

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

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
«Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов»

УДК 620.193.8:622.692.4.053

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Грязев В. В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Антропова Н. А.	к.г.м.н, доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Ю. С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Абраменко Н. С.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ОНД ИШПР</b>	Брусник О.В.	к.п.н, доцент		

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

### Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</b>		
<b>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</b>		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3i).
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d).
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового промышленного оборудования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	Получать, систематизировать необходимые	Требования ФГОС ВО, СУОС

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
	данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е).
<b>Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»</b>		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".



<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Научный обзор возможного взаимодействия организмов и их продуктов реакции на магистральные нефтепроводы, выявление пагубных последствий среды «труба-организм»</li> <li>2. Расчет скорости коррозии под влиянием железобактерий по остаточной толщине стенки трубопровода через 30 суток после начала эксперимента</li> <li>3. Сделать вывод о масштабе последствий</li> </ol>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	нет
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Макашева Ю. С., ассистент ОСГН
«Социальная ответственность»	Абраменко Н. С., ассистент ОКД

<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	01.02.2018
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Антропова Наталья Алексеевна	к.г.м.н, доцент		18.02.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Грязев Владислав Викторович		18.02.2018

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б4А	Грязеву Владиславу Викторовичу

<b>Инженерная школа</b>	Природных ресурсов	<b>отделение</b>	Нефтегазового дела
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, информационных и человеческих</i></p>	<p><i>В данном разделе ВКР необходимо представить: график выполнения работ, в соответствии с ВКР; трудоёмкость выполнения операций; нормативно-правовую базу, используемую для расчётов; результаты расчётов затрат на выполняемые работы; оценить эффективность нововведений.</i></p> <p><i>Раздел ВКР должен включать: методику расчёта показателей; исходные данные для расчёта и их источники; результаты расчётов и их анализ.</i></p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p><i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе выполнения операций согласно справочников Единых норм времени (ЕНВ) и др.</i></p>
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p><i>Ставка налога на прибыль 20 %;</i> <i>Страховые взносы 30%;</i> <i>Налог на добавленную стоимость 18%</i></p>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p>	<p><i>Расчет затрат и финансового результата реализации проекта</i></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<p>1. <i>Диаграмма общих затрат на мероприятие</i></p>
--------------------------------------------------------

### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

25.03.18

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Макашева Ю. С.			25.03.18

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Грязев Владислав Викторович		25.03.18

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Б4А	Грязеву Владиславу Викторовичу

<b>Инженерная школа</b>	Природных ресурсов	<b>отделение</b>	Нефтегазового дела
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является трубопровод, проложенный в водных условиях. Применяется для транспортировки нефти и газа.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</li> </ul>	<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1 Анализ вредных факторов при эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты.</li> </ul> <p>2. Анализ опасных факторов при эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты).</li> </ul>
Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны	2. Экологическая безопасность на магистральных трубопроводах:

<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу;</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу.</li> <li>2.1 Изменение состояния окружающей среды под воздействием трубопровода;</li> <li>2.2 Утечка токсичных и вредных веществ и их влияние на человеческие организмы.</li> </ul>
<p>Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>3. Чрезвычайные ситуации на трубопроводах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>4. Специальные правовые нормы трудового законодательства:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– особенности трудового законодательства применительно к работе в условиях вредных и опасных факторов.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.03.18
------------------------------------------------------	----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Абраменко Н. С.			25.03.18

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б4А	Грязев Владислав Викторович		25.03.18

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 64 с., 2 рис., 4 табл., 19 источников, 0 прил.

Ключевые слова: биологическая коррозия, виды коррозии, скорость коррозии, магистральный нефтепровод, защита от биокоррозии.

Объектом исследования является биологическая коррозия магистральных нефтепроводов.

Цель работы – Исследовать скорость коррозии под влиянием различных организмов.

В процессе исследования были изучены основные виды коррозии, раскрыта тема биологического коррозионного разрушения, рассчитана остаточная толщина стенки трубопровода в условной благоприятной среде для бактерий в течение 30 суток. Приведены основные способы защиты от биологического воздействия на металлические конструкции.

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Грязев В. В.			Реферат	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А					9	64
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

## Оглавление

Введение.....	11
Литературный обзор .....	14
1. Общие сведения о коррозии.....	16
1.1. Химическая коррозия.....	18
1.2. Электрохимическая коррозия.....	20
1.2.1. Атмосферная коррозия металлических конструкций .....	22
1.2.2. Коррозия в почвах и грунтах.....	23
2. Понятие биологической коррозии .....	25
2.1. Бактериальная коррозия .....	26
2.2. Грибная (микологическая) коррозия .....	28
2.3. Факторы морской коррозии металлов.....	30
3. Расчет скорости коррозии под воздействием микроорганизмов.....	33
4. Защита металлов от биокоррозии .....	39
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	43
5.1 Затраты на проведение аварийно-восстановительных работ.....	43
5.2 Расчёт амортизационных отчислений .....	45
5.3 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы.....	46
5.4 Фонд оплаты труда специалистов.....	46
6. Производственная безопасность.....	50
6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	50
6.2 Экологическая безопасность на магистральных трубопроводах.....	52
6.3 Чрезвычайные ситуации на магистральных трубопроводах.....	56
6.3.1 Пожары и взрывы на магистральном трубопроводе.....	57
6.3.2 Аварийные разливы нефти как чрезвычайные ситуации .....	58
6.4 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	59
Заключение .....	62
Список использованных источников .....	63

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Грязев В. В.</i>			<b>Оглавление</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Антропова Н.А.</i>					10	64
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брусник О.В.</i>						

## Введение

В настоящее время человечество довольно тщательно изучила проблему химической и электрохимической коррозии, а также разработала множество эффективных методов защиты от неё. Однако, наряду с повреждениями стальных конструкций электрохимической коррозией в настоящий момент наблюдаются частые отказы трубопроводов и оборудования по причине биокоррозии. При данном явлении металл конструкции разрушается как из-за того, что он является питательной средой для микроорганизмов, так и под воздействием продуктов, образующихся в результате их жизнедеятельности.

Биокоррозия возможна для рассмотрения, как самостоятельный вид разрушения, но в основном биокоррозионные процессы проходят параллельно с другими, например, почвенной (грунтовой), морской, атмосферной, коррозией в неэлектролитах, водных растворах.

Повреждениям от биокоррозии могут быть подвержены различные подземные конструкции (трубопроводы, резервуары, сваи, и т.п.), сооружения и трубопроводы, находящиеся в воде. Биокоррозия – неотъемный спутник нефтегазовой промышленности.

Первые догадки о влиянии на процесс коррозионного разрушения биологических организмов появились только в конце XIX века.

В результате протекания биокоррозии на поверхности металла появляются небольшие углубления (блестящие либо шероховатые), раковины, неровности, которые могут быть заполнены продуктами коррозии. Биокоррозия в большинстве случаев носит язвенный либо питтинговый характер. Чаще всего биокоррозия является локальным разрушением.

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Грязев В. В.			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А					11	64
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ гр. 2Б4А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

В нашей стране биоповреждения материалов начали исследовать с 70-х годов XX столетия. Учитывая климатические условия нашей страны, по классификации климатов Кёппена преимущественно распространены такие климаты как умеренно холодный с сухой зимой и умеренно холодный с равномерным увлажнением при среднегодовой температуре приблизительно - 5,5 °С. Естественные биоценозы в таких условиях развиваются медленно и определяют особенность группового состава организмов. Однако наличие трубопровода в грунте меняет характеристики почвенных компонентов, а, заодно с этим, микроорганизмов. По причине перемешивания грунтов при закладке трубопроводов создается обильный доступ воздуха в нижних слоях, тем более в обедненных почвах, где органические вещества минимальны и расположены в верхних слоях, способствуют созданию «техногенного» микробиоценоза. Следовательно, жизнедеятельность микроорганизмов активизируется. Кроме того, дополнительно способствует развитию биоценоза повышение температуры грунта вдоль трубопроводных систем, конденсация на изделиях.

Обобщая выше сказанное, организмы различных физиологических групп активно развиваются в технологически созданных условиях и являются потенциальным источником коррозии.

Данное исследование является актуальным по причине того, что основная часть трубопроводов на суше проложена подземным методом. В то же время почва является естественной средой обитания организмов, в том числе представляющих опасность для целостности как трубопроводов, так и изоляционных покрытий, не подходящих для защиты от биологической коррозии. А значит появляется высокая вероятность разрушения трубопровода. Данная проблема может привести к аварийному разливу нефти и нарушению экологической безопасности окружающей среды; остановке трубопровода, следовательно, к экономическим потерям нефтеперекачивающей компании.

Цель данной работы:

Исследовать скорость коррозии под влиянием различных организмов.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
						12
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Изучить научную литературу и нормативные документы, относящиеся к биологической коррозии стальных конструкций, в том числе магистральных нефтепроводов.
2. Рассмотреть коррозионные процессы, действующие на трубопроводе при помощи организмов.
3. Рассчитать толщину стенки трубопровода до и после биологического воздействия и сравнить со стандартными потерями металла
4. Провести анализ способов защиты от биологической коррозии.

					<i>Введение</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

## Литературный обзор

Наиболее значимой проблемой, которая может возникнуть при эксплуатации трубопроводов на данный момент является коррозионное разрушение его поверхности. По причине коррозионных процессов совершается необратимая потеря металла, и как следствие, наносится ущерб нефтеперекачивающей компании в виде затрат как на замену или восстановление оборудования, которое преждевременно вышло из строя, так и на ликвидацию последствий аварии. Аварии нефтепроводов наносят огромный вред экологии, загрязняя окружающую среду. Коррозионные потери можно сократить за счет применения на практике накопленных знаний о коррозионных процессах и методов защиты, уже внедряющиеся в нефтяную отрасль.

На данный момент тема биологической коррозии и прочего влияния организмов на металлы изучена довольно слабо, если сравнивать по количеству научной литературы и нормативных документов, связанных с биокоррозионными процессами, относительно литературы по теме других видов коррозии.

Если по электрохимической коррозии составлены ГОСТы, СНИПы и прочие документы по ее определению, способам защиты, классификации тех или иных изоляционных покрытий, подходящих для определенных условий, то по биокоррозии из документов можно выделить лишь термины, и условия некоторых покрытий для защиты [2-5,14]. Это и не удивительно, поскольку относительно других видов коррозии трубопроводов биологическая стала исследоваться сравнительно недавно.

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Грязев В. В.			Литературный обзор	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Антропова Н.А					14	64
Консульт.								
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						
						НИ ТПУ гр. 2Б4А		

Из научной литературы наиболее подробно данную тему раскрывают такие авторы, как Ямпольская, Т. Д. [17], Пехташева Е. Л. [11-12], Вернигорова, В. Н. [1].

					<i>Литературный обзор</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

## 1. Общие сведения о коррозии.

Коррозией металлов называют самопроизвольное разрушение вследствие химического или электрохимического взаимодействия с окружающей средой. Коррозионно-стойкими называют металлы и сплавы, которые способны сопротивляться коррозионному воздействию среды. Процессы коррозии в таких металлах развиваются с малой скоростью.

Среда, в которой металл подвергается коррозии (корродирует), называется коррозионной или агрессивной средой. В случае с металлами, говоря об их коррозии, имеют в виду неблагоприятные реакции взаимодействия металла со средой.

Часть коррозионных сред и разрушений, вызванных их воздействием, настолько характерны, что классификация коррозионных процессов, проходящих в них, создается по названиям данных сред. В основном, материалы из металла подвержены воздействию различных видов коррозии – в такой ситуации данное явление характеризуется как смешанная коррозия.

Ниже перечислены примеры некоторые виды коррозии, соответствующие своим средам.

Газовая коррозия – коррозия в газовой среде при высоких температурах.

Атмосферная коррозия – коррозия металла в условиях атмосферы при влажности, достаточной для образования на поверхности металла пленки электролита (особенно в присутствии агрессивных газов или аэрозолей кислот, солей и т. д.). Особенностью атмосферной коррозии является сильная зависимость ее скорости и механизма от толщины слоя влаги на поверхности металла или степени увлажнения образовавшихся продуктов коррозии.

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Грязев В. В.			<i>Общие сведения о коррозии</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А					16	64
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

Жидкостная коррозия – коррозия в жидких средах.

Подземная коррозия – коррозия металла в грунтах и почвах. Характерной особенностью подземной коррозии является большое различие в скорости доставки кислорода к поверхности подземных конструкций в разных почвах (в десятки тысяч раз).

Многие металлы и сплавы под воздействием внешней среды постепенно переходят в окислённое состояние и разрушаются. Разрушение начинается с поверхности и с течением времени распространяется в глубь металлического изделия. В качестве примера можно назвать ржавление стальных изделий на воздухе, разъедание подводных частей судов, разрушение трубопроводов при длительном воздействии на них жидкостей, порча химической аппаратуры от действия различных растворов и т.д.

Стадии коррозионного процесса:

- подвод коррозионной среды к поверхности металла;
- взаимодействие среды с металлом;
- полный или частичный отвод продуктов от поверхности металла.

Образование коррозии возможно как химическим, так и электрохимическим процессом. Следовательно, по основному механизму протекания коррозии ее классифицируют на химическую и электрохимическую. Сюда же необходимо дополнить и биологическую коррозию.

Большинство металлов, в число которых входят и довольно активные (такой, как алюминий) при коррозионном воздействии покрываются довольно плотной, хорошо скрепленной с металлами оксидной пленкой, которая не реагирует с основными окислителями и препятствует проникновению реагентов в более глубокие слои, а следовательно, защищает металл от коррозии. При удалении этой пленки металл начинает взаимодействовать с влагой и кислородом воздуха.

					Общие сведения о коррозии	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

## 1.1. Химическая коррозия

Коррозия является химической, если после разрыва металлической связи атомы металла непосредственно соединяются химической связью с теми атомами или группами атомов, которые входят в состав окислителей, отнимающих валентные электроны металла.

В основном, поверхность металла подвергается окислению. При температурах 20-25°C на поверхности некоторых металлов могут образовываться тонкие оксидные пленки. Несмотря на сравнительно небольшую толщину – всего 3-10 нм, они обладают весьма значительными защитными свойствами, если эти пленки занимают металлическую поверхность сплошным слоем. Данное явление образования пленки называется пассивацией металла. Кристаллическая решетка таких оксидов схожа с решеткой металла. Когда происходит нагрев, растет толщина оксида. Защитные свойства толстых оксидных пленок, полученных в высокотемпературных условиях, определяются сплошностью слоя, покрывающего поверхность металла и проницаемостью самого оксида для ионов металла и кислорода. Химическая коррозия проходит в различных коррозионных средах, но в основном она замечается в ситуациях, когда коррозионная среда не является электролитом (газовая коррозия, коррозия в неэлектропроводных органических жидкостях). Химическая коррозия происходит по механизму термодинамической неустойчивости металлов в газовых средах при определенных давлении, температуре, активности газовой среды. Особенность металла, при которой он может сопротивляться коррозионному воздействию газа при высоких температурах называется жаростойкостью.

Температурные зависимости скорости окисления металла определяют экспериментально в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным (табл. 1).

					Общие сведения о коррозии	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

## Жаростойкость некоторых металлов

Металл	Жаростойкость	Характеристика оксида
Mg	Очень плохая	Рыхлые оксиды
Nb, Ta, Mo, W, Ti, Zr	Плохая	Плотные оксиды с плохими защитными свойствами
Cu, Fe, Ni, Co	Удовлетворительная	Плотные оксиды с большой дефектностью
Al, Zn, Sn, Pb, Cr, Mn, Be	Хорошая	Плотные оксиды с хорошими защитными свойствами
Ag, Au, Pt	Отличная	Малое химическое сродство к кислороду

Химическая газовая коррозия может носить равномерный или локальный характер. Равномерная коррозия характеризуется степенью и интенсивностью процесса. При этом степень коррозии определяется изменением массы металла и глубиной коррозии.

Для защиты стальных конструкций от высокотемпературной газовой коррозии, особенно в среде кислорода, повышают жаростойкость стали. Это достигается нанесением на поверхность стали покрытия из жаростойкого металла. Жаростойкие покрытия классифицируют на диффузионные и недиффузионные.

Диффузионные покрытия образуются при взаимной диффузии компонентов основы и среды – источника диффузантов. Данными источниками могут быть такие среды как твердые, жидкие и газовые. Обширное использование получили методы нанесения диффузионных покрытий, когда компоненты подаются к поверхности подложки в виде паров элементов или их газообразных соединений, например галогенидов.

Состав недиффузионных покрытий необходимо выбирать таким образом, чтобы обеспечить совместимость материала покрытия и основы при температурах эксплуатации, а также высокую адгезию покрытия с основой. Эти

					Общие сведения о коррозии	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

покрытия наносят методами химического осаждения из газовой среды, а также различными методами напыления: пламенного, плазменного, детонационного.

## 1.2. Электрохимическая коррозия

Электрохимическая коррозия(ЭХК) – это самопроизвольное разрушение металлов в жидких электропроводящих средах: электролитах, влажной атмосфере и почве; морской и речной воде, водных растворах солей, щелочей и кислот. При ЭХК устанавливается коррозионный ток, вследствие чего происходит разрушение металла под влиянием электрохимического взаимодействия с электролитом.

На сегодняшний момент электрохимическая коррозия является наиболее распространенным типом коррозии металлов. По электрохимическому механизму корродируют металлы в контакте с растворами электролитов. Такими электролитами могут быть такие среды как морская вода, растворы солей, кислот и щелочей. При стандартных атмосферных условиях и в почве коррозия металлов может проходить также по электрохимическому механизму, т.к. на их поверхности имеются капли влаги с растворенными воздушными и земельными компонентами. Электрохимическая коррозия является гетерогенным и многостадийным процессом.

Механизм коррозии определяется прежде всего типом агрессивной среды. В электролитических средах (растворах электролитов) суммарный процесс коррозии можно записать в виде реакции:



Таким образом, процесс фактически состоит из двух реакций:



Скорость каждой реакции определяется собственным кинетическим уравнением и в этом смысле процессы полностью независимы. Однако при

					Общие сведения о коррозии	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

совместном протекании реакции связаны условием электронейтральности системы.

Когда коррозионный элемент разомкнут, на анодных и катодных участках реакции в прямом и обратном направлениях идут с одинаковой скоростью. Обратимые электродные потенциалы металлов  $\varphi_{\text{обр}}$  зависят от характера электролита и температуры. Их рассчитывают по термодинамическим функциям.

В замкнутом коррозионном элементе скорости указанных реакций в прямом и обратном направлении становятся неодинаковыми. Реакция на аноде идет преимущественно в направлении ионизации металла, а на катоде – в направлении восстановления  $\text{H}^+$  или  $\text{O}_2$ . В результате возникает коррозионный ток: перемещения электронов в металле и ионов в электролите. Под влиянием этого на аноде и катоде устанавливаются необратимые электродные потенциалы  $\varphi_{\text{необр}}$ . По сравнению с обратимыми потенциалами они менее отрицательны для анода и менее положительны для катода. Разница значений необратимого и обратимого потенциалов пропорциональна силе тока в коррозионном элементе. Коэффициенты пропорциональности  $P_a$  и  $P_k$  называются поляризуемостью:

$$\varphi_{\text{обр}}^a - \varphi_{\text{необр}}^a = P_a I \quad (4)$$

$$\varphi_{\text{обр}}^k - \varphi_{\text{необр}}^k = P_k I \quad (5)$$

Где  $I$  – сила тока.

Анодную  $P_a$  и катодную  $P_k$  поляризуемость металла в электролите определяют экспериментально. В определенных условиях некоторые металлы имеют большую анодную поляризуемость  $P_a$  и их называют пассивирующимися.

Значение коррозионного тока  $I$ , который устанавливается в коррозионном элементе и определяет скорость коррозии, рассчитывают по формуле

$$I = \frac{\varphi_{\text{обр}}^a - \varphi_{\text{обр}}^k}{P_k + P_a + R} \quad (6)$$

					Общие сведения о коррозии	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $R$  – электрическое сопротивление коррозионного элемента.

### 1.2.1. Атмосферная коррозия металлических конструкций

Атмосферная коррозия – одна из самых частых видов коррозии. В процессе эксплуатации металлических конструкций происходит образование конденсата и загрязнение их поверхности, что является первопричиной образования и развития атмосферной коррозии. Возникновение водяных капель на поверхности зависит от таких факторов, как относительная влажность воздуха, температура поверхности металла, атмосферные осадки, наличие в атмосфере гигроскопичных продуктов, состояние поверхности и пористости материала (металл, бетон, конверсионное покрытие). В воздушном пространстве находятся молекулы воды, количество которых определяет абсолютную влажность. Состояние воздуха на предмет влажности оценивается следующими параметрами: давление водяного пара  $P_{H_2O}$  и относительная влажность  $W$ .  $P_{H_2O}$  может изменяться от 0 до максимального парциального давления  $P_{H_2O}^{max}$ , соответствующего полному насыщению воздуха.

Абсолютная влажность увеличивается с повышением температуры. Каждому значению температуры при одинаковом атмосферном давлении соответствует определенное максимальное парциальное давление  $P_{H_2O}^{max}$ .

Относительная влажность  $W$  характеризует степень насыщения воздуха водяным паром, то есть

$$W = \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2O}^{max}}. \quad (7)$$

Чем больше влажность, тем слабее энергия связи влаги с воздухом. Когда  $P_{H_2O}$  подходит к  $P_{H_2O}^{max}$ , начинает образовываться множество микрокапель, которые со временем увеличиваются в объеме и осаждаются конденсатом на поверхности конструкций. Одной из причин конденсации может быть перепад температуры.

					Общие сведения о коррозии	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сухой атмосферной коррозией называется коррозионный процесс, проходящий под слоем влаги до 10 нм. Характер сухой коррозии объясняется поверхностным окислением металла по химическому механизму взаимодействия некоего реагента в виде газа. Последующее увеличение влажности увеличивает толщину водяной пленки. На поверхности происходит образование капиллярной конденсации; вода выступает как электролит, что имеет большую значимость для коррозионных процессов при создании таких условий возникает уже влажная коррозия. Интенсивное образование конденсата, а также развитие процессов коррозии, происходит при относительной влажности более 70...75%. Данные значения влажности считаются критическими  $W_{кр}$ . Значения  $W_{кр}$  для разных металлов располагаются в пределах между 50...70%. Когда значения влажности выше  $W_{кр}$ , коррозия протекает по электрохимическому механизму.

Атмосферная коррозия называется мокрой, когда она проходит при относительной влажности воздуха, близкой к 100%. В этом случае влага на поверхности металлической конструкции находится в виде капель, хорошо видных невооруженным глазом. Например, такая влажность достигается на поверхностях металла, которые обливаются водой либо полностью погружаются. Мокрая атмосферная коррозия может быть замечена при прямом воздействии на конструкцию дождя или тумана. Толщина пленки при мокрой коррозии превышает 1 мм.

### 1.2.2. Коррозия в почвах и грунтах

Почва – внешний слой литосферы, образующийся под действием сразу нескольких протекающих процессов выветривания горных пород и почвообразования, базирующегося на деятельности микроорганизмов и растений. Грунт – это горные породы, не подверженные выветриванию и расположенные ниже зоны жизнедеятельности большинства микроорганизмов и растений.

					Общие сведения о коррозии	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Влажную почву и грунт, представляющую из себя капиллярно-пористую, а наряду с этим и коллоидную систему, можно определить, как проводники второго рода, а точнее электролиты, в тоже время коррозионные процессы металла в почве и грунте имеет смысл анализировать из принципов теории электрохимии. Почва и грунт являются ионными проводниками электрического тока в том числе при относительно малой влажности, а значит, достаточно присутствия в почве только химически или физико-химически связанной воды. Подземная коррозия – процесс разрушения металла в результате его взаимодействия с раствором почвенного электролита, при котором ионизирующие процессы атомов металла и восстановительные процессы окислительных компонентов коррозионной среды протекают в различных актах, а их скорости зависят от электродного потенциала.

При подземной коррозии металлы находятся не в растворах солей, а в растворах других электролитов, вследствие этого в электродных процессах на границе раздела «металл– электролит» могут также участвовать ионы других металлов или ионы водорода  $H^+$ . При такой ситуации на значение потенциала более весомое влияние по сравнению концентрацией собственных ионов оказывает водородный показатель рН, то есть концентрация ионов  $H^+$ . Кроме того, влияют совместно протекающие различные процессы: образование ионов  $OH^-$ , выделение молекулярного водорода  $H_2$ , реакции, приводящие к появлению оксидных и других пленок. Установившийся в таких условиях потенциал отличается от нормального и называется стационарным, или естественным. Стационарный потенциал– это равновесный потенциал металла в данном конкретном электролите при отсутствии внешнего тока. При установлении стационарного естественного потенциала ток, идущий на растворение металла на анодных участках, полностью компенсируется током, идущим на восстановление  $O_2$  на катодных участках.

					Общие сведения о коррозии	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2. Понятие биологической коррозии

Биокоррозия – это процесс коррозионного разрушения материала под действием микроорганизмов. «Реагентами» биосферы являются практически все виды организмов флоры и фауны: бактерии, большинство видов грибов, высшие и низшие растения, насекомые, животные.

Биокоррозию можно рассматривать самостоятельно, но она чаще протекает совместно с другими видами коррозии и в различных средах; она инициирует и интенсифицирует эти виды коррозии. Биокоррозии подвержены подземные и надземные сооружения, оборудование нефтегазовой отрасли, трубопроводы при контакте с почвой и водными средами, топливные системы самолетов и другие объекты. Проблема защиты конструкций от биокоррозии имеет межотраслевой характер.

Биокоррозия охватывает отдельные случаи подземной коррозии или коррозии в электролитах, когда процесс разрушения ускоряется вследствие участия продуктов, выделяемых микроорганизмами [2].

Биокоррозию подразделяют на бактериальную, которая происходит в водной среде в присутствии особого вида бактерий в органических средах, и микологическую (грибную), проходящую в атмосферных условиях, в почвенной среде, при влажности поверхностей, а также при наличии загрязнений, спор, мицелий и продуктов жизнедеятельности грибов [1].

Воздействие микроорганизмов на металлы может происходить различными способами. Главным образом, коррозию могут спровоцировать агрессивные продукты отходов, диапазон Рн которых очень широк, а также ферменты и др. Данные вещества способствуют образованию коррозионно-активной среды, в которой при наличии воды протекает коррозия по стандарт-

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Грязев В. В.			Понятие биологической коррозии	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н.А.					25	64
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

ным электрохимическим законам.

Колонии микроорганизмов могут образовывать на поверхности металлических конструкций слизистые скопления и наросты мицелия, на границе с металлом которых за счет разности электрических потенциалов на разных участках поверхности металла и ассимиляции ионов металлов самими микроорганизмами может развиваться язвенная коррозия.

## 2.1. Бактериальная коррозия

Основа жизнедеятельности бактерий, как и прочих организмов включает в себя конструктивные и энергетические процессы. При конструктивных процессах – углеродосодержащие вещества, получаемые из внешней среды, перерабатываются и превращаются в строительные вещества тела под действием восстановительных реакций, проходящих с энергетическими затратами. Необходимая энергия извлекается в ходе энергетических окислительных процессов. Бактерии для этих двух процессов используют как органическую, так и неорганическую материю. Неорганические вещества участвуют в энергетических процессах, как окисляемые субстраты, так и окислители. Когда окислителем является кислород, то данный процесс называется аэробным. Если окислителем – органическое или неорганическое, соединение, процесс анаэробный.

В микробный метаболизм вовлекаются соединения: углерода, серы, азота, железа, хрома, хлора, молибдена, сурьмы, молекулярный водород.

Бактериальная коррозия протекает при температуре 6...40 °С при pH = 1 10,5. В микробный метаболизм вовлекаются соединения: углерода, серы, азота, железа, хрома, хлора, молибдена, сурьмы, молекулярный водород. Коррозионное разрушение материала напрямую (или косвенно) связано с жизнедеятельностью бактерий: на поверхности материала или в растворе создаются химические соединения, благоприятные для коррозии; электрохимические потенциалы

					Понятие биологической коррозии	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

среды изменяются по причине изменения концентрации кислорода в растворе [1].

Микроорганизмы очень легко размножаются, а также быстро приспосабливаются к изменяющимся условиям среды. Это объясняется способностью бактерии образовывать ферменты, необходимые для трансформации питательных сред.

Среди бактерий, вызывающих коррозию металлов, в основном распространены сульфатвосстанавливающие бактерии; тионовые бактерии; железобактерии.

*Сульфатредуцирующие* бактерии анаэробны и являются причиной биокоррозии. Они могут превращать сульфатные соединения металлов в сульфиды, образующиеся при реакции выделяющегося в данном процессе сероводорода с металлами.

*Тионовые* бактерии способны окислять сульфиды и прочие восстановленные соединения серы до сульфатов. Реакция окисления сульфидов при помощи бактерий способна проходить в миллионы раз быстрее реакции обычного химического окисления. В итоге, в значительных количествах и довольно быстро образовывается серная кислота, которая создает агрессивную коррозионную среду.

*Железобактерии* возбуждают коррозию металлических сооружений, контактирующих с водой. В местах сварных швов и других поверхностях металла железобактерии образуют слизистые скопления, не смываемые течением воды и воздухом насыщенных жидкостей. Под ними возникают слабо аэрируемые участки, имеющие более низкий потенциал, в последующем выступающие в качестве анода. В анодной зоне железо растворяется, и происходит коррозия [3].

В процессе коррозии участвуют бактерии многих видов, крайне редко встречаются случаи биокоррозии с участием бактерий одного вида. Часто анаэробные условия создаются жизнедеятельностью аэробных бактерий. При аэрации почвы восстанавливающие бактерии погибают, а окисляющие –

					Понятие биологической коррозии	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

размножаются. В биоценозе аэробные бактерии и анаэробные почти всегда существуют совместно. Наиболее сильная коррозия наблюдается в болотистой местности с  $pH=6,8...7,8$ , наполненных органическими остатками с пониженным содержанием кислорода.

При подземной коррозии труб и повреждениях изоляционных покрытий существенное участие принимают именно бактерии. Состав топлива, наличие влаги,  $pH$  среды и температура способствуют развитию сульфатредуцирующих бактерий в бензобаках.

## 2.2. Грибная (микологическая) коррозия

Это разрушение строительных материалов, металлов и металлических покрытий при воздействии агрессивных сред, которые сформировались в результате жизнедеятельности грибов. Грибная коррозия – частный случай биоразрушения материалов конструкций в специфических условиях эксплуатации.

Тема повреждения металлов грибами до сих пор изучена слабо, так как до недавнего момента считалось, что биологические повреждения металлов вызываются только бактериями. Однако микологическая коррозия металлов имеет место быть и в некоторых случаях наносит вред металлическим конструкциям не меньше, чем бактериальная [3].

Грибная коррозия характерна для атмосферных и почвенных условий, в местах с ограниченным воздухообменом, где создаются благоприятные температурно-влажностные условия. Стоит отметить, что грибная коррозия более характерна для бетона, который представляет капиллярно-пористое тело, что позволяет мицелию легко поселяться на поверхности и распространяться вглубь. В отличие от бактерий грибы напрямую коррозию не вызывают. Разрушается поверхность в процессе деятельности гриба на негрибостойких материалах. Они сдерживают на поверхности металлов влагу и выделяют органические кислоты, тем самым развивают процесс коррозии деталей из

					<i>Понятие биологической коррозии</i>	<i>Лист</i>
						28
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

латуни, меди, стали, алюминия и его сплавов. На поверхности чистого, незагрязненного металла плесневые грибы не могут развиваться, однако, воздействие их метаболитов способно вызывать коррозию металлов.

Продукты микробиологической коррозии, а также мицелий грибов, создающий связи между металлическими контактами изделий, содействуют появлению электролитов на поверхности контактов и приводят к созданию гальванического элемента или к ухудшению электрических параметров изделий [1].

Причиной поразительной всеядности грибов является наличие ферментного аппарата, вырабатывающего ферменты или – вещества белковой природы, которые являются эффективными катализаторами разнообразных химических процессов. То, что человек получает продукты в химических реакторах при высоких температурах и давлениях, грибы осуществляют в обычных условиях. Грибы обладают всеми группами известных в настоящее время ферментов, поэтому они разрушают практически все органические тела, на которые попадают их споры.

Микологическую коррозию можно разделить на 4 стадии:

1. прорастание спор или вегетативных элементов гриба;
2. формирование мицелия с последующим развитием визуально наблюдаемых колоний гриба;
3. развитие коррозионных процессов; разрушение полимеров под действием гидролаз и оксидоредуктаз; появление градиентов концентрации кислорода – акцептора электронов;
4. обильное спорообразование грибов; локальные или сплошные повреждения резко выражены [1].

Грибы не могут развиваться если поверхность металла чистая, незагрязненная, не имеет контакта с органическими материалами, такими как смазки, полимерные пленки, краски [3].

В стране построено колоссальное количество подземных стальных трубопроводов для подачи газа, нефти, воды. Условием надежной работы их

					<i>Понятие биологической коррозии</i>	<i>Лист</i>
						29
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

является качественная изоляция, выполняемая из битумных или битумно-полимерных материалов, а в особо важных моментах – из липкой полимерной пленки. Ранее агрессивность грунта определялась такими факторами, как влажность грунта, количество солей в грунте. В настоящее время стало понятно, что учетом только данных факторов не обойтись. Имеют место быть случаи, когда коррозия трубопроводов интенсивно протекает в «благонадежных» грунтах. Причина одна – биокоррозия. Выяснено, что укладки труб в засыпанной траншее условия для развития микроорганизмов намного лучше, чем в невскопанном грунте. Анализ случаев повреждения трубопроводов водоснабжения и идентификации микроорганизмов свидетельствуют о комплексном протекании процессов. Наблюдаются сезонные колебания биоценоза: зимой, в основном, доминируют железобактерии, летом – сульфатредуцирующие. В процессах принимают участие микрогрибы, микроводоросли, входящие в ассоциации с бактериями. Повреждения носят локальный характер, глубина повреждений в некоторых случаях достигает критических величин и выводит из строя трубопроводы.

### 2.3. Факторы морской коррозии металлов

Морская вода – это сложный, тонко сбалансированный раствор многочисленных солей, содержащий живые организмы, взвешенный ил, растворенные газы и разлагающуюся органику. Взаимосвязь многих переменных, определяющих свойства морской воды как коррозионной среды, приводит к тому, что изменение одного параметра может влиять на относительные величины других.

К особенностям процесса морской коррозии можно отнести:

- высокую агрессивность среды, как и воды, так и окружающей атмосферы;
- большое влияние контактной коррозии металлов;

					<i>Понятие биологической коррозии</i>	<i>Лист</i>
						30
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- дополнительное влияние эрозии и кавитации (механический фактор);
- протекание биокоррозии, а также значительное влияние биологического фактора, то есть обрастание микроорганизмами.

Характер и скорость коррозионного разрушения металла в морской воде зависит от факторов, делящихся на химические, физические и биологические, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Факторы, влияющие на коррозию в морской воде

Химические	Физические	Биологические
Растворенные газы	Скорость	Обрастание
Кислород	Пузырьки воздуха	Организмы с твердыми раковинами
Двуокись углерода	Взвешенный ил	Организмы без твердых раковин
Химическое равновесие	Температура	Деятельность растений
Соленость	Давление	Выделение кислорода
pH		Поглощение CO <sub>2</sub>
Растворимость карбонатов		Деятельность животных
		Поглощение кислорода
		Выделение CO <sub>2</sub>

В естественной водной среде на поверхности металла сразу начинаются коррозионные процессы и микробиологическое обрастание. Биологическое обрастание в морской воде уже давно считается естественным явлением.

Биологическая коррозия металла в морской воде происходит из-за присутствия в ней разных микроорганизмов (кораллы, моллюски, бактерии). Коррозионное разрушение в зазорах и щелях происходит из-за возникновения неровностей, появляющихся вследствие скопления и нарастания микроорганизмов, которые ограничивают доступ кислорода к поверхности.

Обрастание микроорганизмами металлоконструкции может иметь и положительный характер, так как коррозионный процесс замедляется из-за образовавшегося слоя. К примеру, коррозию сплава значительно замедляет обрастание мидиями поверхности стали. Объясняется это тем, что мидии потребляют значительное количество кислорода.

Морская биологическая коррозия чаще подвергает разрушению стали, свинец, сплавы на алюминиевой и никелевой основе, олово и его сплавы

					<i>Понятие биологической коррозии</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

### 3. Расчет скорости коррозии под воздействием микроорганизмов

Для первоначального моделирования ситуации коррозии рассмотрим эксперимент потери железа в условиях выращенных бактерий.

Объектами и материалами для выявления потенциальной биокоррозионной ситуации, изучения направленности биоповреждающего процесса вокруг трубы, роли каталазной активности в развитии биокоррозионного процесса являлись участки технологических трубопроводов глубиной залегания 120-170 см. Для выявления железобактерий или близких микроорганизмов образцы воды, соскобов и грунтов помещались в жидкую среду Лиске с железной проволокой. При культивировании через каждые 7 суток проводили расчет потери веса проволоки весовым методом.

Таблица 3

#### Среда Лиске

Состав	Масса, г
Аммоний сернокислый $[(NH_4)_2SO_4]$	1,5
Хлористый калий $(KCl)$	0,05
Сернокислый магний $(MgSO_4 * 7H_2O)$	0,05
Фосфорнокислый калий двухосновный $(K_2HPO_4)$	0,05
Азотнокислый кальций $[Ca(NO_3)_2 * 4H_2O]$	0,01
Дистиллированная вода	1000

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчет скорости коррозии под воздействием микроорганизмов	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Грязев В. В.					33	64
Руковод.		Антропова Н.А.				НИ ТПУ гр. 2Б4А		
Консульт.								
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

В образце «Внешний соскоб» первичный количественный учет показал наименьшее число бактерий ( $0,08 \times 10^6$  кл/г). В течение 10 суток размножения количество микроорганизмов в данном соскобе возрастает в 3 раза, а через 20 суток от начала исследования становится максимальным по сравнению с остальными образцами. По окончании эксперимента наибольшая потеря железной проволоки составила 28,3% (Табл. 3)

Таблица 4

Изменение численности микроорганизмов на среде Лиске и потеря веса железной проволоки в изучаемых зонах

Наименование образца	Потеря веса железной проволоки (%) и численность микроорганизмов					
	через 10 суток		через 20 суток		через 30 суток	
	КОЕ*10 <sup>6</sup>	%	КОЕ*10 <sup>9</sup>	%	КОЕ*10 <sup>9</sup>	%
Техническая вода	116,7	5,2	3,8	9,5	0,3	25,3
Внутренний соскоб	43,4	6,2	2,5	10,3	3,8	22,0
Внешний соскоб	27,3	6,8	35,9	9,4	1,5	28,3
Грунт «прилегающий»	45,1	4,8	2,4	8,5	0,05	17,8
Грунт «ненарушенный»	36,9	3,5	0,4	6,1	3,0	12,6

Далее, мы применяем наши потери металла на проволоке для расчета толщины стенки трубопровода до и после коррозионного процесса. Суть исследования заключается в создании некой условной модели проведения коррозии в которой будут поставлены такие допущения как идеальная среда для развития бактерий, форма коррозионного отверстия, которая будет максимально близко повторять поведение коррозии, инициируемое бактериями. Исследуя различные источники, анализируя и обобщая поведение повреждений, можно предположить, что потеря металла в трубопроводе происходит по форме похожей на конус.



Рис. 1. Поверхность трубы, подверженная коррозионному биоповреждению

Сперва необходимо вычислить начальную толщину стенки трубопровода.

Расчет начальной толщины стенки трубопровода определяем согласно СП 36.13330.2012 «СНиП 2.05.06-85\* Магистральные трубопроводы» по формуле:

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_n}{2 \cdot (R_1 + n \cdot p)}, \quad (8)$$

$$R_1 = \frac{R_1^H \cdot m}{k_1 \cdot k_H} = \frac{510 \cdot 0,99}{1,4 \cdot 1,155} = 312,24 \text{ МПа}$$

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_n}{2 \cdot (R_1 + n \cdot p)} = \frac{1,15 \cdot 9,8 \cdot 1020}{2 \cdot (312,24 + 1,15 \cdot 9,8)} = 17,8 \text{ мм}$$

где  $n$  - коэффициент надежности по нагрузке - внутреннему рабочему давлению в трубопроводе, где его значение принимается равным 1,15;

$p$  - рабочее (нормативное) давление, =9,8 МПа;

$D_n$  - наружный диаметр трубы, =1020 мм

$R_1$  - Расчетные сопротивления растяжению (сжатию)  $R_1$

$$R_1 = \frac{R_1^H \cdot m}{k_1 \cdot k_H}, \quad (9)$$

где  $m$  - коэффициент условий работы трубопровода, принимаемый значению 0,99;

					Расчет скорости коррозии под воздействием микроорганизмов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$k_1$  - коэффициент надежности по материалу, принимаемый соответственно 1,4;

$k_n$  - коэффициент надежности по ответственности трубопровода, равный 1,155.

$R_H = 510$  МПа.

Толщину стенки труб, определенную по формуле (8), следует принимать не менее  $1/100 DN$

При этом толщина стенки труб должна быть не менее:

для труб номинальным диаметром  $DN 200$  и менее - 3 мм;

для труб номинальным диаметром более  $DN 200$  - 4 мм.

Для учета уровня ответственности, связанного с объемом экономических, социальных и экологических последствий разрушения магистрального трубопровода с номинальным диаметром  $DN 1000$  и более толщина стенки для этих диаметров должна приниматься не менее 12 мм.

Продолжение таблицы 10

Толщина стенки должна удовлетворять условию, чтобы величина давления, была не менее величины рабочего (нормативного) давления.

Полученное расчетное значение толщины стенки трубы округляется до ближайшего большего значения, предусмотренного действующими стандартами на трубную продукцию. При этом минусовый допуск на толщину стенки труб не учитывается.

$$R_1 = \frac{R_1^H \cdot m}{k_1 \cdot k_H} = \frac{510 \cdot 0,99}{1,4 \cdot 1,155} = 312,24 \text{ МПа}$$

$$\delta = \frac{n \cdot p \cdot D_n}{2 \cdot (R_1 + n \cdot p)} = \frac{1,15 \cdot 9,8 \cdot 1020}{2 \cdot (312,24 + 1,15 \cdot 9,8)} = 17,8 \text{ мм}$$

$$\delta = 18 \text{ мм}$$

					Расчет скорости коррозии под воздействием микроорганизмов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

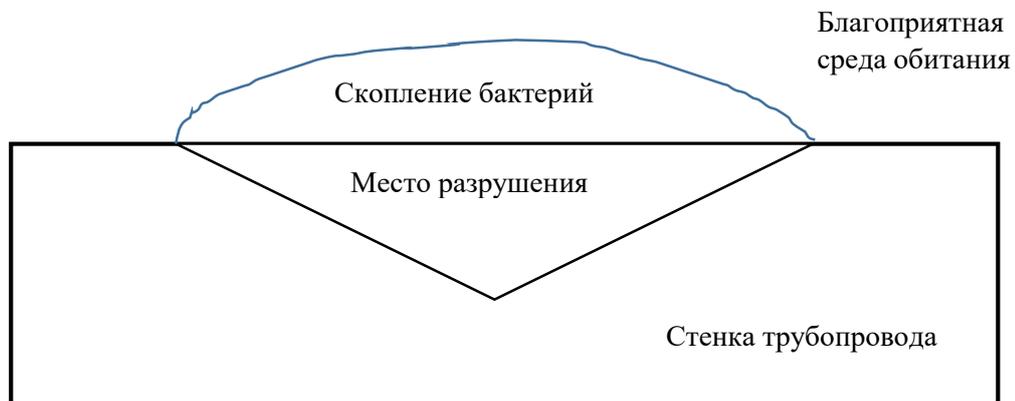


Рис. 2. Условная модель бактериальной коррозии.

Далее рассчитаем потерянный объем металла на некоторой площади стенки трубопровода, соприкасающейся с бактериями. Для этого обозначим данную площадь и объем величиной и формой фигуры соответственно, сопоставимой с площадью поражения некоторых исследуемых образцов. Пусть радиус исследуемой пораженной области равняется 20 мм. Площадь тогда будет равна:

$$S = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 20^2 = 1256 \text{ мм}^2$$

На полученной площади выделим объем в виде цилиндра высотой, равной стенке трубопровода, и определим потерянный объем:

$$V_{\text{общ}} = S \cdot h = 1256 \cdot 18 = 22608 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{ном}} = V_{\text{общ}} \cdot \omega_{\text{ср}} = 22608 \cdot \frac{0,283 + 0,22}{2} = 5685,912 \text{ мм}^3$$

Толщина стенки будет равняться разности начальной толщины стенки и высоты конуса.

$$V_{\text{ном}} = \frac{h_{\text{ном}}}{3} \pi \cdot r^2 \Rightarrow h_{\text{ном}} = \frac{V_{\text{ном}} \cdot 3}{\pi \cdot r^2} = \frac{5685,912 \cdot 3}{3,14 \cdot 20^2} = 13,581 \text{ мм.}$$

$$h_{\text{кон}} = h - h_{\text{ном}} = 18 - 13,581 = 4,419 \text{ мм}$$

Следовательно, в при благоприятных для бактерий условиях скорость бактериальной коррозии равняется приблизительно 13 мм в месяц. Под благоприятными условиями подразумеваются такие условия, при которых отсутствуют такие факторы как межвидовая и внутривидовая борьба за

					Расчет скорости коррозии под воздействием микроорганизмов	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

выживание, химические соединения и элементы, замедляющие размножение бактерий, или вовсе сокращающие их численность. Это значит, что не принимая должной защиты как внешней стенки трубопровода, так и внутренней, трубопроводы могут очень быстро выйти из строя.

					<i>Расчет скорости коррозии под воздействием микроорганизмов</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

#### 4. Защита металлов от биокоррозии

Для предотвращения биокоррозионных повреждений стальных конструкций требуется: не допускать заражение и развитие рабочей среды микроорганизмами; проводить регулярный химический контроль состава среды; производить ингибирование или добавлять гербициды; производить экологически контролируемое удаление из рабочей среды питательных для бактерий и грибов веществ; подбирать отвечающие условиям эффективные защитные покрытия; применять катодную защиту; предусмотреть возможность очистки конструкций от отложений. Достигается это следующими действиями:

1. повышением коррозионной стойкости металлов и лакокрасочных покрытий;
2. применением полимерных материалов и ЛКП, включающих биоцидные добавки;
3. обработкой поверхности конструкций и машин смесью, включающей гидрофобизирующие, ингибирующие добавки и биоциды (на поверхности образуется гидрофобная пленка, которая препятствует удержанию воды и ухудшает условия для закрепления микрогрибов). Фунгициды (биоциды), поражают микроорганизмы, но они не должны влиять на защищаемый материал;
4. поддержанием определенных условий эксплуатации: относительная влажность не должна быть более 80%, температура – не более 20 °С, воздухообмен и чистый воздух; отсутствие загрязняющих веществ на поверхности защищаемой конструкции; вводом в агрессивные водные среды действенных добавок бактерицидов; применением средств консервации, содержащих ингибиторы коррозии.

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	Грязев В. В.				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	Антропова Н.А					39	64
<i>Консульт.</i>					<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>	Брусник О.В.						
<b>Защита металлов от биокоррозии</b>							

Результативную дезинфекцию от сульфатредуцирующих и других бактерий обеспечивает долговременное хлорирование воды при концентрации активного хлора 0,0001% или ударными дозами хлора. Для защиты от биокоррозии наружных поверхностей трубопроводов необходимо применять эпоксидно-каменноугольные покрытия вместо битумных покрытий, которые являются благоприятным веществом для развития микроорганизмов. Для защиты от биокоррозии внутренних поверхностей РВС следует использовать биоцидные добавки к нефтепродуктам, а также защитные эпоксидные покрытия [2].

Химические средства защиты от биоповреждений классифицируют по биологическому действию, назначению и объектам применения, химическому составу. По биологическому (биоцидному) действию к химическим средствам защиты от биоповреждений относят:

- **фунгициды** – для защиты материалов и изделий от повреждения грибами (главным образом плесневыми);
- **бактерициды** – для защиты от гнилостных, слизиобразующих, кислотообразующих и других бактерий;
- **альгициды и моллюскициды** – для защиты морских судов, гидротехнических сооружений, систем промышленного водоснабжения и мелиорации от обрастания водорослями и моллюсками; □
- **инсектициды** – для защиты древесины, полимерных, текстильных и других материалов от повреждения термитами, древооточцами, молью, кожеедами и другими насекомыми; □
- **гербициды** – для защиты зданий, сооружений, в особенности памятников архитектуры, городских территорий и строительных площадок, обочин автомобильных и насыпей железных дорог, аэродромных взлетно-посадочных полос от высших растений; □
- **зооциды** – для защиты от позвоночных животных - вредителей: родентициды - для защиты от крыс, мышей и других грызунов, авициды

					<i>Защита металлов от биокоррозии</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

- для защиты от птиц, причиняющих ущерб в городах и особенно на аэродромах.

Существуют два типа веществ противомикробного действия. Первый относится к *биоцидам* (бактерицидам), которые убивают организмы, второй – к *биостатам* (бактериостатам), ингибирующим рост и инактивирующим процессы жизнедеятельности. Различие между этими двумя типами часто заключается только в действующей концентрации: вещество может быть бактериостатическим в одной концентрации и бактерицидным в другой, более высокой.

Биоциды являются наиболее распространенным средством защиты материалов и изделий от биологической коррозии. Они применяются для защиты от биокоррозии металлических изделий, бетонов и железобетонных конструкций, а также электротехнических изделий, тканей специального назначения и других материалов, в том числе кожевенного сырья. В качестве биоцидов используются формальдегид, фенолы и их производные, хлорсодержащие соединения, четвертичные аммонийные соединения, акридиновые красители, полиамины, производные нитропарафинов, би- и тетрациклические органические соединения, содержащие в структуре тройные связи, олово-, свинец-, ртуть-, мышьяк- или кремнийорганические соединения, комплексообразователи.

Классификация биоцидов по химическому составу следующая 1) неорганические соединения; 2) углеводороды, галогенуглеводороды и нитросоединения; 3) спирты, фенолы и их производные; 4) альдегиды, кетоны, органические кислоты и их производные; 5) амины, соли аминов и четвертичные аммониевые соединения; 6) элементорганические соединения; 7) гетероциклические соединения.

В основе токсического действия биоцидов, применяемых для защиты от биоповреждений различных материалов и изделий, лежит их способность ингибировать те или иные реакции метаболизма микроорганизмов, нарушать их клеточные структуры. Биоцид первоначально контактирует с клеточной

					Защита металлов от биокоррозии	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оболочкой и мембраной, проникает через них и затем уже вступает во взаимодействие с внутриклеточным содержимым.

Токсическое для многих фунгицидов действие на грибы начинает проявляться уже в период их контакта с клеточной стенкой и мембраной. Более многокомпонентными АО составу и метаболически более активными являются, по сравнению с оболочкой, клеточные мембраны. Это обуславливает их способность взаимодействовать с большим числом химических соединений. Изменения в структуре мембран под действием антисептиков отражаются на активности связанных с мембраной ферментов.

Метаболический ответ микромицетов на проникновение токсинов в их клетки выражается в нарушении значительного количества биохимических реакций. Фунгициды взаимодействуют с достаточно узким кругом функциональных групп веществ микробной клетки, однако, это именно те группы, которые играют важную роль в метаболизме и образовании клеточных структур. Наиболее часто атакуемой группой является тиоловая (сульфгидрильная). Структура молекул белков, следовательно, и их биологическая активность во многом зависят от наличия и расположения в молекуле тиоловых групп.

Другими важными акцепторами биоцидов в клетке являются аминогруппы. Они, наряду с тиоловыми, определяют структуру и биологическую активность белков. Фунгициды взаимодействуют в клетке также с теми веществами, в молекуле которых есть карбоксильные, альдегидные и спиртовые группы. Взаимодействие биоцидов с перечисленными группировками может осуществляться различными путями – нуклеофильного замещения, окислительно-восстановительных реакций, образования хелатов и т.д.

Токсичность многих биоцидов для микроорганизмов обусловлена их ингибирующим действием на ферменты. В настоящее время описано несколько тысяч биоцидов, относящихся к различным классам химических соединений.

					<i>Защита металлов от биокоррозии</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		42

## 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

При транспортировке нефти и газа особое внимание следует уделять целостности трубопровода. При разрыве трубопровода причиняется огромный ущерб окружающей среде и материальным потерям на ликвидацию аварии. В данном разделе представлена смета затрат на ликвидацию аварии. Основные затраты разделяют на материальные, затраты на оплату труда, то есть заработная плата, отчисления на социальные нужды, амортизационные отчисления и прочие расходы.

### 5.1 Затраты на проведение аварийно-восстановительных работ

Состав затрат в соответствии с их экономическим содержанием формируется последующим элементам:

1. материальные затраты;
2. затраты на оплату труда;
3. отчисления на социальные нужды;
4. амортизационные отчисления;
5. прочие расходы.

Помимо затрат на материал, необходимо рассчитать затраты на топливо для используемой техники:

- экскаватор «DOOSAN-340» 1ед. – расход 25 л/час, время работы 45 часов;
- бульдозер «Shantui-SD16» 1ед. – расход 18 л/час, время работы 36 часов;
- бульдозер «Kamatsu-155» 1ед. – расход 32,7 л/час, время работы 42 часа;
- автобус вахтовый «УРАЛ-3255» 1ед. – расход 35,8 л/100км, пробег 1450км;

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Грязев В. В.			<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н. А.					43	64
<i>Консульт.</i>						<i>НИ ТПУ гр. 2Б4А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

- автобус вахтовый «УРАЛ-3255» 1ед. – расход 35,8 л/100км, пробег 800км;
- тягач «КЗКТ» 1ед. – расход 188 л/100км, пробег 550км;
- К-703 Сварочный пост 1ед. – расход 22 л/час, время работы 108 часов;
- Самосвал «Татра-815» 1ед. – расход 36 л/100км, пробег 740км;
- УМП-350 «УРАЛ-4320» 1ед. – расход 47 л/100км, работа установки 50л/час (смесь 35дт/15бен) – пробег 450км, работа установки 36 часов;
- УАЗ «ПАТРИОТ» 1ед. – расход 20 л/100км, пробег 1250км.
- Баржа трубоукладчик 300000 руб./час, время работы 40 часов, затраты 12000000рублей.

Стоимость горюче-смазочных материалов приведена в таблице 5.

Таблица 5.

Стоимость горюче-смазочный материалов

Наименование, марка техники	Норма расхода, л/ч, л/100км		Потребность, л		Цена за единицу, руб.	Стоимость ГСМ, тыс. руб.
	АИ-92	Дизтопливо	АИ-92	Дизтопливо		
Экскаватор «DOOSAN-340»		25		1125	36,5	41
Бульдозер «Shantui-SD16»		18		648	36,5	24
Автобус вахтовый «УРАЛ-6522»		35.8		519,1	36,5	19
Тягач «КЗКТ»		188		1034	36,5	38
К-703 Сварочный пост		22		2376	36,5	87
Самосвал «Татра-815»		36		266,4	36,5	10
УМП-350 «УРАЛ-4320»	15	47/35	540	211,5/1260	32/36,5	71
УАЗ «ПАТРИОТ» 1ед.	20		250		32	8
ИТОГО						298

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

## 5.2 Расчёт амортизационных отчислений

Таблица 6.

### Амортизационные отчисления

Наименование объекта основных фондов	Кол-во	Время работы, час		Норма амортизации, час	Сумма амортизации, тыс. руб.
		Одного объекта	Всего		
Экскаватор «DOOSAN-340»	1	45	45	72,30	3
Автобус вахтовый «УРАЛ-6522»	1	144	144	9,20	2
Тягач «КЗКТ»	1	50	50	25,90	1
К-703 Сварочный пост	1	108	108	45,70	5
Сварочный выпрямитель для подводной сварки и резки ВД—309 П.	2	108	108	48,0	5
Самосвал «Татра-815»	1	108	108	84,70	9
УМП-350 «УРАЛ-4320»	1	50	50	12,25	0,6
УАЗ «ПАТРИОТ» 1ед.	1	144	144	2,64	0,4
ИТОГО					26

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

### 5.3 Расчет затрат на основные и вспомогательные материалы

Таблица 7.

Определение затрат на основные и вспомогательные материалы

Наименование материала	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Стоимость всего, тыс. руб.
<b>Основные материалы</b>				
Труба стальная диаметр 1420мм	м	1	70 310	70
Баллон с воздухом	шт	10	44 519	445
Грунтовка «Транскор Газ»	т	1	33 535,87	34
Мастика «Транскор Газ»	т	1	19 877,63	20
Стеклосетка ССТ-Б	м	150	12,37	2
Лента ДРЛ-Л	кг	25	225	7
Итого затраты на основные материалы				578
<b>Вспомогательные материалы</b>				
Электроды	шт	50	96,85	5
Шлифовальный круг	шт	15	857	13
Термоусаживающаяся манжета	1 стык	2	6 672,3	13
Песок	т	5	6 500	33
Итого затраты на вспомогательные материалы				64
<b>ИТОГО</b>				<b>642</b>

### 5.4 Фонд оплаты труда специалистов

Таблица 8.

Оплата труда ведущих специалистов

Наименование	Оклад за месяц, руб.	Районный коэффициент 40%, руб.	Общий фонд ЗП, тыс. руб.
Начальник участка	32 535,0	13014,0	46
Мастер	27 401,2	10960,48	38
<b>ИТОГО</b>			<b>84</b>

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Затраты на оплату труда рабочих (табл. 9.)

Таблица 9.

Оплата труда рабочих

Должность	Кол-во	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, час	Районный коэффициент 40%, руб.	ЗП с учётом надбавок, тыс. руб.
Линейный трубопроводчик	3	5	221,68	144	38306,3	134
Линейный трубопроводчик	6	3	190,00	144	65664	230
Монтёр ЭХЗ	2	5	205,85	144	23713,92	83
Эл.монтёр	1	4	190,00	144	10944	38
Водитель	3	5	187,68	108	24323,3	85
Водитель	1	6	237,52	50	4750,4	17
Машинист экскаватора	2	5	237,52	52	9880,83	35
Машинист бульдозера	2	5	221,68	48	8512,51	30
Эл.газосварщик	1	5	237,52	144	13681,15	48
Эл.газосварщик	4	6	253,35	144	58371,84	204
Стропальщик	1	-	170	144	9792	34
Дефектоскопист	1	4	162	144	9331,2	33
Крановщик	2	6	237,52	128	12161,02	74
ИТОГО						1045

Страховые взносы во внебюджетные фонды, обязательное страхование от несчастных случаев:

$$(1045+84) \cdot 30\% = 338,7 \text{ тыс. руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов, нематериальных активов и утверждённых в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части.

Прочие расходы, в число которых входят средства индивидуальной защиты, питание и перевозка бригады рабочих, составляют 10% от фонда оплаты труда:

$$(1045+84) \cdot 2\% = 22,58 \text{ тыс. руб.}$$

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Кроме перечисленных затрат в составе затрат на проведение организационно-технического мероприятия учитываются накладные расходы, связанные с организацией, управлением и обслуживанием производства.

Таблица 10.

Общие затраты на мероприятие

Состав затрат	Сумма затрат, тыс. руб.	Структура затрат, %
Затраты на оплату труда	1129	7,8
Отчисления на социальные нужды	338,7	2,3
Материалы	642	4,4
Амортизационные отчисления	26	0,2
Расходы на эксплуатацию машин и оборудования	12298	85
Прочие затраты	22,58	0,3
Всего затраты на мероприятие	14470,28	100



Рис. 3. Диаграмма общих затрат на мероприятие

В данном разделе был проведен расчет затрат на проведение мероприятий по ликвидации и ремонта разрыва трубопровода на подводном переходе.

Вместе с этим рассчитали затраты на технику и топлива, амортизационные отчисления, затраты на материалы и затраты на оплату труда специалистов.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что на проведение мероприятия по ликвидации и ремонту порыва магистрального трубопровода потребуется 14470,28 тысяч рублей. Наибольший удельный вес (85%) в структуре затрат на проведение ремонтных работ занимают расходы на эксплуатацию машин и оборудование.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

## 6. Социальная ответственность

При проектировании и строительстве надежность и безопасность магистральных трубопроводов обеспечиваются по повышенным требованиям, по отношению к проложенным на суше. Это вызвано особыми (морскими) условиями, такими как, достаточно агрессивная морская среда, подводное расположение, повышенная протяженность без промежуточных компрессорных станций, воздействия морского волнения, ветра и течений, сейсмичность, сложный рельеф дна, ограниченные возможности подготовки и контроля трассы, затрудненность или невозможность реализации стандартного для магистральных трубопроводов регламента обслуживания и ремонтов.

В данном разделе работы анализируется влияние на человека и окружающую среду применяемого оборудования, энергии, продукции и сырья, а также техника безопасности при работе с определенным оборудованием и действия при чрезвычайных ситуациях. Объектом исследования является трубопровод, который проложен в водной среде.

### 6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В процессе трудовой деятельности на работающего человека могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы.

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

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Грязев В. В.			<b>Социальная ответственность</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова Н. А.					50	64
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

Опасными производственными факторами называются факторы, воздействие которых на рабочего приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, которые могут быть причиной острого заболевания, резкого ухудшения здоровья и смерти.

Согласно ГОСТ 12.0.003-15 опасные и вредные факторы по природе действия подразделяются на химические, физические, биологические и психофизиологические. В данном случае биологический фактор можно исключить. К химическому фактору относят воздействия на организм человека токсических веществ через органы дыхания

Таблица 11.

Опасные и вредные факторы при выполнении ремонтных работ по замене поврежденного участка трубопровода.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-15)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<b>Подготовительные работы:</b> 1. Обследование трубопровода внутритручными магнитными и/или ультразвуковыми дефектоскопом; 2. Земляные работы; 3. Удаление грунта засыпки; 4. Организация связи ремонтной бригады; 5. Выравнивание трубопровода; 6. Снятие изоляции и бетонного покрытия.		1. Механические травмы при основных видах работ	ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ ПОТ РО 14000-002-98
	1. Повышенное барометрическое давление в рабочей зоне		ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.0.002-2014
	2. Повышенный уровень шума		ГОСТ 12.1.003-2014 ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ СниП П-12-77
	3. Воздействие на организм недостаточной освещенности рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СП 52.13330.2011

	4. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе, рабочей зоны		СанПиН 2.2.4.548-96 СНиП 2.04.05- 86
	5.Превышение уровня вибрации		ГОСТ 12.1.012–2004 ССБТ СН 2.2.4/2.1.8.566-96
<b>Основные работы:</b> а. Сварочно-монтажные работы; 2.Гидроиспытание трубопровода;	1. Повышенное барометрическое давление в рабочей зоне		ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 12.0.002-2014
	2.Повышенная загазованность воздуха рабочей среды		ГОСТ 12.1.005-88
	3.Воздействие на организм недостаточной освещённости рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 СП 52.13330.2011
		1.Ожоги при сварке	ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.4.011-89 ГОСТ 5264-80
		2. Поражение электрическим током	ГОСТ 12.1.019-79 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ ГОСТ 12.1.038-82 ГОСТ 12.4.011-89
		3. Пожаро- и взрывоопасность	ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.011-78

## 6.2 Экологическая безопасность на магистральных трубопроводах

Морские трубопроводные системы – сложнейшие технические объекты, работающие в трудных природных условиях. Они являются эффективными

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

средствами транспорта при освоении нефтегазовых ресурсов континентального шельфа морей и океанов. Сооружение и эксплуатация морских трубопроводов имеет воздействие на окружающую среду, которая представлена в таблице 12.

Таблица 12.

Воздействие магистрального трубопровода на окружающую среду

Воздействие	Источник воздействия	Мероприятия по снижению воздействия
Воздействие на морскую воду	<ul style="list-style-type: none"> <li>– забор морской воды для производственных и хозяйственно-бытовых целей (все типы судов);</li> <li>– сброс нормативно-очищенных хозяйственно-бытовых и технических вод (все типы судов);</li> <li>– дноуглубительные работы при разработке траншеи для прокладки трубопровода;</li> <li>– укладка трубопроводов на дно;</li> <li>– забор и сброс морской воды для гидравлических испытаний трубопроводов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Контроль за сбросом сточных вод и удалением мусора за борт на судах;</li> <li>– Использование установок очистки сточных вод, соответствующих требованиям Российского морского регистра судоходства;</li> <li>– Забор воды на гидравлические испытания в минимально необходимых объемах и минимальные сроки.</li> <li>– При проведении гидравлических испытаний постоянно контролируют показатели: объемы и давление закачиваемой воды, скорость движения, объемы используемых химикатов;</li> <li>– Проведение регулярных наблюдений (по программе производственного контроля и экологического мониторинга) прибрежной территории, состояния вод и морского дна по трассе трубопроводов.</li> </ul>
Воздействие на атмосферный воздух	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Маневрирование установочных и вспомогательных судов;</li> <li>– работа морской землечерпалки траншекопателя;</li> <li>– работа дизель-генераторов судов для обеспечения электроэнергией оборудования;</li> <li>– работа двигателей вертолета;</li> <li>– работа плазменных аппаратов для резки сталей, сварочных постов, шлифовальных станков</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применение герметичных и закрывающихся емкостей для хранения ГСМ;</li> <li>– использовать только исправную технику, прошедшую контроль токсичности отработанных газов;</li> <li>– осмотр и регулировка топливной аппаратуры дизельной техники для снижения расхода дизтоплива;</li> <li>– осуществление выбросов дизельных двигателей через патрубки, установленные выше уровня верхней палубы;</li> <li>– запрещение работы оборудования на форсированном режиме;</li> <li>– запрещение ремонтных работ, связанных с повышенным выделением вредных веществ в атмосферу.</li> </ul>

Продолжение таблицы 12.

<p>Воздействие на геологическую среду (изменение рельефа дна)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– строительство траншей для прокладки трубопроводов;</li> <li>– установка концевой манифольда подводного трубопровода;</li> <li>– активизация экзогенных геологических процессов;</li> <li>– нарушение гидро- и литодинамических условий морского дна</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Для наблюдения за литодинамическими процессами вдоль трассы трубопровода организуются литомониторинг;</li> <li>– требование к защите подводных конструкций от тралового воздействия является обязательным для конструкций, расположенных за пределами запретной зоны технологического судна;</li> <li>– защита подводного трубопровода от коррозии, в условиях взаимодействия с морской водой и почвенной средой морского дна, обеспечивается сочетанием окраски/покрытия и катодной защиты с учетом особенностей примененных конструкционных материалов.</li> </ul>
<p>Воздействие на жизнедеятельность микроорганизмов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– забор воды для гидроиспытания трубопровода;</li> <li>– уничтожение бентоса при оседании на дно взвеси и при укладке на морское дно трубопровода;</li> <li>– полная либо частичная трансформация местообитаний;</li> <li>– проявление «фактора беспокойства» – эффект присутствия судов и самого человека, шум работающей техники (для морских млекопитающих и птиц);</li> <li>– непосредственное воздействие на животных, в том числе нерегламентированная добыча животных (браконьерство);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незначительная площадь нерестилищ некоторых промысловых видов рыб в прибрежной зоне строительства трубопровода;</li> <li>– проведение работ в период, когда нерест у рыб практически завершен;</li> <li>– отсутствие гнездовых колоний птиц на морском побережье на участке проведения работ;</li> <li>– использование сертифицированного оборудования, технические характеристики которого обеспечивают соблюдение нормируемых уровней звукового давления и вибраций при его функционировании;</li> <li>– использование виброизолирующих опор, упругих прокладок, специальных ограждений, глушителей, шумоизолирующих корпусов, защитных кожухов на двигателях и конструктивных разрывов между работающим оборудованием;</li> <li>– минимальное использование на судах подруливающих устройств;</li> </ul>
<p>Воздействие на жизнедеятельность микроорганизмов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нарушение трофических, топических и иных связей в зооценозах.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– для всех производственных установок и систем разрабатываются планы проверок по обеспечению соблюдения природоохранных требований;</li> <li>– до начала строительных работ организуется экологическое обучение и инструктаж обслуживающего персонала.</li> </ul>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Социальная ответственность

Лист

54

Строительство, эксплуатация морских трубопроводов, а также попадания нефтепродуктов в морские воды может сильно повлиять на организмы, которые там обитают. При строительстве трубопроводов изменяется рельеф дна, следственно, это влияет на живые организмы, обитающие в воде. Воздействие на морскую среду связано с временным перемещением донного грунта, с повышением мутности и осадением изъятых грунта на дно, также при укладке трубопровода на дно происходит взмучивание. Нарушение донных отложений при строительстве траншей для прокладки трубопроводов.

Активизация экзогенных геологических процессов приводит к изменению существующего подводного рельефа и нарушению его устойчивости. Нарушение гидро- и литодинамических условий морского дна, что влечет за собой появление областей размыва и аккумуляции вблизи них.

Гибель планктонных организмов в образующейся в толще воды облаке взвеси и при заборе воды для гидроиспытания трубопровода. Уничтожение бентоса при оседании на дно взвеси, а также при укладке непосредственно на морское дно трубопровода, полная либо частичная трансформация местообитаний. Также происходит нарушение трофических, топических и иных связей в зооценозах.

Косвенное воздействие связано с различными изменениями абиотических и биотических компонентов среды обитания животных, что в конечном итоге влияет на их распределение, численность и условия воспроизводства. Ведущие формы косвенного воздействия – изъятие и трансформация местообитаний, сокращение площади кормовых угодий, загрязнение окружающей среды, шумовое воздействие судов, нарушение привычных путей ежедневных и сезонных перемещений морских млекопитающих, птиц и рыб, а также само присутствие человека.

Определённое увеличение фонового шума при эксплуатации трубопровода может снизить способность рыб и морских млекопитающих определять звуки и сигналы, которыми они обмениваются между собой и

					<i>Социальная ответственность</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55

которые им необходимы для биоиндикации. Основным видом реакции на такие шумы обычно бывает избегание животными и рыбами привычных мест обитания на тот или иной срок

### 6.3 Чрезвычайные ситуации на магистральных трубопроводах

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

По источнику возникновения (происхождению) ЧС делятся на пять групп:

- Природные;
- Техногенные;
- Биолого-социальные;
- Террористические;
- Военные.

Возможными причинами аварий могут быть:

- ошибочные действия персонала при производстве работ;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии;
- производство ремонтных работ без соблюдения необходимых организационно-технических мероприятий;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- коррозия оборудования;
- гидравлический удар;
- факторы внешнего воздействия.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Чрезвычайные ситуации на магистральных трубопроводах – это пожары, взрывы и аварийные разливы нефти.

### 6.3.1 Пожары и взрывы на магистральном трубопроводе

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

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

Источниками воспламенения:

- замыкание электрических цепей при неисправном электрооборудовании,
- искры от электродуговой сварки,
- искры от выхлопа двигателей внутреннего сгорания,
- искры от механической обработки металла,
- искры от статического электричества.

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

Мероприятия по предотвращению пожара:

- Работы должны производиться с соблюдением правил пожарной безопасности.
- Персонал должен быть обучен безопасным методам ведения ремонтных работ на объектах магистрального трубопровода, и пройти внеочередной инструктаж по пожарной безопасности.
- Проведение периодического контроля состояния воздушной среды в рабочей зоне
- Работники должны быть одеты в спецодежду, не накапливающую статическое электричество и иметь средства индивидуальной защиты.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

– Электрооборудование должно находиться в исправном состоянии и быть заземлено.

– Рабочее место должно быть оснащено первичными средствами пожаротушения.

Автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации, системы противодымной защиты, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре должны соответствовать проекту и находиться в исправном состоянии.

Установки пожаротушения эксплуатируют в режиме автоматического пуска. Перевод установок пожаротушения в режим дистанционного управления допускают на время проведения регламентных работ по ремонту и техническому обслуживанию технологического оборудования защищаемого объекта.

### **6.3.2 Аварийные разливы нефти как чрезвычайные ситуации**

На морских нефтепроводах к чрезвычайным ситуациям относят аварийные разливы нефти. Аварией на магистральном нефтепроводе считается внезапный вылив или истечение нефти (утечки) в результате полного разрушения или повреждения нефтепровода, его элементов, резервуаров, оборудования и устройств, сопровождаемые одним или несколькими из следующих событий:

- смертельным травматизмом людей;
- травмированием людей с потерей трудоспособности;
- воспламенением нефти или взрывом её паров;
- загрязнением рек, водоемов и водотоков сверх пределов, установленных стандартом на качество воды;
- утечками нефти объемом 10 м<sup>3</sup> и более.

Категории чрезвычайных ситуаций зависят от объема и площади разлива нефтепродуктов:

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

- Локального значения (разливы достигают 500 т от нижнего уровня разлива);
- Регионального значения (разливы, которые находятся от 500 до 5000 т);
- Федерального значения (свыше 5000 т).

Для ликвидации аварий на подводном переходе магистрального трубопровода (ППМТ), с разгерметизацией нефтепровода и выходом нефти, необходимо:

- остановить перекачку нефти;
- закрыть береговые задвижки и отключить аварийный участок нефтепровода;
- установить ограждения, препятствующие распространению нефти в водном объекте и организовать сбор разлившейся нефти;
- определить место и характер повреждения подводный переход магистрального нефтепровода;
- определить объемы ожидаемой утечки;
- организовать доставку людей и технических средств к месту аварии;
- организовать ремонт поврежденного (разрушенного) участка ППМТ одним из способов, указанных ПЛА;
- испытать отремонтированный участок нефтепровода.

#### **6.4 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

В федеральном законе РФ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», указано, что с **вредными условиями** труда сталкиваются рабочие на предприятиях горной и угольной промышленности, на металлургическом и абразивном производстве, в нефтяной и химической промышленности.

					Социальная ответственность	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Государство предусмотрело, что люди, работающие на вредных производствах, обеспечиваются льготами и компенсациями. Какие сферы деятельности и специальности связаны с вредными условиями труда, указывается в Постановлении Правительства.

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

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

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

Работодатель имеет право самостоятельно определять вид и размер компенсации за вредные условия труда, основываясь на Трудовом кодексе. Также он может инициировать повышение суммы. Все компенсации выплачиваются из страховых взносов работодателей по тарифам, установленными страховыми организациями. В ряде регионов установлен специальный тариф за неблагоприятные природные условия.

Компенсация дополнительного отпуска за вредные условия труда для работника предусмотрена только за те дни, которые дает работодатель сверх минимального значения (более 7).

Все разновидности компенсаций не облагаются налогами. В то же время, если на данном уровне технологического развития имеется возможность устранить вредные производственные факторы, то выплата денежной

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

компенсации уже таковой не считается. Поэтому, если выплата продолжается, то она подлежит налогообложению налог на доходы физических лиц на общих основаниях. Также из компенсационных выплат не удерживаются страховые взносы.

Кроме компенсаций, существует такое понятие как доплата за вредные условия труда, которая также может устанавливаться работодателем. Судебная практика указывает, что к такому роду доплат относится и так называемая **компенсация морального ущерба** сотрудникам, работающим в опасных условиях.

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

## Заключение

В настоящее время явления биокоррозии активно изучаются, поскольку человечеству все чаще и чаще приходится сталкиваться с данной проблемой. На сегодняшний день известны две основные группы организмов, способных вызвать биоповреждения металла в нефтегазовой промышленности – бактерии и грибы. Объектами повреждения являются как металлические, так и изоляционные материалы, а значит, данный вид коррозии ни в коем случае нельзя оставлять без внимания.

При исследовании биологической коррозии выяснилось, что данная тема является относительно новой в нефтяной промышленности, вследствие чего научной литературы и нормативных документов сравнительно мало.

Механизм биологической коррозии можно разделить на ферментативный в качестве источника питания и электрохимический как результат жизнедеятельности организмов

Расчет скорости коррозии показал, что в благоприятных для организмов условий биологические коррозионные процессы ввиду язвенного характера наносят огромный ущерб трубопроводу, что ставит необходимым фактор защиты от данной коррозии.

Основным способом защиты от коррозии является введение биоцидных добавок, как ингибирующего, так и дезинфекционного характера. Для защиты металлических изделий от биоповреждений используют такие же биоциды, что и для защиты неметаллических. Основным требованием к данным биоцидам: они не должны вызывать коррозию металлов, поскольку отдельные биоциды являются агрессивными для металлических материалов в этом отношении.

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Грязев В. В.			<b>Заключение</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		Антропова					62	64
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>		Брусник О.В.						

### Список использованных источников

1. Вернигорова, В.Н. Коррозия строительных материалов : монография / В.Н. Вернигорова, Е.В. Королев – Москва, 2007. – 176 с.
2. ГОСТ 25812-83 Трубопроводы. Стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. – Москва, 1983. – 45 с.
3. ГОСТ 5272-68 Коррозия металлов. – Москва, 1968. – 12 с.
4. ГОСТ 9. 102-91 Воздействие биологических факторов на технические объекты. – Москва, 1991. – 48 с.
5. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – Москва, 2016. – 93с.
6. Завершинский, А. Н. О, О' – Дигидроксиазосоединения как потенциальные биоциды – ингибиторы коррозии в присутствии *Desulfovibrio Desulfuricans* / А. Н. Завершинский, В. И. Вигдорович // Вестник ТГУ. – 2000. – №1. – С. 25-28.
7. Кузнецов, А. Е. Прикладная экобиотехнология : учебное пособие : в 2т. – Москва, 2012. – Т. 2. – С. 132-167.
8. Кушнарченко В. М. Биокоррозия стальных конструкций / В. М. Кушнарченко, Ю. А. Чирков, В. С. Репях, В. Г. Ставищенко // Вестник ОГУ – 2012. – №6 – 183 с.
9. ОТТ-23.040.00-КТН-051-11 Трубы нефтепроводные большого диаметра. Общие технические требования. – Москва, 2011. – 45 с.
- 10.ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов. – Москва, 2003. – 64 с.

					Исследование влияния биологических организмов на скорость коррозии магистральных нефтепроводов			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Грязев В. В.				<b>Список использованных источников</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	Антропова Н.А						63	64
<i>Консульт.</i>						<b>НИ ТПУ гр. 2Б4А</b>		
<i>Рук-ль ООП</i>	Брусник О.В.							

11. Пехташева Е. Л. Биоповреждения и предохранение непищевых материалов / Пехташева Е. Л. М.: Изд-во «Мастерство», 2002 – 224 стр.
12. Пехташева Е. Л. Способы защиты материалов от биоповреждений / Е. Л. Пехташева, А. Н. Неверов, Г. Е. Заиков, С. А. Шевцова, Н. Е. Темникова // Вестник Казан. технол. ун-та, 2012. – Т. 15, № 5. – С.167-172.
13. Поздеева, П. П. Морская коррозия: справочник / П.П. Поздеева, Б.И. Розенфельд, под ред. М. Шумахера // Москва: Металлургия, 1983. – 512 с.
14. РД 34.17.430-94 Методические указания по определению характера коррозионного повреждения металла трубопроводов тепловых сетей. – Москва, 1994. – 10 с.
15. СП 36.13330.2012 СНиП 2.05.06-85\* Магистральные трубопроводы. – Москва, 2013. – 97 с.
16. Соколова, Т. С. Влияние тионовых бактерий на коррозию стали – / Т. С. Чоколова, В. Д. Коновалова // Вестник ПНИПУ. – 2017. – №2. – С. 7-19.
17. Ямпольская, Т. Д. Природа и условия развития микробиологической коррозии в среднем приобье / Т. Д. Ямпольская [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа <http://earthpapers.net/priroda-i-usloviya-razvitiya-mikrobiologicheskoy-korrozii-v-srednem-priobie> (дата обращения : 20.04.2018).

					Список использованных источников	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		