефтепроводов является рациональное использование ресурса. Этого можно добиться при соблюдении всех норм и правил, предусмотренных

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

нормативными документами. Основными методами сохранения земельных ресурсов являются: исправление ландшафта, измененного во время работ; создание гидротехнических сооружений; обработка почвы путем внесения удобрений. Если происходят экстренные случаи, приводящие к загрязнению почвенных структур, то необходимо проводить рекультивацию затронутых производством земель в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04-83.

5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации на трубопроводном транспорте могут возникнуть по различным причинам, например, паводковые наводнения, лесные пожары.

Наиболее распространенными ЧС на магистральных нефтепроводах являются пожары, взрывы, аварийные разливы нефти и нефтепродуктов.

Рассмотрим ЧС, возникшую вследствие аварийного разлива нефти и нефтепродуктов, так как это один из наиболее чаще встречающихся видов ЧС. Основными причинами аварийного разлива нефти могут служить разрывы и проколы трубопровода, образовавшиеся вследствие несанкционированных врезок, превышение давления нефти в трубопроводе над допустимым, а также разрушение металла трубы под действием коррозии. Для предотвращения возникновения ЧС необходимо осуществлять периодический контроль над состоянием нефтепровода путем проведения технического обслуживания, а также проводить диагностирование коррозионного состояния труб и сварных стыков и проверку целостности изоляционного покрытия.

В случае обнаружения разлива нефти работник обязан сообщить диспетчеру районного нефтепроводного управления (РНУ) точное место аварии; обстановку на местности; характер разлива нефти; наличие вблизи населенных пунктов, водоемов, шоссейных дорог; состояние подъездных дорог и проездов к месту аварии; погодные условия. До приезда бригады линейно-эксплуатационной службы (ЛЭС) необходимо:

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

- оградить предупредительными знаками место выхода и разлива нефти;
- предупредить доступ посторонних лиц и транспортных средств в зону аварии;
- принять меры по предотвращению или сокращению растекания нефти путем создания земляных валиков с использованием каких-либо подручных средств.

Ликвидация аварийных разливов нефти осуществляется в следующей последовательности:

- В случае разливов нефти на грунте используют насыпи, перехватывающие траншеи, подпорные стенки, а также заграждения из сорбирующих материалов; при разливах нефти на водной поверхности используют ограждения, диспергенты и сорбенты; разливы нефти в зимних условиях локализуются с помощью заграждений, дамб и снежных преград.
- Ликвидация разлива нефти осуществляется путем сбора разлитой нефти с помощью нефтесборных машин, судов-нефтесборщиков, ручным и механизированным способом, применением сорбентов. Для каждого случая разрабатывается план ликвидации аварийного разлива нефти, в котором указываются основные решения по организации работ.

Пожаром называется неконтролируемое горение. Опасные факторы пожара: высокая температура, выброс в воздух ядовитых продуктов горения, выгорание в зоне пожара кислорода, разрушение зданий и сооружений, разрушение технологического оборудования.

Взрывом является воспламенение газовой смеси, распространяющееся с огромной скоростью и сопровождающееся большим выбросом энергии.

До начала работ должны быть разработаны мероприятия по пожарной

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

безопасности, которые вносятся в план производства работ. Мероприятия по предотвращению пожара:

- высокая температура;
- выброс в воздух ядовитых продуктов горения;
- выгорание в зоне пожара кислорода;
- разрушение зданий и сооружений;
- разрушение технологического оборудования.

Взрывом является воспламенение газовойздушной смеси, распространяющееся с огромной скоростью и сопровождающееся большим выбросом энергии.

До начала работ должны быть разработаны мероприятия по пожарной безопасности, которые вносятся в план производства работ. Мероприятия по предотвращению пожара:

- работы должны производиться с соблюдением правил пожарной безопасности;
- персонал должен быть обучен безопасным методам ведения ремонтных работ на объектах магистрального трубопровода и должен пройти внеочередной инструктаж по пожарной безопасности;
- проведение периодического контроля состояния воздушной среды в рабочей зоне;
- работники должны быть одеты в спецодежду, не накапливающую статическое электричество, и иметь средства индивидуальной защиты;
- электрооборудование должно находиться в исправном состоянии и быть заземлено;
- рабочее место должно быть оснащено первичными средствами пожаротушения.

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

Для предупреждения возникновения аварий и ЧС на магистральных нефтепроводах и снижения их последствий, предприятиям необходимо проведение следующих мероприятий:

- строго следить за выполнением приказа Ростехнадзора от 22.01.2009 № 883 «О распределении полномочий по организации надзорной деятельности за объектами магистрального трубопроводного транспорта»;
- уделять особое внимание качеству построенных объектов;
- подбирать и использовать новые технологии и материалы для обеспечения бесперебойной работы и надежной эксплуатации оборудования
- своевременно проводить профилактические и плановые работы по выявлению различных видов дефектов оборудования, их ремонт или замену;
- своевременно выполнять аварийно-ремонтные и восстановительные работы;
- соблюдать требования техники безопасности и охраны труда и проводить на регулярной основе обучение, тестирование и тренировки персонала по специальной программе обучения действиям по локализации и ликвидации аварий, а также способам защиты от поражающих факторов.

Вывод

В данном разделе проведены анализы возможных вредных и опасных факторов при транспортировке нефти и нефтепродуктов по магистральному нефтепроводу, а также рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, вопросы по обеспечению экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

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

При выполнении работ по транспортировке углеводородов по трубопроводу основные параметры микроклимата и другие параметры должны находиться в допустимых пределах, указанных выше. Кроме того, перечисленные нормы и правила должны быть соблюдены с целью создания безопасной среды работы для работников и не нанесения вреда окружающей среде.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Заключение

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы бакалавра были проанализированы факторы, снижающие энергоэффективность объектов магистрального нефтепровода, а также организационно-технические решения, используемые для повышения энергоэффективности.

По завершению выполнения работы получены следующие результаты:

- проанализированы природно-климатические и географические особенности Томской области. В ходе анализа факторы, снижающие или оказывающие негативное влияние на процесс транспортировки нефти по магистральным трубопроводам или другие объекты магистрального трубопровода, не выявлены.
- изучена нормативно-техническая документация, регламентирующая эксплуатацию магистрального нефтепровода и других его объектов. Были проанализированы статистика затрат электроэнергии при перекачке нефти по магистральному нефтепроводу; факторы, снижающие энергоэффективность перекачки нефти по трубопроводу; технические решения по повышению энергоэффективности процесса транспортировки нефти по трубопроводу, а также требования к применяемым методам.
- в ходе выполнения технологического расчета были определены основные характеристики перекачки нефти, режим течения турбулентный, потери напора на трение составляют 813,48м, рассчитана необходимая концентрация противотурбулентной присадки, показатель уменьшения мощности потребляемой

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрин А.В.		06.06.2022			70	77
Рук. ООП		Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

перекачивающей станцией равен 4604,16 кВт при использовании ПТП и экономия затрат на электроэнергию составляет 392274,43 руб.

- изучены аспекты финансового менеджмента, определены затраты на применение противотурбулентных присадок и рассмотрены вопросы социальной ответственности, связанные с эксплуатацией объектов магистрального нефтепровода и применением присадок.

Таким образом, по итогам проделанной работы можно утверждать, что поставленная цель достигнута, а задачи выполнены.

					Заключение	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список литературы

1. Ревель – Муроз П. А. Разработка методов повышения энергоэффективности нефтепроводного транспорта с внедрением комплекса энергосберегающих технологий: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.19 / П. А. Ревель – Муроз. – Уфа, 2018. – 202 с.
2. Годовой отчет за 2018 год ПАО «Транснефть» [Электронный ресурс]: официальный сайт // ПАО «Транснефть». – URL: <https://www.transneft.ru/investors/219/> свободный, (дата обращения: 12.03.2022). – Текст: электронный.
3. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]: учеб. -метод. комплекс для студ. спец. 1-70 05 01 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» / сост. В. К. Липский, М. Е. Демидова. – Новополюк: ПГУ, 2007. – 312 с. URL: https://elib.psu.by/bitstream/123456789/11520/1/Lipskij_2007.pdf, свободный, (дата обращения: 16.03.2022). – Текст: электронный.
4. Отчёт об устойчивости развития – 2020 ПАО «Транснефть» [Электронный ресурс] – URL: <https://rspp.ru/upload/uf/747/ПАО%20«Транснефть»%20ОУР%202020.pdf> свободный, (дата обращения: 19.003.2021). – Текст: электронный.
5. Богданов, Р. М. К анализу эффективности потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте углеводородов / Р. М. Богданов // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 7-3. – С. 23-28.

					Организационно-техническое обеспечение энергоэффективности объектов магистрального нефтепровода			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Федченко А.		06.06.2022	Список литературы	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Шадрина А.В.		06.06.2022			72	77
Рук.	ООП	Брусник О.В.		06.06.2022		Отделение нефтегазового дела Группа 2Б8А		

6. Программы стратегического развития ОАО «АК «Транснефть» [Электронный ресурс] : официальный сайт // ПАО «Транснефть». – URL: <https://www.transneft.ru/about/development-system/398> свободный, (дата обращения: 23.03.2022). – Текст: электронный.
7. Коршак, А. А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов / А. А. Коршак, А. М. Нечваль - Ростов н/Д : Феникс, 2017. - 540 с.
8. Шишкина Д. Нетрадиционный способ повышения производительности трубопроводного транспорта / Д. Шишкина, Р. Гареев // Практико-ориентированные молодежные исследования проблем региона: Материалы региональной научно-практической конференции обучающихся и студентов, Ялуторовск, 30 апреля 2014 года / Под редакцией Ю.Н. Фролова, О.Ю. Свибович. – Ялуторовск: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2014. – С. 8-10.
9. Эксплуатация магистральных нефтепроводов и нефтехранилищ : учебное пособие / составители Т. А. Гунькина, М. Д. Полтавская. — Ставрополь : СКФУ, 2016. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155179> (дата обращения: 15.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Рудаченко А.В. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.В. Рудаченко, Н.В. Чухарева, А.В. Жилин. – Томск: Изд – во Томского политехнического университета, 2008. – 238 с.
11. Применение ЧРП для повышения энергоэффективности насосной установки [Электронный ресурс]: / Афанасьев А.В., Беккер Л.М., Твердохлеб И.Б – URL: <https://en-res.ru/wp-content/uploads/2012/12/statya-15.pdf> свободный, (дата обращения: 07.06.2021). – Текст: электронный.

					Список литературы	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

12. Трубопроводный транспорт нефти / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак и др.; Под ред. С.М. Вайнштока: Учеб. для вузов: В 2 т. 2 - е стер. изд. М.: - Т. 1. - 407 с.: ил ООО «Недра - Бизнесцентр», 2006. - ISBN 5-8365-0247-1.
13. Лукманов М.Р. Дополнительные способы повышения энергоэффективности нефтепроводного транспорта / М. Р. Лукманов, С. Л. Семин, П. В. Федоров // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2020. – Т. 10. – № 5. – С. 558-565. – DOI 10.28999/2541-9595-2020-10-5-558-565. – EDN YYXIKN.
14. Эксплуатация механо-технологического оборудования: учебное пособие / Ю. Д. Земенков, Е. Л. Чижевская, П. В. Павлов и др.; под общей ред. Ю. Д. Земенкова. – Тюмень: ТИУ, 2020. – 239 с. – Текст: непосредственный.
15. Евтух К.А. Об экономической эффективности замены узлов дросселирования давления на нефтеперекачивающих станциях частотно-регулируемыми приводами или гидромuftами / К. А. Евтух, Е. В. Вязунов, А. Ф. Бархатов // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2014. – № 2(14). – С. 15-21. – EDN SGSMEI.
16. Противотурбулентная присадка «M-FLOWTREAT» [Электронный ресурс]: сайт производителя присадок // ООО «Миррико». – URL: <http://www.mirrico.ru> свободный, (дата обращения: 25.04.2022). – Текст: электронный.
17. Чухарева Н.В. Транспорт скважиной продукции: учебное пособие [Электронный ресурс] // Н.В. Чухарева, А.В. Рудаченко, А.Ф. Бархатов, Д.В. Федин. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 357 с.

					Список литературы	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

18. ОТТ-23.040.00-КТН-104-17. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Присадки противотурбулентные. Общие технические требования. – URL: https://niitn.transneft.ru/u/ovp_main_pdf_file/7911/ott-23.040.00-ktn-104-17_sr.pdf (дата обращения: 1.05.2022). – Текст: электронный.
19. Бархатов А. Ф. Противотурбулентная присадка как один из способов снижения капитальных и эксплуатационных затрат / А. Ф. Бархатов, П. Е. Настепанин // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2014. – № 3(15). – С. 18-26.
20. ГОСТ Р 59825-2021. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Установка для ввода противотурбулентных присадок. ГОСТ Р 59825-2021. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Установка для ввода противотурбулентных присадок. Общие технические условия. Технические условия: дата введения 2022-04-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181511> (дата обращения: 17.05.2022). – Текст: электронный.
21. Панкратов А.В. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ : методическое руководство к выполнению индивидуального задания для студентов специальности 08.05.02 «Экономика и управление на предприятии (в нефтяной и газовой промышленности)» / А.В. Панкратов , А.В. Шадрина. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011 . – 54 с.
22. Крец В.Г. Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ : учебное пособие / В.Г. Крец , А.В. Шадрина , Н.А. Антропова; Томский политехнический университет . – 2-е изд ., испр. и дп. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 356 с.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

23. Трубопроводный транспорт нефти / С.М. Вайншток, В.В. Новоселов, А.А. Прохоров, А.М. Шаммазов и др.; Под ред. С.М. Вайнштока : учеб. для вузов : В 2 Т. – 2-е – М.: ООО «Недра - Бизнесцентр», 2006. – стер. изд. 621 с.: ил. ISBN 5-8365-0248 – X Т. 2.
24. Трубопроводный транспорт нефти / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак и др.; Под ред. С.М. Вайнштока : учеб. для вузов : В 2 Т. 2 - е стер. изд. - М.: ООО «Недра - бизнесцентр», 2006. - Т. 1. - 407 с.: ил. ISBN 5-8365-0247-1
25. Лурье М.В. Теоретические основы трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа : [учебник] / М. В. Лурье. - М. : Недра, 2017. - 477 с. - ISBN 978-5-8365-0480-9
26. Проектирование и эксплуатация нефтепроводов: учебник для нефтегазовых вузов / Лурье М.В., Мастобаев А.Н., Ревель - Муроз П.А., Сощенко А.Е. – М.: ООО "Издательский дом Недра", 2019. - 434 с.: ил. ISBN 978-5-8365-0498-4
27. Саруев А.Л. Эксплуатация магистральных газонефтепроводов и хранилищ : учебное пособие / А.Л. Саруев ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 184 с.
28. Макаров С.С. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Математические модели в нефтегазовом комплексе»: учебно-методическое пособие / С. С. Макаров, К. Э. Чекмышев – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2014. – 56 с.
29. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы: дата введения 2013-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103173> (дата обращения: 13.04.2022). – Текст: электронный.

					Список литературы	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

30. Противотурбулентные присадки «PT FLYDE» [Электронный ресурс] : сайт производителя присадок // ООО «НИКА-ПЕТРОТЭК». – URL: <https://nikapetrotech.com/reagenty-himicheskie/protivoturbulentnie-prisadki-pt-flyde/> свободный, (дата обращения: 21.05.2022). – Текст: электронный.
31. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018): дата введения 2001-12-21. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст: электронный.
32. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 №2451 «Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»: дата введения 2020-12-31. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573319208> (дата обращения: 26.05.2022). – Текст: электронный.
33. РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95*). Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий: дата введения 2000-06-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007590> (дата обращения: 22.05.2021). Текст: электронный.
34. 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: 17.05.2021). – Текст: электронный.
35. ГОСТ Р 59057-2020. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель: дата введения 2021-04-01.

					Список литературы	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		