

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Кафедра теоретической и прикладной механики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Способы защиты деталей центробежного насоса от разрушающего влияния коррозии

УДК 621.671:620.197

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Гусев Роман Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Беляев Д.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Антонова И.С.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ ИНК НИ ТПУ	Невский Е.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПМ	Пашков Е.Н.	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения ООП

Код Результ ата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Общекультурные компетенции		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук для обеспечения полноценной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10)1, Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК -13; ОК-14, ОК-15), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2, п. 5.2.8 , п. 5.2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК -5; ОК -6; ОК -8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.16), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, уметь проявлять личную ответственность.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на нефтегазовых производствах.	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12; п. 5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.13), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

	машиностроительного, нефтегазового комплекса и в отраслевых научных организациях.	
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в нефтегазовой отрасли, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной продукции.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.5; п. 5.2.7; п. 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7, п. 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (п.5.2.4, п. 5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий нефтегазового производства.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (п.5.2.3; п. 5.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1; п. 5.2.9), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

	автоматизированного проектирования.	
P13	Готовность составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.	Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.7; п. 5.2.15), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P14	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.	Требования ФГОС (ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-25), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4; п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P15	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в нефтегазовом производстве.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.8; п. 5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
 Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
 Кафедра теоретической и прикладной механики

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4Е31	Гусеву Роману Владимировичу

Тема работы:

Способы защиты деталей центробежного насоса от разупрочняющего влияния коррозии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	07.03.2017, № 2305/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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></p>	<p>Объект исследования - закрытое рабочее колесо, снятое с эксплуатации. Материал - чугун. Условия эксплуатации: центробежный насос, перекачивающий горячую воду при температуре 70°С в течение 7 лет.</p>
<p>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></p>	<ol style="list-style-type: none"> Обзор возможных видов антикоррозийной защиты с целью определения их влияния на центробежный насос. Выбор оптимального способа защиты и расчет скорости коррозии. Финансовый менеджмент Социальная ответственность Выводы по работе.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Рабочее колесо с коррозионным влиянием, схема установки ингибитора, презентация</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент,	Антонова И.С., доцент, к.э.н.

ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	Невский Е.С., ассистент
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	06.02.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Беляев Д.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Гусев Роман Владимирович		

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки: «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»
Уровень образования: бакалавриат
Кафедра теоретической и прикладной механики
Период выполнения: весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.05.2017	<i>Теоретическая часть работы</i>	50
20.05.2017	<i>Выполнение расчетной части работы</i>	40
25.05.2017	<i>Устранение недочетов в работе</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Беляев Д.В.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМП	Пашков Е.Н.	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 81 с., 6 рис., 19 табл., 13 источников.

Ключевые слова: коррозия, центробежный насос, защита ингибированием, скорость коррозии

Объектом исследования являются Основные детали центробежного насоса и влияние коррозионных процессов на них.

Цель работы – Предложение оптимального способа защиты от коррозии основных деталей центробежного насоса.

В процессе исследования проводились на рабочее колесо центробежного насоса, исследования велись на базе Шингинского месторождения.

В результате исследования был предложен наиболее оптимальный антикоррозийный способ защиты

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Скорость коррозии

Степень внедрения: поверхностная

Область применения: центробежный насос

Экономическая эффективность/значимость работы применения этого способа значительно повышает эффективность и снижает затраты на коррозионную защиту

В будущем планируется усовершенствование способа внедрения ингибитора.

Содержание:

Введение	12
1. Оценка влияния коррозии на детали центробежного насоса.....	14
1.1 Виды коррозионных разрушений деталей центробежных и насосов.....	14
1.2 Механизм коррозионных разрушений деталей центробежных насосов.....	15
1.3 Существующие способы и методы защиты деталей центробежного насоса от коррозии.....	17
1.4 Особенности коррозионных процессов глубинно-насосного оборудования	21
2. Исследование влияние коррозии на работу центробежного насоса.	24
2.1 Оценка влияния коррозии на параметры работы центробежного насоса.....	24
2.2. Оценка влияния коррозии на прочность деталей центробежного насоса.....	28
3. Предложения по способам защиты от коррозии наиболее уязвимых деталей центробежного насоса.....	30
4.Расчет на прочность от действия коррозии наиболее уязвимых деталей центробежного насоса.	36
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и Ресурсосбережение.....	40

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования	40
5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	41
5.3 SWOT-Анализ	43
5.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	47
5.5 Планирование научно-исследовательских работ	49
5.6. Бюджет научно-технического исследования	54
5.7 Определение ресурсоэффективности проекта	62
6. Социальная ответственность	68
6.1 Анализ выявленных вредных факторов	68
6.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	69
6.1.2 Повышенный уровень вибрации.....	70
6.1.3 Электрические поля.....	71
6.2 Анализ выявленных опасных факторов.....	72
6.2.1 Электробезопасность	72
6.2.2 Воздействие ингибиторов на человека.....	72
6.3 Охрана окружающей среды.....	73
6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	74
6.4.1 Пожаровзрывобезопасность	74
6.4.2 Система противопожарной защиты.....	75
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	76
6.5.1 Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	76

Заключение.....	79
Список использованных источников.....	80

Введение

Обеспечение долговечности конструкций – понятие, включающее в себя как технологические, так и конструктивные требования.

Защита от коррозии - одна из главных проблем в решении этого вопроса. Под влиянием разрушительных атмосферных воздействий и агрессивных сред металлические конструкции постепенно утрачивают первоначальный внешний вид и теряют свои качества. В таких случаях очень остро встает вопрос о защите металла от коррозии.

Коррозией называется разрушение поверхности металлов под влиянием химического и электрохимического воздействия внешней среды. Коррозия разъедает металл, делая непригодным его дальнейшее использование и эксплуатацию. С течением времени это приводит к снижению прочности, а в ряде случаев и к разрушению металлических изделий.

Быстрота коррозионных процессов зависит от условий, в которых изготавливаются и эксплуатируются изделия. Поскольку устранить атмосферное воздействие на металлические конструкции практически невозможно, то и коррозию следует признать вечным спутником металла. Процесс коррозии включает в себя четыре основных элемента. Это – катод (или электрод, на котором происходит катодная реакция), анод (или электрод, на котором происходит анодная реакция), проводник электронов (металл, проводящий электрический ток) и проводник ионов (проводящая электрический ток жидкость или электролит).

В настоящее время защиту от коррозионного влияния можно разделить на:

- способы воздействия на металл;
- способы воздействия на технологическую (окружающую) среду;
- комбинированные способы.

Цель работы провести анализ учебной и научной литературы по вопросу защита металла от коррозии в центробежных насосах. Дать понятие и охарактеризовать сущность процесса коррозии металла. Описать методы защиты металла от коррозии. Предложить оптимальный метод защиты от коррозионных процессов в деталях центробежного насоса.

1. Оценка влияния коррозии на детали центробежного насоса

1.1 Виды коррозионных разрушений деталей центробежных насосов

Коррозия, в следствие природы металла, агрессивной среды и других различных условий, приводит следующим видам разрушений. На рис. 1 демонстрированы разрезы через прокорродировавший образец металла, иллюстрирующие возможные изменения рельефа поверхности в результате действия коррозии.

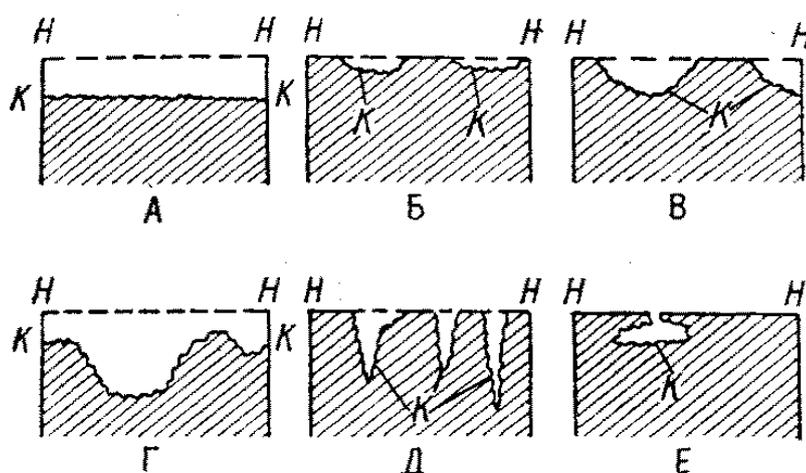


Рисунок 1.1 – Схематическое изображение различных видов коррозии: А – равномерная коррозия; Б – коррозия пятнами; В, Г – коррозия язвами; Д – точечная коррозия (питтинг); Е – подповерхностная коррозия; НН – исходная поверхность металла; КК – рельеф поверхности, измененный вследствие коррозии.

Бывает коррозия протекает со скоростью, почти равной по всей поверхности. В этом случае поверхность становится на не большую долю больше шероховатой, чем исходная (рисунок 1.1А) Чаще наблюдается различная скорость коррозии на отдельных участках: пятнами (рисунок 1.1Б), язвами (рисунок 1.1В и 1.1Г). Если язвы имеют малое сечение, но относительно большую глубину, (рисунок 1.1Д), то говорят о точечной коррозии (питтинг). В некоторых условиях маленькая язва распространяется вглубь и вширь под

поверхностью (рисунок 1.1Е). Неравномерная коррозия значительно более опасна, чем равномерная. Неравномерная коррозия, при сравнительно небольшом количестве окисленного металла, вызывает большое уменьшение сечения в отдельных местах. Язвенная или точечная коррозия могут привести к образованию сквозных отверстий, например в листовом материале, при малой потере металла [31]. Выше указанная классификация, конечно, условна. Бывают многочисленные формы разрушения, лежащие между характерными типами, показанными на рисунок 1.2.



Рисунок 1.2 – Межкристаллитная коррозия.

Сплавы подвержены своеобразному виду коррозии, протекающей только по границам кристаллитов, которые оказываются отделенными друг от друга тонким слоем продуктов коррозии (межкристаллитная коррозия). Здесь потери металла очень малы, но сплав теряет прочность. Это очень опасный вид коррозии, который нельзя обнаружить при наружном осмотре изделия.

1.2 Механизм коррозионных разрушений деталей центробежных насосов

Самопроизвольное окисление металлов, вредное для промышленной практики (уменьшающее долговечность изделий), называется коррозией. Среда, в которой металл подвергается коррозии (корродирует), называется коррозионной, или агрессивной. При этом образуются продукты коррозии: химические соединения, содержащие металл в окисленной форме.

Термин «коррозия» имеет не столько научное, сколько инженерное значение. Правильнее было бы употреблять термин «окисление», независимо от того, вредно или полезно оно для нашей практики [33].

По механизму протеканию различают электрохимическую и химическую коррозии.

Электрохимическая коррозия металлов возникает при взаимодействии металлов с электролитами. Причиной ее является термодинамическая неустойчивость металлов в этих средах. Поверхностные атомы металла способны переходить в раствор электролита в виде ионов. Этому способствует гидратация ионов металла. Поэтому положительные ионы в растворе сосредотачиваются около поверхности металла. На границе металл – раствор образуется двойной электрический слой. В результате этого скорость перехода катионов металла в раствор приближается к скорости осаждения их из раствора на металле. Через некоторое время наступает динамическое равновесие и растворение металла прекращается. Однако в случае отвода избыточных электронов процесс растворения металла продолжится. Такой процесс возможен при образовании короткозамкнутых гальванических элементов. При этом одновременно протекают два электродных процесса:

- анодный процесс – переход ионов металла в раствор и накопление избыточных электронов в металле:



- катодный процесс – ассимиляция избыточных электронов ионами, атомами или молекулами электролита (деполяризаторами– Д), которые при этом восстанавливаются:



Эти две «полуреакции» составляют единый процесс. Согласно современной кинетической теории коррозии металлов являются сопряженными, то есть одна не может протекать без участия второй, и скорость

всего процесса определяются соотношением скоростей обеих реакций [10, 11]. Окисление металла и восстановление окислителя могут протекать на одном и том же участке поверхности металла, но могут быть и разделены пространственно. В силу высокой электропроводности металлов, электроны легко мигрируют по поверхности электрода, зоны перемещения электронов очень подвижны и хаотичны. Например, под влиянием различных причин они могут локализоваться в одном месте, вызывая местную (неравно мерную) коррозию [11]. Особенностью химической коррозии является образование продуктов коррозии непосредственно в месте взаимодействия металлов с агрессивной средой. По условиям протекания процесса различают:

- газовую коррозию;
- коррозию в неэлектролитах (например, в сернистой нефти, крекинг-бензинах, сырых фенолах, спиртах и др.).

Наибольшее значение имеет газовая коррозия. Она проявляется при высоких температурах [5, 10].

1.3 Существующие способы и методы защиты деталей центробежного насоса от коррозии

Основным условием противокоррозионной защиты металлов является уменьшение скорости коррозии. Уменьшить скорость коррозии можно:

- путем подбора соответствующих коррозионностойких сплавов;
- изменением состава агрессивной среды;
- применением защитных покрытий;
- изоляцией металла от агрессивной среды слоем более стойкого материала;
- электрохимическими методами защиты.

Первую группу методов защиты применяют на стадии изготовления металла, в процессе его термической и механической обработки. Принципы легирования и создания сплавов с определенными коррозионными и эксплуатационными характеристиками рассматривались ранее.

Вторая группа методов борьбы с коррозией — это обработка среды с целью уменьшения ее агрессивности путем введения ингибиторов коррозии. Эти методы находят все более широкое применение.

Нанесение изолирующего покрытия на поверхность металла позволяет в значительной степени снизить скорость его коррозии. Этот метод является универсальным и его давно применяют. Различают органические, например, лакокрасочные, и неорганические (гальванические, фосфатные и т.д.) покрытия. В ряде случаев для повышения защитного действия комбинируют неорганическое и органическое покрытие. Особенно часто применяют фосфатирование в качестве промежуточного слоя, обеспечивающего хорошую адгезию к металлу. В этом случае защитная способность органического покрытия возрастает в несколько раз.

К электрохимическим методам борьбы с коррозией относятся такие, в основе которых лежит принцип непосредственного воздействия на скорость протекания сопряженных анодных и катодных реакций. Прежде всего это выражается в изменении потенциала защищаемого металла. Различают катодную и анодную электрохимическую защиту [28, 34].

Способы защиты металлических конструкций от коррозии можно разделить на:

- способы воздействия на металл;
- способы воздействия на технологическую (окружающую) среду;
- комбинированные способы

К способам воздействия на металл можно отнести электрохимическую защиту и различного вида покрытия, создаваемые на поверхности защищаемого изделия.

При электрохимической защите к металлическим конструкциям подсоединяют анод (протектор или источник постоянного тока), который вызывает на поверхности защищаемого металла катодную поляризацию, в результате чего анодные участки металла конструкции превращаются в катодные. Это означает, что будет происходить разрушение не металла конструкции, а подсоединенного анода.

К методам воздействия на металл относят защитные покрытия, формируемые на поверхности защищаемых конструкций. Существует значительное количество защитных покрытий, которые подразделяются на металлические и неметаллические (органические и неорганические). Независимо от их вида защитное покрытие должно быть сплошным, непроницаемым для агрессивной среды, иметь высокую прочность сцепления с металлом, равномерно распределяться по всей поверхности и обладать высокой коррозионной стойкостью. Известно, что большинство органических и неорганических защитных покрытий обладают низкой механической прочностью и плохой адгезией. Разрушение защитного покрытия приводит к снижению долговечности деталей и уменьшению срока службы оборудования [5].

Нанесение защитных металлических покрытий является одним из наиболее эффективных методов защиты от коррозии металлов. Эти покрытия не только защищают металл от коррозии, но и придают поверхности более высокие свойства - твердость, прочность, износ и коррозионную стойкость. По способу защитного воздействия металлические покрытия делятся на анодные и катодные. Катодные покрытия имеют более электроположительный, а анодные - более электроотрицательный электродный потенциал по сравнению с потенциалом металла, на который они нанесены. Необходимо отметить, что вид

покрытия зависит не только от природы металлов, но и от состава коррозионной среды.

Гальванический метод нанесения покрытий имеет ряд преимуществ перед другими способами и, в частности, отличается легкостью регулирования толщины покрытия, малым расходом металла. Недостатком данного метода является то, что формируемые покрытия являются пористыми и неплотными. Среди покрытий, получаемых гальваническим способом, наибольшее распространение получили никелевые и хромовые покрытия. Никелированию и хромированию подвергают изделия из углеродистой стали, алюминия и его сплавов. Для уменьшения пористости на изделие попеременно наносятся слои различных металлов, например, никеля и хрома. Полученные покрытия устойчивы против воздействия растворов щелочей, органических кислот, но могут разрушаться растворами неорганических кислот.

Воздействие на технологическую (окружающую) среду осуществляется путем удаления из нее веществ, усиливающих скорость коррозии, введением в среду ингибиторов, снижающих скорость коррозионного процесса.

Механизм действия замедлителей коррозии в большинстве случаев носит электрохимический характер, т.е. одни вещества, вводимые в состав среды, замедляют анодный, а другие - катодный процесс.

Однако возможности традиционных способов улучшения структуры покрытий, в основном исчерпаны. Чтобы обеспечить качественный скачок свойств, нужно обратиться к новым приемам и технологиям. Решением вопроса может стать нано структурирование поверхности и нано структуризация покрытий - перевод их структурных элементов в нано метровый размер. Это может быть осуществлено, например, методами химико-термической обработки (ХТО).[6].

1.4 Особенности коррозионных процессов глубинно-насосного оборудования

Глубинно-насосный способ эксплуатации нефтяных скважин применяется в том случае, когда пластовая энергия недостаточна для подъема жидкости из пласта и обеспечения первоначальной производительности скважины [3].

Для подъема нефти из скважин используют поршневые насосы с приводом через колонну штанг от установленного на поверхности станка-качалки, погружные электроцентробежные насосы (ЭЦН), а также гидропоршневые и винтовые насосы. Глубинно-насосный способ с применением штанговых насосов получил среди других механизированных способов наибольшее распространение

При добыче слабоагрессивной и сильно обводненной нефти значительное число ремонтов скважины приходится на штанговую колонну, которая работает в условиях потока высоковязкой жидкости и больших циклических нагрузок. Большое число поломок штанг в этих условиях можно объяснить коррозионно-усталостным разрушением металла под воздействием агрессивной среды и значительных знакопеременных нагрузок. Остальное металлическое оборудование, если межтрубное пространство скважины достаточно герметично, заметных коррозионных повреждений в глубинно-насосных скважинах не имеет.

Когда из скважин добывают сероводородсодержащую нефть, возможно проявление различных видов коррозионного разрушения. Так, глубинно-насосные штанги подвергаются общей коррозии, коррозионно-механическому износу в условиях знакопеременных нагрузок, коррозии при трении колонны штанг о поверхность насосно-компрессорных труб (фреттинг-коррозия), наводороживанию под влиянием сероводорода. Штанговые насосы подвергаются фреттинг-коррозии при трении плунжера в цилиндре насоса,

наводороживанию в условиях циклических ударных нагрузок (работа клапана насоса). Насосно-компрессорные трубы подвергаются коррозии с внутренней и внешней сторон [3].

Обсадная и насосно-компрессорная колонна в затрубном пространстве подвергаются общей коррозии под действием находящейся там нефти, коррозии в газовой среде при непрерывной конденсации жидкой фазы. Опасный характер приобретает разрушение труб при попадании сюда кислорода воздуха через негерметичное устье скважины.

Аналогичный характер и распределение коррозии наблюдается в скважинах с глубинно-насосной эксплуатацией, имеющих очень низкий динамический уровень. Такие скважины, находящиеся на конечной стадии добычи нефти, работают, как правило, периодически. Для достижения более полной утилизации попутного газа в затрубном пространстве создают вакуум. Здесь весьма серьезным коррозионным повреждениям подвергаются обсадные и насосно-компрессорные трубы, поскольку на металлическую поверхность воздействует попеременно то агрессивная газовая среда, то попадающий в верхнюю часть скважин воздух. Попеременному воздействию обводненной нефти и агрессивной газовой среды подвергаются глубинно-насосные штанги [3].

В последние годы на нефтепромыслах страны вместо громоздких и металлоемких штанговых установок широкое распространение получили бесштанговые погружные электроцентробежные насосы (ЭЦН), которые позволяют непрерывно извлекать из скважины газожидкостный поток нефти. По распределению и характеру коррозии эти скважины аналогичны фонтанным. Специфической (эрозионной и фреттинг) коррозии могут подвергаться отдельные узлы электропогружных насосов. Хотя ЭЦН имеют длительный межремонтный период эксплуатации и выпускают их в коррозионно-стойком исполнении, выход погружных насосов из строя

возможен при применении в них отдельных деталей в обычном исполнении, а также при нарушении ряда других технических условий их эксплуатации.

Практика эксплуатации подземного и наземного оборудования нефтяных скважин свидетельствует о сложной зависимости между коррозионной активностью добываемой из скважин жидкости и фактически наблюдаемой коррозией оборудования. Часто потенциально агрессивная система нефть—вода—газ из-за действия одного или нескольких неучтенных факторов может оказаться неагрессивной, и наоборот, слабоагрессивная среда при изменении условий добычи нефти и, следовательно, преимущественном проявлении других факторов может быть весьма коррозионно-активной.

Разнообразие процессов, приводящих к коррозионному износу и выходу из строя металлического оборудования, обуславливает и большое количество методик защиты оборудования от коррозии. В каждом конкретном случае инженеры-коррозионисты выбирают наиболее подходящий метод защиты, исходя из особенностей разрабатываемого месторождения, химического состава добываемого флюида и почв.

2. Исследование влияние коррозии на работу центробежного насоса

2.1 Оценка влияния коррозии на параметры работы центробежного насоса

Промывка цистерн на ППС осуществляется горячей водой при температуре до 90°C, которая подается из водяных резервуаров центробежными насосами. На ППС используются стальные, бронзовые и чугунные насосы, причем последние получили наибольшее распространение в силу существенно меньшей себестоимости, относительно немного уступая в долговечности. Поэтому в настоящей работе предметом анализа являются именно чугунные центробежные насосы. Исследования, проводимые отечественными и зарубежными учеными, показали, что коррозионное повреждение проточных частей и рабочих колес чугунных центробежных насосов является одной из основных причин снижающих их ресурс. По мнению В.Я. Карелина [1], интенсивное коррозионное повреждение рабочего колеса происходит во всех случаях, когда чугунный центробежный насос перекачивает горячую воду. В настоящее время существует большое количество исследований, посвященных проблеме коррозии рабочего колеса [2, 3], часть из которых направлена на изучение коррозии закрытых рабочих колес. Ф.К. Ньюмен [4] опубликовал фотографию закрытого чугунного рабочего колеса в разрезе (рис. 1). Данное рабочее колесо было установлено в насосе, который подавал воду в газоочистительный аппарат. На лопатках рабочего колеса было обнаружено значительное коррозионное повреждение после 6 месяцев эксплуатации. Р. Вандагриф [5] описывает случаи, когда применение чугунных центробежных насосов, подающих горячую воду, негативно отразилось на производительности котельной. Автор отмечает, что по причине коррозии чугунных рабочих колес возможно заметное снижение напора, который создает насос. Снижение напора, вызванное коррозионным повреждением рабочего колеса, может привести к уменьшению перекачиваемого объема воды, что повлияет на эффективность работы котельных, систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, и в том числе работы ППС. Выявление причин

возможных перебоев в подаче цистерн на ППС из-за коррозионного повреждения чугунного рабочего колеса является предметом настоящего исследования. Для анализа причин перебоев в подаче цистерн на ППС можно использовать связь между коррозионным повреждением рабочего колеса и снижением напора, создаваемым насосом. Воспользуемся математическими зависимостями, основанными на теории гидродинамических процессов, протекающих в рабочих колесах. Разделим рабочее колесо на отдельные участки. Для каждого участка определим причины снижения напора в зависимости от коррозионного повреждения. Затем отдельные участки объединим в группы, в которых устанавливается максимальная связь между коррозионным повреждением и снижением напора. На основе проведенного анализа можно сделать выводы о влиянии коррозионного повреждения рабочего колеса на снижение напора, и как следствие на снижение эффективности работы ППС. В качестве объекта исследования в дипломном проекте было выбрано закрытое чугунное рабочее колесо (рис. 2). Данное рабочее колесо было установлено в центробежном насосе, который перекачивал горячую воду при температуре 70°C в течение 7 лет. Особенности графика водо-подачи и условий эксплуатации выяснить не удалось, однако, в течение всего периода работы насос останавливался несколько раз для проведения ремонтных работ трубопровода. По истечению семилетнего срока службы насос был демонтирован.

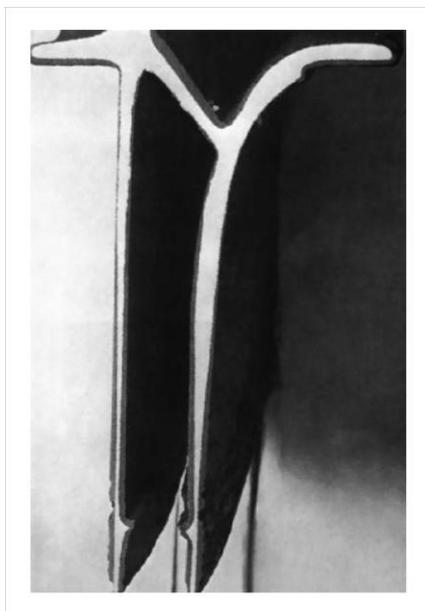


Рисунок 1 — Закрытое чугунное рабочее колесо в разрезе



Рисунок 2 — Коррозионное повреждение закрытого рабочего колеса :

а)общий вид рабочего колеса; б) задний диск разрезанного рабочего колеса

В соответствии с выражением обрастание канала по причине отложения продуктов коррозии между двумя соседними лопатками рабочего колеса (рис. 3) одновременно уменьшает длину дуги и увеличивает толщину лопатки (рис. 5). Если допустить, что длина дуги уменьшилась, при этом толщина лопатки практически не изменилась (рис. 3), то увеличится при неизменном значении .Неравномерность отложения продуктов коррозии в канале могло произойти по причине длительного простоя насоса, выведенного из эксплуатации по причине ремонтных работ. Как указывалось выше центробежный насос, из которого было извлечено рабочее колесо рассматриваемое в данной работе в качестве объекта исследования

останавливался несколько раз для проведения ремонтных работ трубопровода. Рабочее колесо насоса, выведенного из эксплуатации на время ремонтных работ, находилось в одном положении, погруженное в воду. Длительный простой рабочего колеса, погруженного в рабочую жидкость, характеризуется неравномерностью коррозионного повреждения одних лопаток рабочего колеса по сравнению с другими (рис.2,4). Неравномерность коррозионного повреждения проявилась в виде значительного обрастания канала в продуктами коррозии. Полное обрастание канала в продуктами коррозии может привести к тому, что канал будет полностью выведен из процесса перекачивания жидкости.

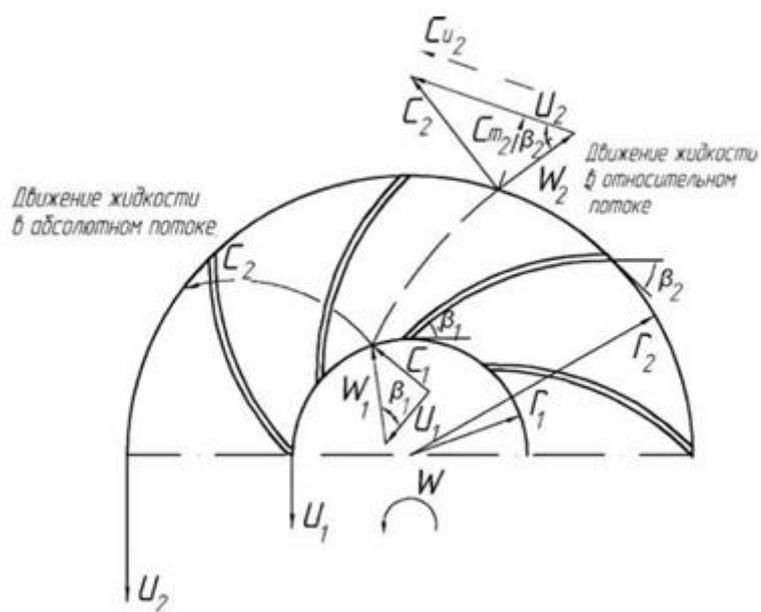


Рисунок 3 — Течение жидкости в рабочем колесе



Рисунок 4 — Лопатки закрытого рабочего колеса центробежного насоса в разрезе

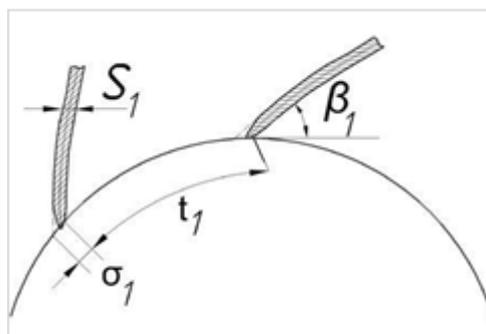


Рисунок 5 — Входная кромка лопатки

Таким образом, для двух участков рабочего колеса была установлена зависимость между коррозионным повреждением рабочего колеса и снижением напора, которая указывает на то, что обрастание ширины канала рабочего колеса, вызванное коррозионным повреждением, является основной причиной снижения напора.

2.2. Оценка влияния коррозии на прочность деталей центробежного насоса

Было установлено, что основной причиной снижения напора является обрастание канал продуктами коррозии между двумя соседними лопатками рабочего колеса.

1. Сужение канала между лопатками чугунного рабочего колеса центробежного насоса по причине коррозии может увеличить продолжительность времени промывочных работ на ППС на 15% процентов, при этом подача насоса может снизиться на треть.

2. При отсутствии коррозионного повреждения поверхностей чугунного рабочего колеса центробежного насоса, перекачивающего горячую воду, риск увеличения времени, необходимого для проведения промывочно – пропарочных работ, незначителен, однако при его возникновении увеличивается время, отведенное для промывки железнодорожных цистерн, что приведет к срыву установленного срока выполнения промывочно-пропарочных работ на ППС.

3. Предложения по способам защиты от коррозии наиболее уязвимых деталей

При анализе существующих способов защиты по моему мнению самым выгодным и эффективным способом защиты будет являться ингибиторная защита

Ингибиторная защита деталей центробежного насоса

Наиболее эффективным методом защиты деталей центробежного насоса – ингибиторы, так как их легко применять при существующей технологии закачки воды.

В настоящее время большая часть нефтегазовых месторождений находится в поздней стадии разработки, когда снижается добыча и резко возрастает обводненность нефти. Такие месторождения характеризуются значительными осложнениями в процессах добычи, сбора и подготовки нефти, связанными с образованием стойких нефтяных эмульсий, отложениями АСПО, неорганических солей, наличием механических примесей, коррозионным разрушением оборудования и нефтепроводов.

Увеличение коррозионной активности добываемой совместно с нефтью воды на данном этапе является серьезной проблемой. Наиболее эффективным и технологически несложным защитным мероприятием является ингибиторная защита.

Основным назначением ингибиторов коррозии является снижение агрессивности газовых и электролитических сред, а также предотвращение активного контакта металлической поверхности с окружающей средой. Это достигается путем введения ингибитора в коррозионную среду, в результате чего резко уменьшается сольватационная активность ее ионов, атомов и молекул. Кроме того, падает и их способность к ассимиляции электронов, покидающих поверхность металла в ходе его поляризации. На металле образуется моно- или полиатомная адсорбционная пленка, которая существенно ограничивает площадь контакта поверхности с коррозионной

средой и служит весьма надежным барьером, препятствующим протеканию процессов саморастворения. При этом важно, чтобы ингибитор обладал хорошей растворимостью в коррозионной среде и высокой адсорбционной способностью как на ювенильной поверхности металла, так и на образующихся на нем пленках различной природы.

По механизму действия ингибиторы делятся на адсорбционные и пассивационные.

Ингибиторы-пассиваторы вызывают формирование на поверхности металла защитной пленки и способствуют переходу металла в пассивное состояние. Наиболее широко пассиваторы применяются для борьбы с коррозией в нейтральных или близких к ним средах, где коррозия протекает преимущественно с кислородной деполяризацией. Механизм действия таких ингибиторов различен и в значительной степени определяется их химическим составом и строением.

Различают несколько видов пассивирующих ингибиторов, например, неорганические вещества с окислительными свойствами (нитриты, молибдаты, хроматы). Последние способны создавать защитные оксидные пленки на поверхности корродирующего металла. В этом случае, как правило, наблюдается смещение потенциала в сторону положительных значений до величины, отвечающей выделению кислорода из молекул воды или ионов гидроксила. При этом на металле хемосорбируются образующиеся атомы кислорода, которые блокируют наиболее активные центры поверхности металла и создают добавочный скачок потенциала, замедляющий растворение металла.

Возникающий хемосорбционный слой близок по составу к поверхностному оксиду.

Большую группу составляют пассиваторы, образующие с ионами корродирующего металла труднорастворимые соединения. Формирующийся в этом случае осадок соли, если он достаточно плотный и хорошо сцеплен с поверхностью металла, защищает ее от контакта с агрессивной средой. К таким

ингибиторам относятся полифосфаты, силикаты, карбонаты щелочных металлов.

Отдельную группу составляют органические соединения, которые не являются окислителями, но способствует адсорбции растворенного кислорода, что приводит к пассивации. К числу их для нейтральных сред относятся бензонат натрия, натриевая соль коричной кислоты. В деаэрированной воде ингибирующее действие бензоата на коррозию железа не наблюдается.

Частицы адсорбционных ингибиторов (в зависимости от строения ингибитора и состава среды они могут быть в виде катионов, анионов и нейтральных молекул), электростатически или химически взаимодействуя с поверхностью металла (физическая адсорбция или хемосорбция соответственно) закрепляются на ней, что приводит к торможению коррозионного процесса.

Следовательно, эффективность ингибирующего действия большинства органических соединений определяется их адсорбционной способностью при контакте с поверхностью металла. Как правило, эта способность достаточно велика из-за наличия в молекулах атомов или функциональных групп, обеспечивающих активное адсорбционное взаимодействие ингибитора с металлом. Такими активными группами могут быть азот-, серо-, кислород- и фосфорсодержащие группы, которые адсорбируются на металле благодаря донорно-акцепторным и водородным связям.

Наиболее широко распространенными являются ингибиторы на основе азотсодержащих соединений. Защитный эффект проявляют алифатические амины и их соли, аминоспирты, аминокислоты, азометины, анилины, гидразиды, имидазы, акрилонитрилы, имины, азотсодержащие пятичленные (бензимидазолы, имидазолины, бензотриазолы и т.д.) и шестичленные (пиридины, хинолины, пиперидины и т.д.) гетероциклы.

Большой интерес представляют соединения, содержащие в молекуле атомы серы. К ним относятся тиолы, полисульфиды, тиосемикарбазиды, сульфиды, сульфоксиды, сульфонаты, тиобензамиды, тиокарбаматы,

тиомочевины, тиосульфокислоты, тиофены, серосодержащие триазолы и тетразолы, тиоционаты, меркаптаны, серосодержащие альдегиды, кетосульфиды, тиоэфиры, дитиацикланы и т.д.

Из фосфорсодержащих соединений в качестве ингибиторов коррозии используются тиофосфаты, пирофосфаты, фосфорамиды, фосфоновые кислоты, фосфонаты, диалкил- и диарилфосфаты.

Кислород обладает наименьшими защитными свойствами в ряду гетероатомов: кислород, азот, сера, селен, но на основе кислородсодержащих соединений возможно создание высокоэффективных ингибиторных композиций.

Нашли применение пираны, пирины, диоксаны, фенолы, циклические и линейные эфиры, эфиры аллиловых спиртов, бензальдегиды и бензойные кислоты, димочевины, спирты, фураны, диоксоланы, ацетали, диоксоцикланы и др.

В последние годы при разработке ингибиторов коррозии наметилась тенденция к применению сырья, содержащего переходные металлы, комплексы на их основе и комплексообразующие соединения, которые взаимодействуют с переходными металлами, присутствующими в электролите или на защищаемой поверхности.

Доказано, что на основе таких соединений и комплексов, используя в качестве сырья отходы катализаторных производств и отработанные катализаторы, можно создать высокоэффективные экологически чистые ингибиторы коррозии углеродистых сталей в водных средах. К наиболее изученным относятся соединения и комплексы на основе органополимолибдатов, ароматических и алифатических аминов, гидразидов некоторых органических кислот, триазолов, включающих Zn, Ni, Al, Co и их соли. Хемосорбция комплексов на поверхности стали происходит в результате взаимодействия комплексного аниона, который образуется при диссоциации комплекса в водных средах, с электронами незавершенных d-орбиталей железа.

К сожалению, используемые реагенты не всегда обеспечивают достаточно высокий защитный эффект. Даже в условиях одного НГДУ или месторождения на разных участках этот показатель может существенно различаться. Это может быть связано с растворимостью (диспергируемостью) ингибитора в пластовых флюидах, низкой степенью его совместимости с пластовыми водами, неправильным подбором реагента для конкретных условий. Обычно на практике эту проблему решают, увеличивая дозировку реагента, что тоже не всегда дает нужный эффект. Следовательно, необходимо создание новых ингибиторных композиций, которые могли бы обеспечивать высокий защитный эффект в широком диапазоне условий применения либо улучшение качества уже существующих составов.

Таким образом, для решения сложных задач, связанных с коррозионным разрушением деталей центробежного насоса, необходимо создание новых ингибиторных композиций или применение физических методов воздействия на коррозионные среды, или же совместное использование химических и физических методов.

Технологическая схема подачи ингибитора показана на рисунке 6.

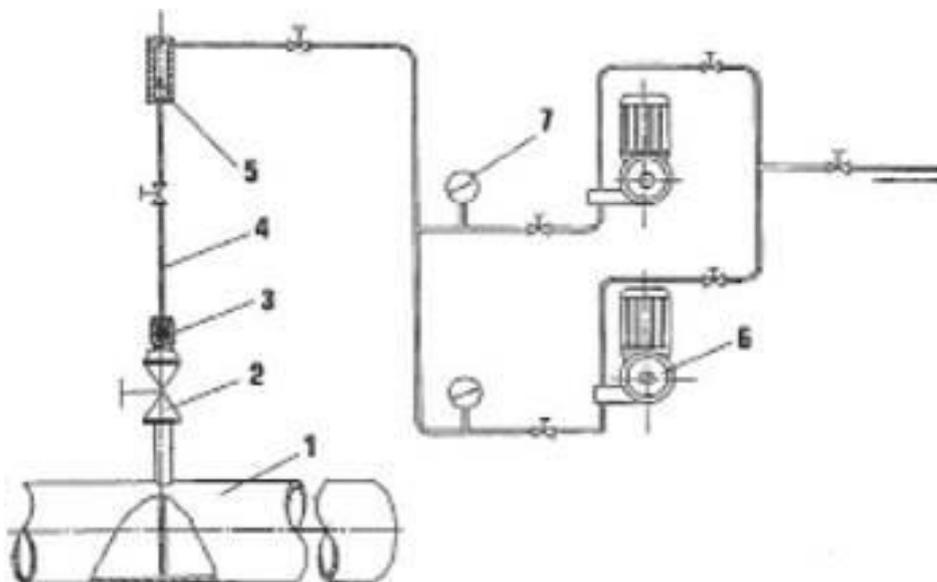


Рисунок 6. - Технологическая схема подачи ингибитора

К блокам, предназначенным для дозированного ввода ингибитора, в бочках подвозят ингибитор коррозии. Откуда ингибитор по ингибиторной

линии с помощью шестеренчатого насоса (Ш-5) перекачивают в технологическую емкость, предназначенную для подготовки и хранения ингибитора.

Блок разделяют на 2 отсека: технологический и щита контроля автоматики. В технологическом отсеке смонтированы: шестеренчатый насос, который по мимо указанной выше функции осуществляет периодическую циркуляцию ингибитора по схеме «емкость – насос – емкость», что в свою очередь предотвращает загустевание ингибитора. Емкость технологическая снабжена электронагревателем для подогрева ингибитора и указателем уровня.

Из технологической емкости ингибитор подается в дозировочный насос. Дозировочный насос – регулируемое оборудование для дозирования жидкостей. В дозировочном насосе предусмотрена система регулирования хода плунжера между нулем и максимальной величиной, согласно его функционально-конструктивным характеристикам. Регулирование осуществляется при помощи маховика, расположенного на редукторе. Отсчет урегулированной величины осуществляется на градуированной шкале в единицах хода (мм).

Затем ингибитор из дозировочного насоса подается в водовод..

Необходимая дозировка ингибитора рассчитывается в лабораторных условиях путем стендовых испытаний.

4. Расчет на прочность от действия коррозии наиболее уязвимых деталей центробежного насоса.

Гравиметрический метод определения скорости коррозии металлов можно применять в двух вариантах:

1 – определение скорости коррозии по увеличению массы образцов – свидетелей.

2 - определение скорости коррозии по потере массы образцов - свидетелей.

Скорость образцов в первом варианте вычисляют по формуле:

$$V_{\text{ум}} = \frac{n \cdot (m_1 - m_0)}{S \cdot t}; \quad (3)$$

где $V_{\text{ум}}$ = скорость коррозии образца, определения по увеличению его массы, $\text{г}/\text{м}^2 \text{ ч}$;

$m_0 = 16,3025 \text{ г}$ – масса необходимого образца;

$m_1 = 16,3206 \text{ г}$ – масса образца с продуктами коррозии;

$S = 0,00265 \text{ м}^2$ – площадь поверхности образца;

$t = 7 \text{ дней} = 168 \text{ часов}$ – продолжительность испытаний;

$n = 1,1$ – коэффициент, зависящий от состава продуктов коррозии.

$$\text{а) } V_{\text{ум}} = \frac{1,1 \cdot (16,3206 - 16,3025)}{0,00265 \cdot 168} = 0,04 \text{ г}/\text{м}^2 \text{ ч}$$

-без ингибитора коррозии

б) $m_1 = 16,3061 \text{ г}$ – масса образца с продуктами коррозии;

$$V_{\text{ум}} = \frac{1,1 \cdot (16,3061 - 16,3025)}{0,00265 \cdot 168} = 0,008 \text{ г}/\text{м}^2 \text{ ч}$$

- с ингибитором коррозии.

Формула (3) применима только в тех случаях, когда известен химический состав продуктов коррозии, который может быть установлен специальными методами. Это является существенным недостатком первого варианта гравиметрического метода, так как он может быть использован в основном для исследования газовой коррозии, при которой на поверхности металла

образуется негидратированная окись, что обусловлено невозможностью образования слоя влаги при высокой температуре. Преимуществом первого варианта является возможность наблюдения за кинетикой процесса на одних и тех же образцах, поскольку прослеживается увеличение их массы.

В случае реализации второго варианта продукты коррозии удаляют различными составами, взаимодействующими не с основным металлом, а с продуктами коррозии. Для того, чтобы убедиться в отсутствии химического взаимодействия между металлом и очищающим составом или получить данные о растворимости в последнем основного металла, ставят так называемую «слепую» пробу, то есть обрабатывают неэкспонированные в коррозионной среде образцы.

Скорость коррозии во втором варианте вычисляют по формуле:

$$V_{\text{пм}} = \frac{(m_0 - m_2)}{S \cdot t}; \quad (4)$$

где $V_{\text{пм}}$ = скорость коррозии образца, определенная по потере его массы, $\text{г}/\text{м}^2\text{ч}$;

$m^2 = 16,2891$ г – масса образца после удаления продуктов коррозии.

$$\text{а) } V_{\text{пм}} = \frac{1,1 \cdot (16,3025 - 16,2891)}{0,00265 \cdot 168} = 0,03 \text{ г}/\text{м}^2\text{ч}$$

- без ингибитора коррозии

б) $m^2 = 16,2998$ г – масса образца после удаления продуктов коррозии;

$$V_{\text{пм}} = \frac{1,1 \cdot (16,3025 - 16,2998)}{0,00265 \cdot 168} = 0,006 \text{ г}/\text{м}^2\text{ч}$$

- с ингибитором коррозии.

По потере массы образцов можно оценивать коррозионную стойкость в баллах, предполагая, что металл разрушается равномерно.

Среднее значение скорости коррозии по глубине растворения металла $V_{\text{гр}}$ вычисляют, используя данные о $V_{\text{пм}}$:

$$V_{\text{гр}} = 8,76 \cdot \frac{(V_{\text{пм}})}{g} \quad (14)$$

где 8,76 – переводной коэффициент, зависящий от природы металла;

$$V = 40 \cdot 25 \cdot 2 = 2000 \text{ mm}^3 = 2 \text{ cm}^3$$

$$g = \frac{m_0}{V} = \frac{16,3025}{2} = 8,15125 \text{ г/см}^3$$

- удельная масса образца.

$$\text{а) } V_{\text{гр}} = 8,76 \cdot \frac{(0,03)}{8,15125} = 8,76 \cdot 0,003680417 = 0,0322 \text{ г/м}^2\text{ч}$$

- без ингибитора коррозии

$$\text{б) } V_{\text{гр}} = 8,76 \cdot \frac{(0,006)}{8,15125} = 8,76 \cdot 0,00736083 = 0,0064 \text{ г/м}^2\text{ч}$$

- с ингибитором коррозии

Второй вариант гравиметрического метода определения скорости коррозии металла имеет ряд недостатков: практически весьма сложно удалить все продукты коррозии с поверхности, не воздействуя на основной металл; невозможно определить скорость коррозионных процессов, протекающих неравномерно

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

Студенту:

Группа	ФИО
4ЕЗ1	Гусеву Роману Владимировичу

Институт	ИПР	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/профиль	15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. 2. Стоимость электроэнергии – 5,8 руб. кВт·ч – для юр. лиц. 3. Стоимость интернета – 360 руб. в месяц.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии. 20% надбавки. 1,3 – районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Система налогообложения, принятая для образовательных учреждений (27,1% отчисления на социальные нужды).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. 2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Расчет основной заработной платы исполнителей темы. 2. Расчет отчислений на социальные нужды. 3. Расчет электроэнергии и прочих расходов. 4. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений.
2. Матрица SWOT.
3. Календарный график проведения НИ.
4. Бюджет проект.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2017 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антонова И.С.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4ЕЗ1	Гусев Роман Владимирович		

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Продукт: Электропривод задвижки на основе планетарной роликвинтовой передачи.

Целевой рынок: Частные и юридические лица эксплуатирующие трубопроводы

По результатам проведенного сегментирования рынка были определены основные потребители и сегменты, влияющие на спрос продукта (таблица 1).

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

		Тип насоса		
		Центробежный	Штанговый	Винтовой
Протяженности нефтегазопровода	Малые			
	Средние			
	Большие			

 – Томскнефть;  – Сургутнефтегаз;  – Трансгаз Томск.

Таким образом видно, что в изготовлении винтового насоса заинтересованы не многие компании нефтегазовой отрасли. Поскольку механизм относительно новый и недостаточно освоен.

5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В данном разделе проведен анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, с целью оценки сравнительной эффективности научной разработки, и определения направлений для дальнейшего развития. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	7	8	9
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Необходимость расходных материалов	0,15	5	2	3	0,325	0,325	0,325
2. Быстродействие и точность отработки заданного закона движения	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
3. Точность перемещения	0,005	5	3	4	0,025	0,01	0,02
4. Износостойкость	0,005	5	3	3	0,025	0,01	0,015
5. Надежность	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
6. Безопасность	0,0005	5	5	5	0,0025	0,0025	0,0025
7. Простота конструкции	0,0005	3	5	4	0,0025	0,0025	0,0015
8. Простота монтажа	0,035	4	5	4	0,175	0,14	0,105
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	5	5	0,32	0,4	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,005	3	5	4	0,02	0,025	0,02
3. Цена	0,2	5	3	3	1	0,8	0,6
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
5. Послепродажное обслуживание	0,1	5	5	5	0,5	0,4	0,4
6. Финансирование научной разработки	0,002	5	3	3	0,006	0,01	0,01
7. Срок выхода на рынок	0,002	3	5	5	0,006	0,01	0,01
8. Наличие сертификации разработки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	73	66	72	3,304	2,905	2,759

где B_{ϕ} – баллы предлагаемой разработки (планетарная роликвинтовая передача);

$B_{\kappa 1}$ – баллы первого конкурента (зубчатая);

$B_{\kappa 2}$ – баллы второго конкурента (червячная).

Анализ конкурентных технических решений производился по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i ; \quad (5)$$

$$K = 3,304$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Коэффициент конкурентоспособности определялся по формуле:

$$KC = \frac{K}{K_{Kmax}} ; \quad (6)$$

$$KC = \frac{3,304}{2,905} = 1,137$$

где KC – коэффициент конкурентоспособности разработки;

K_{Kmax} – максимальная конкурентоспособность конкурента.

Основываясь на знаниях о конкурентных решениях, можно заключить, что уязвимость позиции применения способа антикоррозийной защиты обусловлена в основном из-за сложности в изготовлении деталей, отсюда следует и дороговизна, а также более сложной схемой защиты.

5.3 SWOT-Анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться. Эти дополнительные сведения затем используются для того, чтобы сделать осознанный выбор относительно областей широкого спектра действия, который учитывает конкурентное и коммерческое преимущества проекта и увеличивает вероятность достижения его целей и задач. SWOT-анализ проводится в несколько этапов. Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (табл. 3).

Таблица 3 Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Отсутствие необходимости закупки материалов и комплектующих для проведения исследований;</p> <p>С2. Повышенная износостойкость продукта по сравнению с конкурентами;</p> <p>С3. Высокое быстродействие и точность отработки заданного закона движения</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Сложность изготовления оборудования, по сравнению с другими передачами.</p> <p>Сл2. Дороговизна изготовления деталей;</p> <p>Сл3. Возможность возникновения ошибок в программном обеспечении.</p>
<p>В1. Использование данной технологии в области антикоррозийной защиты не только нефтепромысловых объектов;</p> <p>В2. Существование потенциального спроса на данное исследование со стороны нефтяных предприятий;</p> <p>В3. Повышение числа конкурентных исследований</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данные исследования в связи с возможностью проведения подобных исследований потребителем самостоятельно;</p> <p>У2. Широкое распространение конкурентных технологий.</p>		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 4,5,6,7.

Таблица 4 Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	0	-	-
	B2	-	+	-
	B3	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C1C3, B2C4

Таблица 5 Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	+	+
	B2	-	-	-
	B3	-	-	-
	B4	+	-	+
	B5	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта:

V1Сл1Сл2Сл3, V4Сл1Сл3.

Таблица 6 Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	V1	+	-	-
	V2	+	-	0
	V3	+	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить то что слабых сторон данный проект не имеет.

Таблица 7 Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	+	-
	У2	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1Сл2, У2Сл2. В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа(таблицы 8).

Таблица 8 SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Возможность использовать насос в разных средах;	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Использование дополнительных инструментов установки
--	---	---

	С2. Повышенная износостойкость продукта по сравнению с конкурентами; С3. Возможность произвести быструю замену продукта.	Сл2. Дороговизна продукта; Сл3. Большие потери в процессе установки.
В1. Использование данной технологии в области контроля не только нефтепромысловых объектов; В2. Существование потенциального спроса на данное исследование со стороны нефтяных предприятий; В3. Повышение числа конкурентных исследований	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»: С1В1В2, С2В1В2, С3В1В2. 1. Разработка и реализация комплекса маркетинговых мероприятий с целью формирования базы потенциальных покупателей. 2. Предоставление предприятиям пробного периода использования для ознакомления с достоинствами.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данные исследования в связи с возможностью проведения подобных исследований потребителем самостоятельно; У2. Развитие принципиально новых технологий.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: У1С1С2С3 1. Позиционирование товара с точки зрения его сильных сторон.	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: У1Сл1Сл2Сл3– возможно отсутствие спроса на данное исследование вследствие: применения некоторых упрощений при моделировании, учета только одного вида нагрузки, наличия некоторых погрешностей при отсутствии возможности проверки результатов;

5.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое

количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Реализация метода предусматривает следующие этапы.

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.

Морфологическая матрица для центробежного насоса

Таблица 9

	1	2	3
А. Тип защиты	Ингибитор	Лакокрасочное покрытие	Электрохимическая защита
Б. Средство защиты	Химический раствор	Краска	Раствор под напряжением
В. Скорость коррозии	0.35	1.51	0.22
Г. Защитный эффект, %	80	40	82
Д. Пагубное влияние продукта	5	3	4

4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений. На этом этапе описаны возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения. Для данной матрицы это А1Б1В2Г2Е1

5.5 Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 10

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	1	Выбор направления исследований	Руководитель, Исполнитель
	2	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Исполнитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Руководитель, Исполнитель
Составление и утверждение технического задания	4	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО, исполнитель
Теоретические исследования	5	Поиск необходимой модели для исследования и проведения расчетов	Руководитель, Исполнитель

	6	Проведение расчётов	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Исполнитель, Руководитель
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Исполнитель, Руководитель

Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (7)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}; \quad (8)$$

где

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел

Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}; \quad (9)$$

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

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;
 $k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{кал} - T_{пр}}; \quad (10)$$

Где $T_{кал} = 365$ – количество календарных дней в году;
 $T_{вых} = 52$ – количество выходных дней в году;
 $T_{пр} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1.22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сведены в табл. 11

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{\min} , чел-дни	t_{\max} , чел-дни	$t_{\text{ож}}$, чел-дни			
Выбор направления исследования	6	9	7,2	Руководитель	9	11
Составление и утверждение технического задания	1	4	2,2	Руководитель	4	5
Подбор и изучение литературы по теме	10	14	11,6	Исполнитель	15	18
Календарное планирование работ по теме	2	4	2,8	Руководитель, Исполнитель	2	3
Расчет скорости коррозии с применением и без выбранного способа защиты	7	14	9,8	Исполнитель	12	15
Выбор наиболее оптимального	10	21	14,4	Исполнитель	19	23

способа защиты						
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель, Исполнитель	5	6
Составление пояснительной записки	4	6	4,8	Руководитель, Исполнитель	6	8

На основе таблицы 11 строим план график

Таблица 12 – Календарный план график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнитель	T _{кп.} кал. дни	Продолжительность выполнения работ													
				Фев.		Март			Апрель			Май					
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Выбор направления исследования	Руков.	11	■													
2	Составление и утверждение тз	Руков.	5		■												
3	Изучение литературы	Дипл.	18			▬											
4	Планирование работ	Руков. дипл.	3				■										
5	Расчет скорости коррозии с применением и без выбранного способа	Дипл.	15					▬									
6	Выбор наиболее оптимального способа защиты	Дипл.	23						▬								
7	Оценка результатов	Руков. дипл.	6										■				
8	Пояснительная записка	Руков. дипл.	8											■			

5.6. Бюджет научно-технического исследования

Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т. п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Плюс к этому рассчитываются затраты на приобретение деталей для изготовления опытного образца.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}; \quad (11)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

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

Таблица 13 – Прочие затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, (Z_M), руб.
Ручка	Шт.	4	40	192
Бумага	Шт.	150	3	540
Карандаш	Шт.	3	20	72
Итого:				804

Затраты на электроэнергию: тариф на энергию для юридических лиц составляет 5,8 руб. кВт·ч. Ежемесячный расход электроэнергии составлял 120 кВт. Период выполнения равен 3,5 месяца. Итого: за период выполнения работы, затраты на электроэнергию составили 2088 руб.

Затраты на интернет: стоимость ежемесячного тарифа составляет 360 руб. Итого: за период выполнения работы, затраты на интернет составили 1080 руб.

Затраты на аренду компьютера: 10000 руб. в месяц. Период выполнения равен 3,5 месяца. Итого: за период выполнения работы, затраты на аренду составили 35000 руб. Плюс к этому стоимость всего необходимого

ПО 7000 рублей и 360 рублей в месяц на оплату интернета. То есть за 3,5 месяца 1260 рублей на оплату интернета.

Затраты на закупку материала и деталей для разработки опытного образца: двигатель шаговый 630 рублей, набор цепей 150 рублей за метр, листовая металл 2000 рублей за квадратный метр, подшипники шариковые 640 рублей за штуку, звездочка цепная 560 рублей. Итого на опытный образец необходимо 6200 рублей.

Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сведен в таблице 14.

Таблица 14— Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель	1.8	2026	3647
2	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель проекта	1.8	1159	2086
3	Подбор и изучение материалов по	Исполнитель	12	867	10404
4	Проведение патентных исследований	Исполнитель	4.2	867	3642
5	Проведение теоретических	Исполнитель	11.2	867	9710

	расчетов и обоснований				
6	Построение сравнительной таблицы и проведение расчетов	Исполнитель	14	867	12138
7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель	5.6	2026	11346
8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель	11.2	2026	22691
9	Разработка опытного образца	Руководитель проекта, исполнитель	10.8	2026	21881
10	Составление технической документации	Руководитель проекта, исполнитель	6.2	2026	12561
Итого:					102989

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}; \quad (12)$$

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

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

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

$$Z_{зп} = T_p \cdot Z_{дн}; \quad (13)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ; $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}; \quad (14)$$

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

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

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

Среднедневная зарплата руководителя проекта:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{26300 \cdot 10,4}{236} = 1159 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата исполнителя:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{17000 \cdot 10,4}{204} = 867 \text{ руб.,}$$

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные - праздничные	53 26	53 26
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	58 12	72 10
Действительный годовой фонд рабочего времени	236	204

Месячный должностной оклад работника:

$$З = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_{р}; \quad (15)$$

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

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

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

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Заработная плата по тарифной ставке для руководителя проекта:

$$З_{тс} = \frac{26300}{(1 + 0.3) \cdot 1.3} = 15562 \text{ руб.}$$

Заработная плата по тарифной ставке для руководителя проекта:

$$З_{тс} = \frac{17000}{(1 + 0.3) \cdot 1.3} = 10059 \text{ руб.}$$

Тарифная заработная плата $З_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент $k_{т}$ и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 15.

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы

Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{р}$	$З_{м}$, руб.	$З_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель	15562	0,3	1,3	26300	1159	35	40565

проекта							
Исполнитель	10059	0,3	1,3	17000	867	72	62424
Итого $Z_{\text{осн}}$:							102989

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}); \quad (16)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды руководителя проекта:

$$Z_{\text{внеб}} = 0.271 \cdot (40565 + 4868) = 12312 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды руководителя проекта:

$$Z_{\text{внеб}} = 0.271 \cdot (65424 + 7491) = 19760 \text{ руб.}$$

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 16.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
	Исп. 1		Исп. 2	
Руководитель проекта	40565	4868	44042	5285
Исполнитель	62424	7491	60690	7283
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0.271		0.271	
Итого:	32072		31788	
+16% накладные расходы	37204		36874	

Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Сумма, руб.
	Исп. 1	Исп. 2
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	102989	104732

2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12359	12568
3. Отчисления во внебюджетные фонды	37204	36874
4. Прочие затраты	804	804
5. Затраты на электроэнергию и интернет	3168	3168
6. Затраты на аренду компьютера	35000	35000
7. Бюджет затрат НИИ	191524	193146

5.7 Определение ресурсоэффективности проекта

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}; \quad (17)$$

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

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

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

Интегральный финансовый показатель для первого варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{191524}{193146} = 0.992,$$

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

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

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэф.	Исп. 1	Исп. 2
1. Необходимость расходных материалов	0.22	5	4
2. Быстродействие и точность	0.16	5	5
3. Износостойкость	0.14	5	5
4. Требуемый уровень квалификации работников	0.08	5	5
5. Безопасность	0.16	4	5
6. Точность перемещения	0.1	3	3
7. Простота изготовления	0.08	3	2
8. Надежность	0.06	3	3

Итого:	1	4.36	4.22
--------	---	------	------

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_{p1} = 0.22 \cdot 5 + 0.16 \cdot 5 + 0.14 \cdot 5 + 0.08 \cdot 5 + 0.16 \cdot 4 + 0.1 \cdot 3 + 0.08 \cdot 3 + 0.06 \cdot 3 = 4,36;$$

$$I_{p2} = 0.22 \cdot 4 + 0.16 \cdot 5 + 0.14 \cdot 5 + 0.08 \cdot 5 + 0.16 \cdot 5 + 0.1 \cdot 3 + 0.08 \cdot 2 + 0.06 \cdot 3 = 4.22.$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

По расчетам видно, что наибольший коэффициент интегральности имеет первый вариант исполнения механизма.

В ходе выполнения данной части выпускной квалификационной работы была проанализирована конкурентоспособность ингибиторного способа защиты от коррозии. Был произведен SWOT-анализ, а также был посчитан бюджет НТИ, равный 191524 руб. для наилучшего варианта исполнения, основная часть которого приходится на затраты по основной заработной плате исполнителей темы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4ЕЗ1	Гусеву Роману Владимировичу

Институт	ИПР	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p><i>Рабочее место – станция управления оператора ДНГ.</i></p> <p><i>Оборудование: насос дозировки.</i></p> <p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – химические испарения; – повышенный уровень шума; – повышенный уровень вибрации. <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – термические опасности; – пожароопасность; – электричество. <p><i>Воздействие на окружающую среду:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – загрязнение атмосферы; – загрязнение литосферы. <p><i>Возникновение чрезвычайных ситуаций:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – возникновение пожара; – поражение электрическим током.
<p>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p><i>ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</i></p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p><i>Физико-химическая природа вредного фактора:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума; – повышенный уровень вибрации. <p><i>Действие фактора на организм человека:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – раздражение слизистых оболочек и кожи; – изменение функции легких; – воспаление дыхательных путей; – изменение частоты сердечных сокращений, аритмии; – развитие атеросклероза, воспаления головного мозга; – сосудистые тромбогенные эффекты. <p><i>ПДК в воздухе рабочей зоны:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – стирол 30 мг/м³; – акрилонитрил 0,5 мг/м³. <p><i>Средства коллективной защиты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – приточно-вытяжная система вентиляции. <p><i>Средства индивидуальной защиты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – изолирующий или фильтрующий противогаз; – респиратора РПГ-67А; – резиновые перчатки.
--	--

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p><i>Источник опасных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – нагрев сопла до температуры 210-260 °С; – нагрев рабочего стола до температуры 110 °С; – пожароопасность; – электричество. <p><i>Мера безопасности – ни при каких обстоятельствах не контактировать с указанными объектами. Работа с ними допускается только при полном отключении и остывании электрического насоса.</i></p> <p><i>Причины пожаров:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – технические неисправности насоса. <p><i>Профилактические мероприятия:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – обучение пожарной ТБ; – контроль оборудования. <p><i>Для оповещения пожара в помещении ремонтного цеха имеется установка пожарной сигнализации оповещающая световыми индикаторами и звуковой сиреной.</i></p> <p><i>Для тушения пожара в помещении имеется:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – автоматическая система пожаротушения (углекислотная); – противопожарный трубопровод с установкой гидрантов; – первичные средства пожаротушения. <p><i>К первичным средствам пожаротушения относятся:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – ручные огнетушители (ОУ-3, ОП-8); – оборудование пожарных щитов; – ящик с песком; – асбестовое полотно. <p><i>В случае поражения электрическим током необходимо немедленно освободить пострадавшего от действия тока путем отключения электропитания, оказать ему первую доврачебную помощь, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.</i></p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды 	<p><i>Воздействие на атмосферу:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – выбросы ядовитых паров химических веществ. <p><i>Воздействие на литосферу:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – отходы ингибитора.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p><i>Возможные ЧС на объекте:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – поражение электрическим током; – возгорание оборудования. <p><i>Наиболее типичной ЧС является возникновение пожара, причиной которого в основном является неисправность насоса.</i></p> <p><i>Превентивной мерой по предупреждению данной чрезвычайной ситуации является тщательный контроль за техническим состоянием печатающего оборудования. Работа на насосе должна проводиться строго в соответствии с инструкцией по эксплуатации.</i></p> <p><i>При возникновении неисправности в работе</i></p>

	<p>насосе, искрении, запаха гари, нарушении изоляции проводов необходимо прекратить работу, выключить питание и сообщить об аварийной ситуации главному механику.</p> <p>В случае короткого замыкания и загорания оборудования, немедленно отключить питание и принять меры по тушению очага возгорания при помощи первичных средств пожаротушения.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>К самостоятельной работе на насосе допускаются лица, имеющие специальное образование или прошедшие обучение для работы с оборудованием, прошедшие инструктажи по технике безопасности, пожарной безопасности, стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда.</p> <p>К выполнению работ допускаются руководители, специалисты и рабочие, обученные и сдавшие экзамены на знание правил безопасности и техники безопасности, умеющие пользоваться средствами индивидуальной защиты и знающие способы оказания первой (доврачебной) помощи.</p> <p>Действующая с 1 января 2014 г. редакция ТК РФ определяет, что работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, положены следующие гарантии и компенсации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сокращенная продолжительность рабочего времени с возможностью выплаты денежной компенсации за работу в пределах общеустановленной 40-часовой рабочей недели (ст. 92 ТК РФ); – ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск работникам с возможностью выплаты компенсации за часть такого отпуска, превышающую минимальную продолжительность (ст. 117 ТК РФ); – повышенная оплата труда работников (ст. 147 ТК РФ).
Перечень графического материала:	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.05.2017 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры	Невский Е.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Е31	Гусев Роман Владимирович		

6. Социальная ответственность

Для создания безопасных условий труда, поддержания технологического режима, бесперебойной и качественной работы оборудования, предотвращения аварийных ситуаций на СВН необходимо заранее прогнозировать возможные аварийные ситуации в работе всего оборудования: насосных агрегатов, станций управления, источников питания.

В работе системы возможны следующие аварийные ситуации:

- аварийное отключение электроэнергии;
- выход из строя какой-либо части подземного оборудования;
- потеря контроля и управления;
- другие непредвиденные ситуации.

Рабочая зона – это станция управления, где находится оператор добычи нефти.

6.1 Анализ выявленных вредных факторов

Добыча нефти может сопровождаться нежелательными явлениями как выброс в окружающую среду пластовой жидкости и смеси самых различных газов. Однако даже в нормальных условиях эксплуатации полностью исключить утечки, особенно газов, практически невозможно. При возникновении же аварий выбросы вредных веществ в окружающую среду могут принять значительные масштабы. Чтобы избежать этого, необходимо тщательно изолировать устье скважины при помощи фонтанной арматуры, рассчитанной на давления в 1,5-2 раза превышающие постоянно действующее значение. Кроме того, вблизи устья скважины должны устраиваться пункты пожаротушения и песчаные валы для предотвращения распространения возможных разливов нефти. Другим опасным поражающим фактором при работе вблизи установки является возможность поражения

электрическим током высокого напряжения, необходимо устраивать заземление трансформаторных подстанций, питающих установку.

6.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте.

В зависимости от длительного и интенсивного воздействия шума происходит снижение чувствительности органов слуха, которое выражается временным смещением порога слышимости, исчезающим после прекращения воздействия шума. При большой интенсивности и длительности шума происходят такие необратимые потери слуха, как тугоухость, которая характеризуется постоянной изменой порога слышимости.

Повышенный шум влияет на репродуктивную функцию человека, нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывает нарушение сна, раздражение, агрессивность, утомление, способствует психическим заболеваниям.

Пагубное воздействие оказывает даже шум, не ощущаемый ухом человека (находящийся за пределами чувствительности его слухового аппарата): инфразвуки, к примеру, вызывают чувство тревоги, боли в ушах и позвоночнике, а при длительном воздействии сказываются на нарушении периферического кровообращения.

Также шум влияет на производительность труда. Увеличение уровня шума на 1-2 дБ приводит к снижению производительности труда на 1%.

По ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. «Общие требования безопасности» допустимый уровень шума на рабочем месте дожимной компрессорной станции 80 дБ. Однако при работе уровень шума может достигать 120 дБ.

Для снижения вредного воздействия шума на организм человека необходимо применение коллективных и индивидуальных средств защиты.

В качестве средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 персонал необходимо снабдить противошумными наушниками, закрывающими ушную раковину снаружи, либо противошумными

вкладышами, перекрывающими наружный слуховой проход и прилегающие к нему. Меры защиты от шума, применяемые к арматурам:

Конструктивное исполнение проточной части арматуры, снижающим в максимально возможной степени шум, возникающий при прохождении потока рабочей среды через затвор арматуры. Так же применением шумопоглощающей звукоизоляции арматуры. Влияние окажет шум при работе с центробежным насосом, а именно закачка средств антикоррозийного влияния, которым в нашем случае является ингибитором. Закачка ингибитора осуществляется с помощью насоса-дозатора, при работе с которым уровень шума будет повышенный. Работа предусматривает собой кратковременную замену, поэтому специальной защиты не понадобится.

6.1.2 Повышенный уровень вибрации.

На ГКС вибрация бывает, как общая, так и местная в зависимости от локализации ремонтных работ или осмотра оборудования.

Большое негативное воздействие этот фактор оказывает на отделы центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта и вестибулярного аппарата человека. Длительное воздействие вибрации на организм приводит к развитию профессиональных заболеваний, основным из которых является – виброболезнь, сопровождающаяся головокружением, онемением нижних конечностей и потерей ориентации в пространстве. Лечение данного заболевания возможно исключительно на ранних стадиях, в противном случае человеку гарантирована инвалидность.

К мерам борьбы с вибрацией можно отнести: конструктивное исполнение проточной части арматуры, снижающим в максимально возможной степени вибрации, возникающие при прохождении потока рабочей среды через затвор арматуры; применением устройств, поглощающих вибрацию. К индивидуальным средствам защиты от вибрации относятся специальные вибродемпфирующие перчатки, рукавицы, нагрудники, специальные костюмы, обувь.

Для замены способа защиты от коррозии нужно провести работы с центробежным насосом, при работе с которым возникают вибрации. При обслуживании центробежного насоса на оператора окажет влияние повышенная вибрация вследствие работы насоса-дозатора, с которым идет работа.

6.1.3 Электрические поля

В электроустановках высокого напряжения (330кВ и более) около проводов линий электропередачи создается поле переменного тока промышленной частоты (50Гц). Оно неблагоприятно влияет на центральную нервную систему человека, вызывая снижение его работоспособности: повышаются частота пульса, кровяное давление, температура тела, к концу рабочего дня человек становится вялым, сонливым, быстро устает. Все эти отклонения - нестойкие, после отдыха они обычно исчезают. Через тело человека, находящегося в переменном электрическом поле, протекает емкостный ток. Величина этого тока зависит от напряженности вызвавшего его поля, сопротивления тела и обуви, а также удельного сопротивления поверхностного слоя земли, по которому он растекается. Чем больше расстояние между токоведущими частями установки и местом нахождения человека, тем меньше напряженность электрического поля. В распределительном устройстве напряжением 500кВ емкостный ток, протекающий через тело человека, может достигать 0,4...0,52мА. Прикосновение человека, находящегося в электрическом поле, к заземленным конструкциям сопровождается искровым разрядом. Через тело проходит ток, вызывающий неприятное, а иногда болезненное ощущение покалывания. Насос-дозатор, с которым идет работа при закачке ингибитора в центробежный насос, является электрическим и при работе с ним на станциях нужно соблюдать меры предосторожностей и правил безопасности. В условиях работы на открытом воздухе может усугубить ситуацию погодные условия.

6.2 Анализ выявленных опасных факторов

6.2.1 Электробезопасность

Электротравма - особый вид травм, возникающих в результате воздействия электрического тока.

Причины ударов тока

- при внезапном прекращении подачи электроэнергии;
- при ремонтных работах, возможен удар током, вследствие включения в сеть электродвигателя;
- возможно замыкание сети, из-за неквалифицированных действий обслуживающего персонала.

Пути устранения данных причин:

- нужно немедленно отключить двигатели насосов от электросети, после чего перекрыть задвижки на всасывающих и напорных трубопроводах насосов;
- квалифицированный персонал;
- заземления;
- плановой проверки кабелей, функционирования установки.

Работа происходит непосредственно в контакте с электронасосом-дозатором, поэтому требуется специальная защита, предупредительные знаки в местах проведения работ

6.2.2 Воздействие ингибиторов на человека

Неотъемлемым условием получения ингибитора является соблюдение технологического регламента, требований гигиены труда, промышленной и экологической безопасности. Ингибитор по степени воздействия на организм человека относится к 4 классу опасности (вещества малоопасные) в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76. Продукт слабо раздражает слизистую оболочку глаз, не раздражает кожу. Однако при работе с ним необходимо

использовать индивидуальные средства защиты: спецодежду, резиновые перчатки, а также соблюдать правила личной гигиены.

6.3 Охрана окружающей среды

В период эксплуатации источниками негативного воздействия на окружающую среду могут являться мусор бытовой (ТБО) и производственные отходы.

Образование ТБО происходит в результате жизнедеятельности людей занятых на производстве. Конструкцией насоса должно быть предотвращено выброс перекачиваемой жидкости. На поверхности насоса должны быть нанесены знаки безопасности. Стрелкой на видном месте корпуса насоса должно быть указано направление вращения ротора. По истечении срока службы, насосы следует отправлять на утилизацию в специализированные предприятия, имеющие лицензию на переработку опасных отходов.

Винтовой насос имеет концевые уплотнения затворной жидкости, в связи с этим эти уплотнения должны быть химически нейтральными к перекачиваемой жидкости и материалам насоса, нетоксичной не образовывать взрывоопасной смеси с воздухом. Источниками постоянных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от оборудования являются:

Площадки, дефлекторы, вентиляционные трубы и дыхательные клапана:

- Площадки емкостей;
- Служебно-эксплуатационного блока.

Источниками неорганизованных выбросов являются неплотности во фланцевых соединениях технологического оборудования:

- Устье скважины;
- Отключающей арматуры;

С целью уменьшения воздействия на уровень загрязнения атмосферного воздуха и соблюдения санитарных норм предусмотрен комплекс мероприятий общего технологического характера:

- Установка сигнализаторов загазованности во взрывоопасных помещениях;
- Удаление взрывоопасных и пожароопасных веществ из помещений системной вытяжной вентиляции;
- Установка оборудования, арматуры и трубопроводов, рассчитанных на давление, превышающее максимально возможное рабочее давление;
- Полная герметизация всего оборудования, арматуры и трубопроводов;
- Контроль технологических процессов с помощью средств автоматики;

Влияние на окружающую среду является негативным, оказывается выбросом паров в атмосферу.

Выбросы паров: из реакторов, из мерника.

Диаметр выброса - 300мм. Высота выброса - 18м

6.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Пожаровзрывобезопасность

Причины возникновения чрезвычайных ситуаций:

- Протечки перекачиваемой и затворной жидкости наружу из концевых уплотнений вала, через фланцевые соединения и торцевые разъемы;
- Протечки масла наружу через уплотнения подшипников;

- Искрообразования в узлах концевых уплотнений и подшипников при работе;

- Вторичные уплотнения вала не являются термостойкими при максимальной температуре перекачиваемой жидкости;

Для того чтобы не происходили чрезвычайные ситуации связанные с пожаровзрывобезопасностью, следует тщательно проверить конструкцию насоса, вращающиеся элементы не должны создавать искры.

6.4.2 Система противопожарной защиты

Система пожарной безопасности и контроля загазованности объектов площадки включает:

Оборудование управляющей сети:

- Станции управления;
- Коммуникационное оборудование;
- Панели сигнализации и управления;

Технические средства нулевого уровня:

- Пожарные извещатели;
- Оповещатели;
- Газоанализаторы;
- Контрольно-измерительное оборудование;
- Исполнительные средства систем пожаротушения.

На площадке предусмотрены следующие системы пожаротушения:

- Наружное пожаротушение от пожарных гидрантов;
- Внутреннее пожаротушение от пожарных кранов;
- Водяное орошение аппаратов колонного типа;
- Автоматическое пенное пожаротушение;
- Автоматическое газовое пожаротушение

Эти меры противопожарной защиты обеспечат сохранность здоровья оператора и своевременную защиту от пожара. Своевременные действия помогут сохранить оборудование и предотвратить дальнейшее распространение огня по станции

6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.5.1 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Для обеспечения строительства, реконструкции, капитального ремонта, технического перевооружения, консервации и ликвидации ОПО организация, эксплуатирующая их на праве собственности, аренды, другом законном праве, определяющем ее юридическую ответственность:

- передает подрядчику для производства работ утвержденную им проектную документацию на строительство, реконструкцию или документацию на капитальный ремонт, техническое перевооружение, консервацию, ликвидацию в объеме, необходимом для выполнения работ подрядчика и привлеченных организаций;
- проверяет наличие необходимых разрешительных документов у исполнителей работ; оборудования и материалов;
- обеспечивает контроль наличия документов, подтверждающих соответствие применяемых технических устройств и материалов;
- обеспечивает контроль качества применяемых технических устройств и материалов;
- осуществляет производственный контроль выполнения работ подрядчиками и привлеченными организациями.

По окончании строительно-монтажных работ производится ввод ОПО в эксплуатацию. Для пуско-наладочных работ с применением опасных веществ или во взрывоопасных условиях должны быть разработаны технологические регламенты с указанием мер безопасности.

Общие требования к ОПО и рабочим местам в организациях, которые имеют подземные коммуникации (например кабельные линии, нефтепроводы, газопроводы), руководством организации должны быть утверждены схемы фактического расположения этих коммуникаций. Подземные коммуникации на местности обозначаются указателями, располагаемыми по трассе и в местах поворотов. От крайнего ряда эксплуатационных скважин, а также вокруг других ОПО устанавливаются санитарно-защитные зоны, размеры которых определяются проектной документацией. Работники ОПО в зависимости от условий работы и принятой технологии производства должны быть обеспечены соответствующими средствами индивидуальной и коллективной защиты. Каждый участок, цех ОПО, где обслуживающий персонал находится постоянно, необходимо оборудовать круглосуточной телефонной (радиотелефонной) связью с диспетчерским пунктом или руководством участка, цеха данного объекта. На рабочих местах, а также в местах, где возможно воздействие на человека вредных и (или) опасных производственных факторов, должны быть размещены предупредительные знаки и надписи.

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Общие требования.

ГОСТ 12.2.062-81 Оборудование производственное. Ограждения защитные.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

ГОСТ 12.1.018-93 Пожаровзрывобезопасность статического электричества.

ГОСТ 12.1.002-84 Электрические поля промышленной частоты.

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

Заключение

В работе были рассмотрены основные виды коррозионного влияния, уделено внимание разным классификациям коррозионных процессов. Более подробно был разъяснен вопрос возможных причин протекания коррозионных процессов на поверхности глубинно-насосного оборудования. По мнению многих авторов, менее энергозатратным и более доступным финансово методом является химический метод, подразумевающий использование ингибиторов коррозии. Метод является самым распространённым [4], но не всегда оказывает желаемый результат. Для его применения требуется основательная теоретическая база, обуславливающая правильный выбор ингибирующего раствора в связи факторами возникновения коррозии в конкретном случае.

На основании выполненной работы можно сделать вывод о том, что наиболее выгодной оптимальной защиты от коррозии рабочего колеса является использование ингибиторов. Вследствие приведенных расчетов можно сделать вывод, что при использовании ингибиторов скорость коррозии уменьшилась на 80 процентов.

Соглашаясь с мнениями большинства авторов, можно заключить, что борьба с коррозией на ограничивается выбором одного единственного метода в данном конкретном случае, но подразумевает использованием многих методик одновременно, совокупности мер, направленных на продление эксплуатационного срока глубинно-насосного оборудования.

Список использованных источников

1. А.А. Даминов. Коррозия подземного оборудования добывающих скважин, оборудованных УЭЦН, «Территория Нефтегаз», 2009, № 8.
2. В.Н. Ивановский, Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от нее, Коррозия ТНГ, 2011, № 1.
3. Р.Л. Будкевич. Защита оборудования от коррозии. Учебное пособие, Альметьевский государственный нефтяной институт, 2007.
4. С.Г. Степанов, Борьба с коррозией погружного оборудования на месторождениях ООО «РН-Ставропольнефтегаз». Инженерная практика, 2010, №6.
5. Н.А. Скрипко, ДЕЛЬТА 5+ «НЕОЦИНК» - эффективная защита НКТ в коррозионном фонде, Коррозия ТНГ, № 1, 2011(с.24-28).
6. А.В. Валюшок, О катодной защите скважин и погружного оборудования, ООО НПВП «Электрохимзащита», г. Уфа, 2010.
7. Вахитов Т.М., Хасанов Ф.Ф., Гарифуллин И.Ш., Акшенцев В.Г., Вахитова В.Г. Методы предупреждения коррозии скважинного оборудования в НГДУ «Уфанефть», Нефтяное хозяйство, 2004, №1 (с.75-77).
8. В.Е. Андреев, А.С. Надршин, Э.Х. Шакирова, А.Р. Эпштейн, Электрохимический метод предотвращения коррозии глубинно-насосного оборудования, Нефтегазовое дело, 2005, №3.
9. Карелин В.Я. Изнашивание лопастных насосов. М.: Машиностроение, 1983. 166 с.
10. Степанов А.И. Центробежные и осевые насосы. М.: Машгиз, 1983. 464с.

11.Пфлейдерер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов. М.: Машгиз, 1960, 684 с.

12.Григорьев А.Н., Асламазов Г.М, Кузьмин С.П. Железнодорожные цистерны. М.: Трансжелдориздат, 1959, 212 с.

13.Приходько В.М., Шеина А.Е. К вопросу о причинах снижения эффективности работы ППС// Транспорт и хранение нефтепродуктов углеводородного сырья. 2015. № 1. С. 31–36.