

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проникновения водорода в титан из морской воды при пониженных температурах
УДК 669.295:669.788:536.48

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цзэн Фаньли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Никитенков Николай Николаевич	д.ф.-м.н., с.н.с.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Контопский Владимир Юрьевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП				
Руководитель ОЭФ	Лидер А.М.	д.т.н., доцент		

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник способен)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P1	Использовать основные этапы и закономерности исторического развития общества, основы философских, экономических, правовых знаний для формирования мировоззренческой, гражданской позиций и использования в различных сферах жизнедеятельности	Требования ФГОС3+(ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4)
P2	К самоорганизации и самообразованию, работать в коллективе, к коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке, толерантно воспринимать социальные, этические и культурные различия, использовать методы и средства физической культуры, приёмы первой помощи и методы защиты в условиях ЧС.	Требования ФГОС3+(ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>		
P3	Использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, современные концепции и ограничения естественных наук, использовать фундаментальные знания разделов общей и теоретической физики, математики для создания моделей и решения типовых профессиональных задач, в том числе с использованием знаний профессионального иностранного языка.	Требования ФГОС3+(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7)
P4	Понимать сущность и значение информации, соблюдать основные требования информационной безопасности, использовать методы, способы, средства получения и хранения информации, решать стандартные задачи на основе информационной и библиографической культуры.	Требования ФГОС3+(ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)
P5	Получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах, критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности, нести ответственность за последствия своей инженерной деятельности.	Требования ФГОС3+(ОПК-8, ОПК-9)

<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р6	<p><u>Научно-исследовательская деятельность</u></p> <p>Проводить научные теоретические и экспериментальные исследования в областях: материаловедения, атомной и ядерной физики, водородной энергетики, физики плазмы с помощью современной приборной базы с использованием специализированных знаний физики и освоенных профильных дисциплин.</p>	Требования ФГОСЗ+(ПК-1, ПК-2)
Р7	<p><u>Научно-инновационная деятельность</u></p> <p>Применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований, а также профессиональные знания и умения в результате освоения профильных дисциплин для проведения физических исследований в инновационных областях науки, используя современные методы обработки, анализа и синтеза информации.</p>	Требования ФГОСЗ+(ПК-3, ПК-4, ПК-5)
Р8	<p><u>Организационно-управленческая</u></p> <p>Использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований, участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме, понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования</p>	Требования ФГОСЗ+(ПК-6, ПК-7, ПК-8)
Р9	<p><u>Педагогически-просветительская</u></p> <p>Проектировать, организовывать, анализировать педагогическую деятельность, владеть последовательностью изложения материала с использованием междисциплинарных связей физики с другими дисциплинами, участвовать в информационно-образовательных мероприятиях по пропаганде и распространению научных знаний</p>	Требования ФГОСЗ+(ПК-9)

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Лидер А.М.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
150Б51	Цзэн Фаньли

Тема работы:

Проникновения водорода в титан из морской воды при пониженных температурах

Утверждена приказом директора (дата, номер)

01.02.2019 г., 755/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

- Материал титан марки ВТ1-0.
- Установка для насыщения образцов водородом: Электролитическая ячейка.
- Установка для исследования термостимулированного газовыделения.
- Литература по теме ВКР.

<p align="center">Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p align="center"><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>	<ul style="list-style-type: none"> – Обзор литературных источников. – Подготовить образцы для исследований. – Насытить образцы титана водородом электролитическим методом из морской воды при различных пониженных температурах. – Измерить содержание водорода в образцах. – Измерить температурные спектры газовой выделения водорода и водород содержащих соединений методом термостимулированного газовой выделения (ТСГВ). – Обрабатывать результаты исследований с использованием пакета программ Origin-10 Pro. – Сделать выводы о влиянии на проникновения водорода и механизмы захвата водорода. – Анализ полученных результатов. – Заключение.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Скачкова Лариса Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Контопский Владимир Юрьевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Никитенков Николай Николаевич	д.ф.-м.н., с.н.с.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цэн Фаньли		

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

Студенту:

Группа 150Б51	ФИО Цзэн Фаньли		
	Инженерная школа ядерных технологий		Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Физика

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	<i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет.</i>
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Альтернативы проведения НИ
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Контопский Владимир Юрьевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цзэн Фаньли		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
150Б51	Цзэн Фаньли

Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	03.03.02 физика

Тема ВКР:

Проникновения водорода в титан из морской воды при пониженных температурах	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Прибор: работа на установках для электролитического насыщения и исследования термостимулированного газовыделения</p> <p>Рабочая зона: лаборатория в ТПУ (3 корпус);</p> <p>Материал: титановый сплав ВТ1-0</p> <p>Судостроительная область.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>По данной теме рассматриваются законодательный и нормативные документы:</p> <p>инструкция № 2-25 по охране труда при выполнении работ на установке Gas Reaction Controller;</p> <p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019);</p> <p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p> <p>ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.</p>

	ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. ГОСТ 21753-76. Система «человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования.
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – шум – электрический ток, – вибрация
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Влияние экспериментальных отходов на окружающую среду;
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Возникновение возгорания; – Ураганный ветер и ливневые дожди; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цзэн Фаньли		

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Уровень образования бакалавриат

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

Период выполнения _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2018	Аналитический обзор литературы	15
01.09.2018	Подготовка образцов и электролита, Насыщение образцов электролитическим методом при разных режимах электролиза из морской воды.	15
30.12.2018	Исследование взаимодействия водорода с титановым сплавом при разных режимах электролиза из морской воды с различным состоянием поверхности	20
30.04.2019	Анализ результатов	15
25.05.2019	Социальная ответственность	15
25.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
25.05.2019	Заключение	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Никитенков Николай Николаевич	д.ф.-м.н., с.н.с.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Руководитель ОЭФ	Лидер А.М.	д.т.н., доцент		
------------------	------------	----------------	--	--

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 87 страницы, 20 рисунков, 21 таблицы, 32 литературный источник.

Основным объектом исследования изучение эффективности проникновение водорода в титан в экстремальных (арктических) условиях. Титан насыщался путем электролиза морской воды, при котором титан является анодом в электролитической ячейке. Содержание водорода в образцах титана после электролиза исследовалось методами термостимулированного газо выделения и анализатором водорода RHEN-602.

Ключевые слова: титан, морская вода, водородное охрупчивание, ловушки, электролитическое насыщение, термостимулированное газовыделение.

Цель работы: определить влияние условий арктики на эффективность внедрения водорода в металлы из морской воды.

Область применения: Результаты могут быть использованы при разработке технологий защиты конструкционных и функциональных металлических материалов, эксплуатируемых в арктических условиях.

Научная новизна: При сравнительных исследованиях поглощения водорода образцами титана ВТ1-0 при нормальных условиях и при пониженных температурах, соответствующих осенне-весеннему периоду Арктики, обнаружено, что понижение (до арктических величин) температур в указанных пределах не влияет на количество водорода проникающего в образце ВТ1-0 при электролитическом введении водорода. Но при этом ловушки, на которые захватывается водород при электролитическом введении, существенно различны при введении водорода из морской воды в нормальных условиях и при пониженных (Арктических) температурах. То есть при электролизе в условиях Арктики поверхность образца титана сильно модифицируется и водород оседает в приповерхностном слое в виде гидроокислов компонентов солей (Cl, Na, Mg, S, Ca, K, Br, C), входящих в состав морской воды.

Оглавление

РЕФЕРАТ	12
Введение	16
ГЛАВА 1. Литературный обзор	18
1.1 Условия Арктики	18
1.1.1 Соленой состав морской воды.....	18
1.1.2 Газовый состав морской воды	20
1.1.3 Содержание элементов в морской воде и физико-химические реакции в морской воде	21
1.2 Изменение водорода в условиях Арктики	22
1.2.1 Водородная связь.....	22
1.2.2. Водородное охрупчивание	27
1.2.3 Классификация металлов.....	29
1.2.4 Защита конструкционных и функциональных материалов от водородного охрупчивания.....	30
1.3 Коррозия металла в морской воде	31
1.3.1 Металлическая коррозия под воздействием морской воды.....	31
1.3.2 Принципы защиты металлов от коррозии.....	33
1.3.3 Металлические покрытия	34
1.4 Конструкционные материалы для освоения арктического шельфа	35
1.4.1 Новая серия хладостойких высокопрочных свариваемых сталей	35
1.4.2 Защита от коррозионно-эрозионного износа	37
ГЛАВА 2. Исследование проникновения водорода в титан из морской воды в нормальных условия и при пониженных температурах	40
2.1 Приборы и методы исследования	40
2.1.2 Установка для исследования радиационного- и термостимулированного газовыделения (ТСГВ).....	41
2.2 Порядок эксперимента	44
2.2.1 Подготовка морской воды	44
2.2.2 Приготовление образцов	44
2.2.3 Условия насыщения образцов.	45

2.3 Анализ спектров масс и спектров ТСГВ до и после насыщения в морской воде при комнатной температуре.....	45
2.3.1 Анализ спектров масс.....	45
2.3.2 Анализ спектров ТСГВ после насыщения при комнатной температуре	47
2.4 Анализ спектров ТСГВ до и после насыщения в морской воде при пониженной температуре.....	51
2.4.3 Влияние солёность морской воды на проникновение водорода в титане	54
2.4.4 Влияние пониженной температуры на проникновение водорода в титане	57
Выводы.....	58
Список литературы	60
Глава 3. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение	63
3.1 Организация и планирование работ.....	63
3.1.1 Продолжительность этапов работ	64
3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	69
3.2.1 Затраты на материалы	69
3.2.2 Затраты на электроэнергию	69
3.2.3 Затраты на амортизацию оборудования.....	71
3.2.4 Расчет заработной платы	71
3.2.5 Затраты на социальный налог.....	72
3.2.6 Прочие затраты	72
3.2.7 Формирование бюджета научно-исследовательского проекта	72
3.2.8 Оценка экономической эффективности проекта	73
Глава 4. Социальная ответственность	74
Введение	74
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	75
4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.	75
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	75
4.2 Производственная безопасность.	76
4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.	76

5.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.	78
4.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.	79
4.3 Экологическая безопасность.	81
4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	81
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.	82
4.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	82
4.4.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	83
Вывод.....	85
Заключение	86
Список литературы	87

Введение

Актуальность

Актуальность темы обусловлена необходимостью защиты от водородного охрупчивания металлов и сплавов, эксплуатируемых в условиях Арктики. Основными экстремальными факторами для материалов в этих условиях являются соленость морской воды и пониженные температуры. Проникновение и накопления водорода в металлах в таких условиях в настоящее время не изучено.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования выбран титан марки ВТ1-0, поскольку этот металл является едва ли не основным (уступая первенство нержавеющей стали) конструкционным и функциональным материалом при работе в морских условиях, в том числе в арктических.

Морская вода — это особая среда. Она содержит много элементов и соли. Это приводит к тому, что металл легко подвергается коррозии в морской воде.

Морская вода, как известно, является хорошим электролитом, поэтому представленные в работе исследования фокусируются на поглощении титаном водорода и других составляющих морской воды, и выхода водорода и водородсодержащих молекул из титана исследуемых методом термостимулированного газовыделения (ТСГВ) из образцов титана, насыщенных в морской воде при использовании титана в качестве анода электролитической ячейки.

Анализировались спектры масс и температурные спектры ТСГВ в нормальных условиях и в условиях пониженной температуры электролита, когда к концу времени

электролиза (4 часа) нижнюю треть объема электролитической ячейки занимал лед, образовавшийся в процессе электролиза.

ГЛАВА 1. Литературный обзор

1.1 Условия Арктики

Условия эксплуатации конструкционных и функциональных материалов буровых платформ в Северном ледовитом океане являются экстремальными с точки зрения возможностей их коррозии и водородного охрупчивания. Эта экстремальность обусловлена, в основном, двумя факторами: соленостью морской воды и пониженными температурами в зимний период, который составляет большую часть времени эксплуатации.

1.1.1 Соленой состав морской воды

Морская вода является важной частью арктических условий. Вода - простейшее химическое соединение водорода с кислородом, однако океанская Вода является общим гомогенным раствором ионизации, 75 видов химических элементов. Эти твердые полезные ископаемые (соль), газ, а также органические и неорганические источники подвески. Вода имеет целый ряд различных физических и химических свойств. Прежде всего, они зависят от температуры окружающей среды. Мы кратко опишем некоторые из них. Поскольку вода является растворителем, можно говорить, что морская вода – это газо-солевой раствор различного химического состава и различной концентрации для разных морей и океанов. В таблице 1.1 (составленной автором по данным работы [1]), представлены данные по солености морской и речной воды.

Таблица .1.1. Содержание солей в морской и речной воде (в % всей массы солей)

Основные соединения	Морская вода	Речная вода
Хлориды (NaCl, MgCb)	88,7	5
Сульфаты (MgSO ₄ , CaSO ₄ , K ₂ SO ₄)	10,8	10

Карбонаты (CaCO ₃)	0,3	60
Соединения азота, фосфора, кремния, органические и прочие вещества	0,2	25
Всего	100	100

Содержание соли в пресной воде очень отличается от содержания морской воды. Пресная вода имеет среднее содержание соли около 0,146 ‰, в то время как морская вода имеет в среднем 35 ‰. Из-за большого количества соли и содержания металлического магния, морская вода имеет горький вкус.

Почти вся морская вода содержит почти все элементы таблицы Менделеева, например, она содержит золото, хотя и в очень малых количествах, в среднем 0,008 мг на кубический метр морской воды, и некоторые элементы, полученные из крови животных, такие как металлический кобальт. Эти элементы в конечном счете опускаются на дно океана.

По мере изменения климата, таяние и замерзание льда, прилив океана и содержание соли в море являются неопределенными. На рисунке 1.1 показана зависимость солености

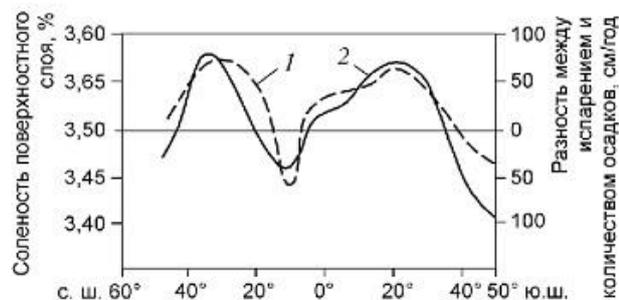


Рис. 1.1. Зависимость солености вод от широты [1]

морской воды от географической широты. Из рисунка следует также, что соленость морской воды больше в более жарком климате (там, где велико испарение).

Содержание соли в морской воде не является статичным, и его диапазон колебаний обычно составляет от 32 ‰ до 38‰.

Из-за региональных эффектов количество осадков в полярных регионах по сравнению экваториальными, мало.

1.1.2 Газовый состав морской воды

Помимо содержания большого количества соли, морская вода также содержит газы, растворенные в морской воде. Например, CO_2 , N_2 , O_2 , H_2S . Среди них кислород и азот имеют большую долю. Хотя эти газы менее распространены, чем различные соли, они все еще являются важной причиной биологической и биологической инженерии.

Содержание газа в морской воде зависит от температуры и содержания соли в морской воде, а температура и содержание соли находятся в обратной зависимости от растворимости газа. Если растворимость ниже, содержание единичного объема ниже.

Роль кислорода в морской воде состоит в том, чтобы помочь окислению неорганических веществ, играя при этом положительную роль в развитии органических веществ. Фитопланктон является наиболее важным источником снабжения кислородом для морского дна. Кроме того, часть кислорода соединяется с CO_2 из-за присутствия органических веществ в морской воде.

Содержание азота в морской воде намного меньше, чем его содержание в воздухе. Основным источником азота является разложение биологического дыхания, и часть азота в воздухе растворяется в морской воде.

Таким образом, мы получаем следующие свойства морской воды:

Морская вода является исключительно агрессивной коррозионной средой по целому ряду причин [2].

Общая соленость от 5 до 39, $\text{pH} \approx 7$. Высокая проводимость морской воды и щелевые контактной коррозии, связанные с типом развития.

Поскольку рассол содержит большое количество хлорида (до 80%), это обеспечивает активацию процесса коррозии, что в некоторых случаях может приводить к аварии транспортных средств и рабочих станций.

1.1.3 Содержание элементов в морской воде и физико-химические реакции в морской воде

Изучая материал, вы узнаете, что содержание соли в морской воде изначально аналогично содержанию пресной воды. После длительного периода изменения климата и окружающей среды содержание соли постепенно достигло 34‰. Соленостью называют отношение веса соли, содержащейся в морской воде, к весу морской воды. Английское выражение - ppt (в тысячах содержания). Кроме того, соленость - это вес соли, содержащейся в каждом килограмме морской воды, так что соленость морской воды составляет 34 ‰ (промилле).

Поскольку морская вода содержит много элементов, в морской воде происходит много физических и химических реакций. Наиболее важным из них является коррозия и водородное охрупчивание. Коррозия происходит в основном на поверхности или внутри металлических элементов. Основная причина заключается в том, что на поверхности металла находится большое количество свободно движущихся электронов. Это быстрый процесс коррозии металлических материалов в морской воде, который приводит к быстрому образованию металла. Из-за высокого содержания кислорода в морской воде наиболее распространенной коррозией является окислительная коррозия. Водородное охрупчивание также приводит к коррозии, в большей степени для трудно окисляющихся материалов, такие как титан и медь. То есть, титан склонен к водородному охрупчиванию, что вызывает интересный вопрос: если титановые сплавы используются для предотвращения окисления, необходимо подумать, как предотвратить водородное охрупчивание. Фактически, металлический материал, выбранный для этой градуировочной конструкции, действительно является титаном, и способ предотвращения водородного охрупчивания металлического титана будет упомянут в следующем описании [2].

В таблице показано содержание различных элементов в морской воде.

Таблица.1.2. элементы, присутствующие в морской воде [2].

атомный номер	элемент	вещество	характеристика	среднее значение концентрации
1	водород	H ₂	биогенного или гидротермального происхождения	108 г/кг
2	гелий	He	газ	1,9 нмоль/кг
3	литий	Li	консервативный	178 мкг/кг
4	бериллий	Be		0,2 нг/кг
5	бор	неорганический бор	консервативный	4,4 мг/кг
6	углекислый	CO ₂	биогенный	2200 мимоль/кг
7	азот	N ₂	газ	590 имоль/кг
8	кислород	O ₂	содержание зависит от биологических процессов	857г/кг
9	фтор	F	консервативный	1,3мг/кг
10	неон	Ne	газ	8мимоль/кг
11	натрий	Na	консервативный	10,789г/кг
12	магний	Mg	консервативный	1,28г/кг
13	алюминий	Al		1 мкмоль/кг
14	кремний	Si	биогенный	110мимоль/кг

1.2 Изменение водорода в условиях Арктики

1.2.1 Водородная связь

Водородная связь представляет собой ковалентную форму, в которой атом водорода объединяется с другими неводородными атомами (этот атом является производным от других молекул и является электроотрицательным атомом). Наиболее распространенными являются водородные связи, образованные сочетанием кислорода, фтора, азота и других элементов с водородом [3].

Понятие и термин «водородная связь» ввели В.Латимер и Р.Родебуш в 1920 для того, чтобы объяснить высокие температуры кипения воды, спиртов, и некоторых других соединений.

Атомы водорода в водородной связи могут быть классифицированы на два типа в соответствии с положением расположения, симметричные и асимметричные. Симметричное расположение означает, что атом водорода расположен между двумя отрицательными атомами, и наоборот, потому что у двора есть больший отрицательный заряд.

Характеристики атомов водорода отличаются от характеристик других источников, и их диаметр очень мал, около одной тысячной других атомов. Атомы водорода могут отбрасывать электроны в форме ядер без электронов, также известных как формы частиц. Если атом водорода теряет электроны, ионы водорода притягиваются и взаимодействуют с другими атомами или ионами, и даже ионы водорода могут проходить через электронную оболочку. Другой характеристикой атомов водорода является то, что они соединяются с другими ионами кислорода в воде или ледяной воде с образованием H_3O^+ и OH^- и NH_4^+ .

Атом фтора, хлора и азота являются электроотрицательными атомами. Обычно атом водорода может получить самый высокий положительный заряд, но не более одного. Как упоминалось ранее, ядро атома водорода чрезвычайно мало, и заряд концентрируется на очень маленьком атоме, который очень близок к другим атомам. Это создает очень сильный диполь, который мы называем дипольной связью (его энергия составляет около 30 кДж/моль или выше). Затем образуются водородные связи, потому что дипольные связи принадлежат к сильным полярным связям одинаковых или разных молекул. Энергия водородных связей составляет примерно от 125 до 420 кДж / моль, что слабее, чем ковалентная связь.

Хотя энергия водородной связи ниже, чем ковалентной, этого достаточно, чтобы диссоциировать молекулу и при комнатной, и при низкой температуре. Например, плавиковая кислота HF находится в состоянии кипения $(\text{HF})_4$ при температуре 85.8 °C, что

также является причиной высокой температуры кипения и температуры плавления плавиковой кислоты. Аналогично, плавиковая кислота является слабой кислотой и также может быть объяснена водородными связями.

Межмолекулярная водородная связь представляет собой особый случай, когда атом водорода приближается к одному из двух смежных соседних атомов, который присутствует в соединениях кислорода и азота и называется асимметричной водородной связью.

Молекулярная модель воды иллюстрируется тем фактом, что каждая молекула воды содержит два атома водорода, что означает, что она образована двумя водородными связями. Такое же семейство пришло к выводу, что атом кислорода может соединять до четырех водородных связей. На рисунке 1.2 ниже показана полая структура воды. Видно, что каждый

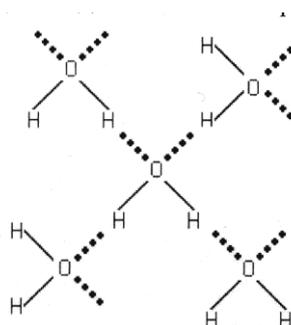


Рис.1.2. Ажурная пространственная структура воды [4].

атом кислорода находится в центре тетраэдра.

У воды есть характеристика, которая, когда это укрепляется в лед, плотность льда меньше, чем у воды. Это также является причиной наличия водородных связей. Водородные связи разрушаются вместе с энергией плавления и выделения, что увеличивает плотность воды и приводит к тому, что молекулы становятся более плотными (положение). Причиной существования кристаллической структуры в воде является то, что вода характеризуется «ближним упорядочением» и имеет «дальний порядок», характерный в меньшей степени, чем другие жидкости.

Эффекты водородной связи на молекулы воды больше, чем это. Вода является материалом с наибольшей удельной теплоемкостью и теплотой испарения в природе и имеет высокую диэлектрическую проницаемость. Это во многом связано с образованием водородных связей. Согласно исследованиям, если в молекулах воды отсутствует водородная связь, температура кипения воды достигнет $-80^{\circ}\text{C} \sim -100^{\circ}\text{C}$. Внутримолекулярные водородные связи представляют собой характеристики любой агрегации вещества (между молекулами и молекулами или между различными частями одной и той же молекулы), такие как -ОН.

Не все атомы водорода объединяются с другими атомами, образуя водородные связи. Например, в органическом веществе эфиры более летучие, чем спирты, потому что атомы водорода простых эфиров связываются с атомами углерода и не могут образовывать водородные связи. Водородные связи могут влиять на температуру кипения вещества, потому что силы Ван-дер-Ваальса разрушаются, когда жидкость кипит, но водородные связи все еще существуют. Это позволяет этим молекулам оставаться в жидкой фазе. Таб. 1.3. является записью точки кипения.

Таб. 1.3. Температура кипения и замерзания

	Т кипения К	Т замерзания К
H_2O	373	273
O_2	90	54
H_2	20	4

Ниже на рисунке 1.3 показана модель водородных связей. Водородная связь на рисунке находится между атомами водорода и кислорода. Атом кислорода является отрицательно заряженным атомом. Поэтому часто можно наблюдать водородные связи между атомом водорода и атомом кислорода. Угол к водородной связи и энергия связи (между атомами водорода и кислорода).

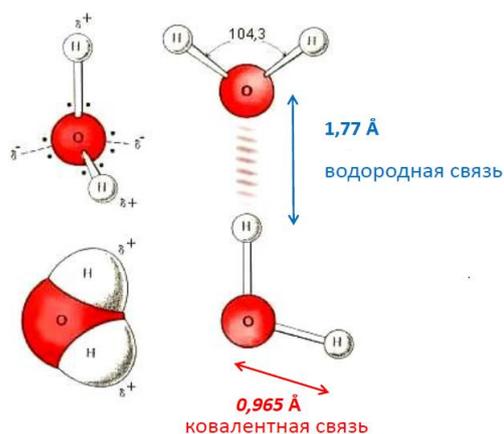


Рис. 1.3. Пространственная модель молекулы воды [4].

Интересно, что водородная связь, образованная сильно отрицательным атомом, связанным с ковалентной связью, всегда имеет частичный положительный и отрицательный заряд.

Как показано на рисунке 1.4. В жидкой фазе (как рис 1.5), благодаря присутствию

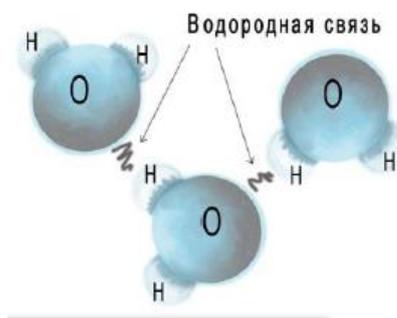


Рис.1.4. Водородные связи [4].

присутствия, каждая молекула воды будет образовывать водородные связи с другими 3, 4 молекулами в среднем, как показано на рисунке 1.5. Модель молекулы воды, наблюдаемая во льду, похожа на кольцо, потому что положение электронов вокруг атомов кислорода аналогично положению тетраэдра, как показано на рисунке 1.6.

Поскольку это явление можно увидеть только при низких температурах (лед), водородная связь также является фактором, который следует учитывать в арктических условиях.

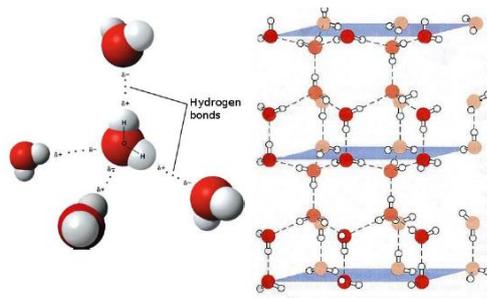


Рис.1.5. Пространственная модель молекулы воды. Красный цвет – молекулы кислорода на поверхности, желтый – молекулы кислорода в объеме, не закрашено – молекулы водорода [4].

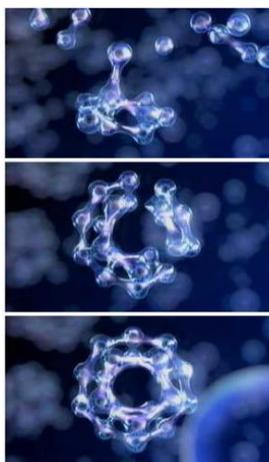


Рис.1.6. наблюдается во льду [4].

1.2.2. Водородное охрупчивание

Водородное охрупчивание – процесс охрупчивания и разрушения некоторых металлов вследствие воздействия атомарного водорода. Наиболее подвержены водородному охрупчиванию высокопрочные стали, а также сплавы титана и никеля. Водород может попадать в расплавленный металл и оставаться в нём (в перенасыщенном состоянии) после затвердевания [5].

Когда металл поглощает водород (водородное охрупчивание), металл станет мягким и хрупким, то же время металлическую структуру легко разрушить [6].

Диффузия водорода в твердый металл может происходить при повышенных температурах (тепловая обработка, сварка), при гальванизации, при коррозии и декапировании. Точный механизм водородного охрупчивания неизвестен, одним из объяснений может являться рекомбинация атомарного водорода в молекулярный на дислокациях и нано порах с сопровождающим этот процесс резким возрастанием давления и последующим зарождением трещин в металле. Во многих случаях водородное охрупчивание – обратимый процесс, если растрескивание ещё не началось, водород может быть удален из металла посредством отжига [6].

Десорбция водорода : есть два способа для водорода адсорбировать металлы. Это физисорбция и хемосорбция.

Десорбция представляет собой процесс обратной реакции для Физисорбции и Хемосорбции.

Взаимодействие водорода с титаном приводит к образованию продукта переменного химического состава с фазами типа бертоллида. Эти фазы, в отличие от гидридов щелочных металлов, были названы «легированными» гидридами или «псевдогидридами» [7]. Предполагается, что образование гидридов титана обусловлено взаимодействием возбужденных или частично ионизованных атомов водорода с атомами металла. И в этих гидридах между атомами металла появляются «водородные мостики», аналогичные наблюдаемым в гидриде урана [8].

Кинетика изучения поглощения титана водородом при высоких температурах имеет более чем столетнюю историю. При температуре, близкой к комнатной, титан почти не возникает, а при более высоких температурах (выше 300 ° C) скорость сорбции водорода быстро возрастает и продолжает расти вплоть до температуры плавления. После образования гидрида титана на поверхности поглощение водорода происходит с постоянной скоростью [9]. Это объясняется тем, что при образовании гидрида титана материал становится хрупким

и трескается из-за возникновения в нем напряжений. Эти напряжения вызваны различием в удельных объемах гидрида и титана, в результате чего образуется пористый слой. Степень поглощения титана водородом зависит от чистоты поверхности, поэтому присутствие оксидной пленки уменьшает скорость сорбции в несколько раз.

В кинетике поглощения водородный титан также оказывает значительное влияние на структуру зерна, например, образец титана с мелкозернистым состоянием поглощает водород в шесть раз интенсивнее, чем образец с большим кристаллом [10]. Например, если образцы с мелкозернистыми и крупнозернистыми структурами одновременно помещаются в блок насыщения водородом, то при насыщении водородом образец с мелкозернистой структурой поглощает больше водорода, чем образец с крупнозернистой структурой.

Кинетика поглощения водорода титаном также зависит от формы зерна. Титан, состоящий из удлиненных зерен, в несколько раз быстрее поглощает водород, чем титан, который имеет нормальное зерно.

1.2.3 Классификация металлов

В зависимости от того, как он работает с водородом. В соответствии с характеристиками взаимодействия водорода и металла металлы можно разделить на две категории:

Первая категория - металлы, которые образуют стабильные гидриды, такие как Zr, Ti, V, Ta, Nb и тому подобное. Реакция этих металлов на поглощение водорода представляет собой экзотермическую реакцию, поэтому поглощение водорода велико при более низких температурах и меньше при высоких температурах. Когда количество поглощения водорода велико, образуются гидриды (ZrH_2 , TiH_2 , VH , TaH , NbH_2), и когда количество абсорбции водорода невелико, образуется твердый раствор с водородом.

Второй тип представляет собой металл, который не образует стабильного гидрида, такого как Fe, Ni, Cu, Cr, Mo и т. п. Но водород может растворяться в таких металлах и их сплавах.

1.2.4 Защита конструкционных и функциональных материалов от водородного охрупчивания

1) Уменьшите количество водорода в металле.

Если вам понадобятся травильные консерванты для консервирования каучука, в дополнение к нефтяным, химическим, обезжиривающим очищающим средствам или обезжиривающим агентам, низкая проницаемость для влаги, если электрохимическое обезжиривание, первый анодный катод, в покрытии покрытие, покрытие этот раствор обладает низкой водопроницаемостью, добавляя к слою базовый раствор для покрытия или высокоэффективное покрытие.

2) Низкая диффузия водорода и низкое водорастворимое покрытие

Как правило, считается, чтобы проникнуть в водород в стали имеет тенденцию оставаться при нанесении Cr, Zn, Cd, Ni, Sn и Pb, низкий Cu, Mo, Al, Ag, Au и W, металлическое покрытие, диффузия водорода, водород маленькая, хорошая растворимость и хорошая проницаемость.

Поэтому, например, водопроницаемое покрытие не вызывает прием, например, в тесте на твердость для цинкового покрытия не происходит водородное охрупчивание, коррозионная стойкость 7-10 раз, хорошая адгезия, толщина кожи 6 ~ 8 мкм, эквивалент тонкого слоя покрытия Цинковый слой,3) После нанесения покрытия на стресс и нанесение покрытия на водород для устранения водородного охрупчивания.

Следует обратить внимание на проблему: чем больше прочность материала, тем больше чувствительность к водородному охрупчиванию.

1.3 Коррозия металла в морской воде

1.3.1 Металлическая коррозия под воздействием морской воды

Характеристики морской воды, упомянутые выше, из которого мы можем узнать способность морской воды к коррозии металла. В морской воде высокая концентрация хлорида (около 80%). В это время металл легко подвергается коррозии в морской воде.

В табл.4 приведены значения стационарных потенциалов некоторых металлов в морской воде в сравнении с их стандартными значениями [12].

Таблица 1.4 Стационарные потенциалы металлов в морской воде

	Cu	Fe	Zn	Al	Ti	Mg
ε^0	+0,34	-0,44	-0,76	-1,66	-1,63	-2,37
ε^c	-0,08	-0,5	-0,8	-0,53	+0,1	-1,45

Чем меньше абсолютное значение потенциала, тем труднее его разрушить. Большая часть коррозии, которая происходит в морской воде, происходит от хлоридов в морской воде. Хлорид является активатором процессов коррозии морской воды, в то время как содержание хлора в солях морской воде составляет 80%. В таблице 4 приведены статические точки и стандартные значения для металлов в морской воде.

Из наблюдения таблицы 4 можно обнаружить, что потенциал металлической меди почти равен нулю. Это означает, что медь трудно подвергается коррозии. Однако при использовании металлической меди это в основном не отдельный элемент из меди, а медный сплав (бронза, латунь). Другие металлы, содержащиеся в сплаве, имеют более высокий потенциал, чем медь, поэтому происходит коррозия и материал разрушается. Следовательно, металлический медь не может широко использоваться в условиях морской воды. Помимо меди лучшим материалом является титан. Титан обладает очень сильной коррозионной стойкостью, и его фиксированный потенциал сильно сдвигается от стандартного значения до

нуля, что указывает на то, что титан сильно анодно-поляризован. Этот материал также известен как пассивный. Металлический магний и металлический алюминий также поляризованы, но принцип отличается от титана. Магний в высокой степени подвержен пассивации в алюминии и образует плотную оксидную пленку на поверхности материала. (пленка может защитить внутренний металл)

Существует множество причин коррозии металлов в арктических условиях:

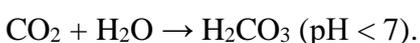
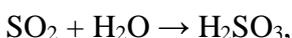
Атмосферная коррозия

Атмосферная коррозия – это тип электрохимической коррозии, поскольку в атмосфере содержится кислород, который обеспечивает окислитель для агрессивных условий. Этот тип коррозии характеризуется своей проникаемостью, которая может варьироваться в широких пределах. В Арктике вода часто существует в твердой форме, что означает отсутствие растворителя и его трудно подвергнуть электролитической коррозии. Однако при повышении температуры происходит таяние твердой воды, что обеспечивает условия коррозии. Причинами определения степени атмосферной коррозии (скорости) являются:

Относительная влажность, когда влажность составляет менее 50%, коррозия почти не происходит, и эта влажность может лишь незначительно изменить поверхность металла, например, оксидная пленка обесцвечивается. Однако сильная коррозия возникает, когда она умеренно превышает 50%. Это называется мокрой коррозией.

Температура. Как уже упоминалось выше, повышение температуры способствует образованию жидкой воды, которая вызывает коррозию металла.

Загрязнители воздуха. Диоксид серы, углекислый газ и другие вещества изменяют pH окружающей среды, и также произойдет коррозия.



Вышеуказанный продукт реакции представляет собой кислоту, которая значительно увеличит скорость коррозии.

1.3.2 Принципы защиты металлов от коррозии

Существует много режимов коррозии, что приводит к различным способам антикоррозионной обработки. Некоторые из этих методов более сложны, здесь мы суммируем некоторые простые случаи и понимаем несколько принципов защиты металлов от коррозии.

1) Принцип изоляции поверхности металла.

Большая часть коррозии происходит в результате контакта металлов с окружающей средой, которая подвержена коррозии. Самый простой и доступный способ - использовать изолирующий материал для изоляции металлической поверхности от окружающей среды и предотвращения коррозии. Этот метод также известен как пассивная защита.

2) Принцип пассивации поверхности металла.

Как упоминалось ранее. Пассивация металла алюминием и магнием, в этом случае потенциал электрода повышается, что приводит к повышению коррозионной стойкости материала. Наиболее распространенным примером является использование алюминиевых контейнеров для серной кислоты.

3) Принцип катодной электрохимической защиты

Когда два металла присутствуют в коррозионной среде, если два металла превращаются в основную батарею, более активный металл будет подвергаться коррозии первым. Еще один способ защиты металла от источника тока, принцип аналогичен. Защищаемый металл является катодом основной батареи, поэтому этот метод называется катодной защитой.

4) Принцип ингибирования среды.

Предотвратить коррозию металла путем добавления антикоррозионных агентов в агрессивные среды

5) Принцип легирования сталей.

Металл защищен методом легирования металла. Например, добавление 30% никеля или хрома к стали может предотвратить коррозию морской воды, но стоимость этого метода велика.

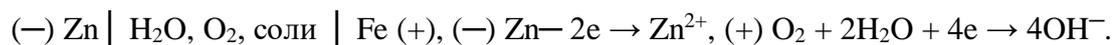
6) Принцип комбинированной защиты. Защита металла с использованием нескольких из вышеуказанных методов

1.3.3 Металлические покрытия

Нанесение металла на поверхность другого металла в виде покрытия служит для защиты или изменения блеска поверхности. Он защищает как металл внутри покрытия, так и потенциал металлической поверхности. Окрашены в следующие виды: [13,14]

1) Анодные покрытия.

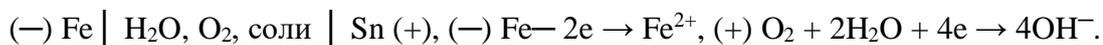
Металлическое железо используется здесь в качестве примера. Выберите потенциал $E_{\text{покрытия}} < E_{\text{Fe}}$. Большая часть этого материала использует цинк и кадмий. Однако, поскольку кадмий очень токсичен, цинк выбирается в большинстве случаев. Пока покрытие не повреждено, металлический материал может быть защищен. Эта защита основана на принципе изоляции. Коррозия может возникнуть, если покрытие должно полностью покрывать поверхность:



Поскольку анодом является цинк, металл может быть защищен в определенной степени, даже если покрытие повреждено (принцип катодной защиты), но после того, как покрытие полностью подверглось коррозии, внутренний металл (железо) не может быть защищен.

2) Катодные покрытия.

Выберите потенциал $\varepsilon_{\text{покрытия}} < \varepsilon_{\text{Fe}}$. Большинство используемых здесь металлов менее активны, такие как медь (одиночная), серебро, хром, золото. Этот метод основан только на принципе изоляции, и после разрушения покрытия металл не может быть защищен.



Когда покрытие неполное, невозможно использовать покрытие для защиты внутреннего металла (принцип основного аккумулятора), как защита анода.

Несмотря на недостатки катодного покрытия, во многих случаях использование катодного покрытия в промышленном производстве является более распространенным. Потому что материал покрытия более твердый и износостойкий. Это может сократить количество ремонтов устройства. Вышеуказанные методы часто используются в качестве металлизации.

В промышленном производстве металл помещают в расплавленный металлический цинк для получения оцинкованной стали.

1.4 Конструкционные материалы для освоения арктического шельфа

Благодаря географическому расположению России, она имеет большие преимущества в освоении Арктики. Особенно в Арктике исследования стальных материалов находятся на переднем крае мира [15].

1.4.1 Новая серия хладостойких высокопрочных свариваемых сталей

После анализа на окружающую среду и условия в полярных регионах сильно влияют температура (ледяное поле) и сейсмические воздействия (см. Таблицу 1.5).[16].

Таб. 1.5 внешние условия эксплуатации морских стационарных платформ

Параметры эксплуатации	Месторождения			
	Северного моря	Канадского шельфа в море Бофорта	Штокманское и Приразломное в арктических морях	Лунское, Пильтун-Астохское, Аркутун-Даги на шельфе Сахалина
Минимальная температура, °С	-10	-37	-40	-40
Максимальная высота волны, м	до 20	до 10	10-19	до 18
Ледовые поля: толщина ровного льда, м	Нет	Многолетний лед		

В арктических условиях основным материалом производственного оборудования является сталь, а условия выбора, следующие:

- 1) под влиянием землетрясения, низкой температуры, коррозии морской воды
- 2) Материал пластик и твердость, и можно ли его сваривать
- 3) Стоимость материала (именно поэтому титан не выбран)

При проектировании устройства устройство в основном делится на три части: нижнее основание (размещенное в морской воде), средняя часть (часть, где морская вода контактирует с воздухом) и верхняя часть. Верхний материал должен обращать внимание на его вес, чтобы избежать слишком сильного давления на нижний и средний материалы, а нижний и средний материалы легко повреждаются. Требования к нижнему материалу и среднему материалу в основном одинаковы, и материал должен обладать хорошей коррозионной стойкостью и морозостойкостью, а материал должен быть менее подверженным водородному охрупчиванию. Легкие и тяжелые ледяные пояса могут вызвать коррозию и разрушение материалов. Металлические материалы с более низким потенциалом должны быть выбраны, и должны быть приняты защитные меры для материалов (методы защиты, упомянутые выше).

В соответствии с вышеуказанными причинами при создании новых стальных изделий следует учитывать следующие условия: [16]

1 Разработка высокопрочной новой стали

2 Метод определения его структуры и металлургического качества и определения защиты металла

3 испытания для определения его твердости и пластичности

Исследования показали, что отжиг и отпуск стали в процессе производства могут изменить пластичность, твердость и морозостойкость стали. Изучение холодного аустенита позволяет установить, что чем ниже температура, тем меньше частицы получаемого материала и тем меньше фаза осадка. Прочность металла связана с морозостойкостью и, следовательно, с температурой. Металл после низкотемпературной закалочной обработки обладает сильной морозостойкостью.

Исследовано влияние легирующих элементов на полиморфное превращение при нагреве и охлаждении низколегированной низкоуглеродистой стали, что позволило установить закономерности положения критических точек при нагреве, определить путем построения терм-кинетических диаграмм граничные условия образования различных структурных составляющих при охлаждении [11].

1.4.2 Защита от коррозионно-эрозионного износа

Россия имеет опыт использования кораблей в Арктике и построила первый в мире атомный ледокол. При ранней защите корпуса был принят метод изоляции, то есть поверхность корпуса была окрашена, но при этом методе сложно полностью защитить поверхность корпуса. Пока метод электрохимической защиты не был выбран позже. И это дает большой опыт для метода электрохимической защиты.

Мы знаем, что физические свойства морской воды очень отличаются от пресной воды. В то же время арктический регион содержит большое количество льда, и физические свойства этих льдов также сильно отличаются от свойств морской воды.

Соленость льда больше, чем у воды, примерно на 10-18%. В то же время в ледяном слое морской воды присутствуют эвтектические соли. При низких температурах образование эвтектических солей во льду показано на рисунке 1.7 [16]. Таким образом, вновь

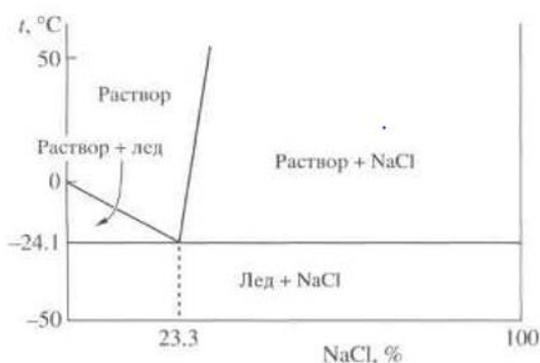


Рис. 1.7. условия образования эвтектики в однолетних морских льдах [16].

образовавшийся лед обладает сильнейшим коррозионным действием, поскольку в нем больше всего хлорида натрия и наибольшая соленость. С увеличением времени опреснение происходит во льду, вызывая уменьшение солености. Под высоким давлением рассол во льду выдавливается для контакта и взаимодействия с металлом (сталью), так что соленость контактной среды нарушает баланс, вызывая коррозию металла. В то же время морской лед имеет высокую твердость, особенно при низких температурах, и твердость увеличивается с понижением температуры. Морской лед высокой твердости может сдавливать и повреждать металлические поверхности, вызывая повышенную коррозию. Когда корабль движется в морской воде, он вступит в контакт с поверхностью льда и потрится. В это время произойдет сильная коррозия, которая связана с коэффициентом трения материала, контактирующего с корпусом и морской водой. Когда коэффициент трения велик, трение между корпусом и льдом будет увеличиваться, что повредит материал корпуса и ускорит коррозию материала в морской воде. Когда движение морской воды и льда воздействует на материал корпуса

одновременно, скорость коррозии будет более чем в 10 раз выше скорости коррозии только в морской воде.

Высокая шероховатость поверхности приводит к увеличению напряжения движущегося катка, что значительно снижает циклическую прочность конструкции (рисунок 1.8). Подводные части ледокола (независимо от того, изготовлены ли они из стали)



Рис. 1.8. Снижение срока службы морских ледосгой кнх платформ под действием движущихся однолетних льдов [16]

испытывают непрерывную неравномерную коррозию с острыми выступами (Рисунок 1.9).

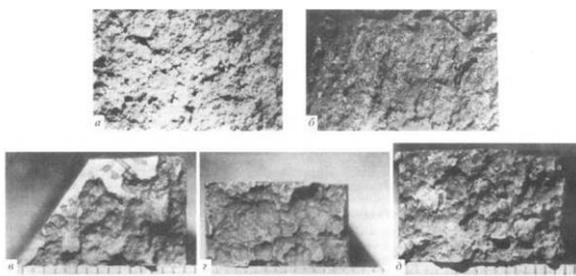


Рис. 1.9. Коррозионное повреждение [16]

ГЛАВА 2. Исследование проникновения водорода в титан из морской воды в нормальных условия и при пониженных температурах.

В морской воде содержится большое количество водорода в различных формах. Это новое исследование по выбору морской воды при пониженных температурах в качестве электролита для изучения проникновения водорода. Изучение проникновения водорода в металлы из морской воды может дать результаты, отличные от проникновения водорода в окружающую среду.

2.1 Приборы и методы исследования

В процессе подготовки ВКР насыщение титана из морской воды осуществлялось электролитическим методом. Общая схема насыщения образцов при пониженных температурах приведена рис. 2.1

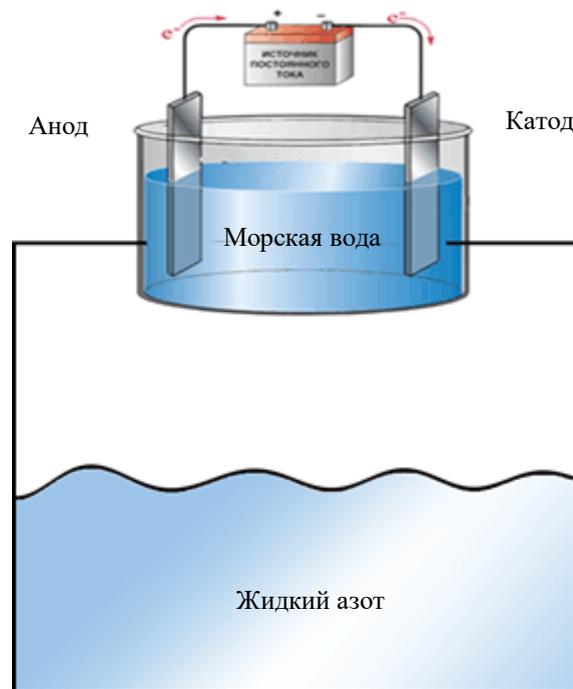


Рис. 2.1. Схема эксперимента по насыщению металлов из морской воды при пониженных температурах.

Как видно из рис. 2.1, электролизер (электролитическая ячейка) состоит из двух электродов, погруженных в расплав соли или ее водный раствор. В настоящей работе использовался раствор соли Мертвого моря, соленостью 32 ‰, приобретенной в аптеке. В качестве емкости для жидкого азота использовался термос объемом 2 литра с широкой горловиной, в которую вставлялась электролитическая ячейка. Источник электрического тока (блок питания источник питания GPS-1830D 0-18V-3A) передает электроны в один из электродов и удаляет их с другого. Принцип работы выпрямленного источника питания GPS-1830D основан на напряжении питания, подаваемом трансформатором, и проходит через схему мониторинга и управления мостового полноволнового выпрямителя и блока фильтра, за которым следует последовательный стабилизатор. Выпрямленное напряжение через стабилизатор входит в зазор и устанавливает управляющий ток и напряжение с помощью схемы сравнения выходного тока и напряжения. Сигнал обратной связи стабилизатора управляется дифференциальным сигналом, генерируемым усилителем мощности. При отдаче электронов электрод заряжается положительно, а при получении электронов – отрицательно.

Количество внедренных из морской воды примесей в титан будет меняться в зависимости от времени электролиза, солености морской воды, температуры (в том числе от пониженной температуры, благодаря жидкому азоту, см. рис. 2.1).

2.1.2 Установка для исследования радиационного- и термостимулированного газовыделения (ТСГВ)

В данной работе использовалась высокотемпературная часть установки (рис. 2.2, элементы 1–16) для исследования радиационно- и термостимулированного газовыделения.

На рис. 2.2 представлена схема всех частей вакуумной установки для исследования радиационно- и термостимулированного газовыделения [17]. В составе установки можно условно выделить следующие системы:

1. Высоковакуумная система.
2. Системы радиационного воздействия на образец (электронная пушка, устройство измерения тока электронов).

Высоковакуумная система

В состав высоковакуумной системы установки, позволяющей достигать предельного (минимального) давления 10^{-6} Па, входят: [17]

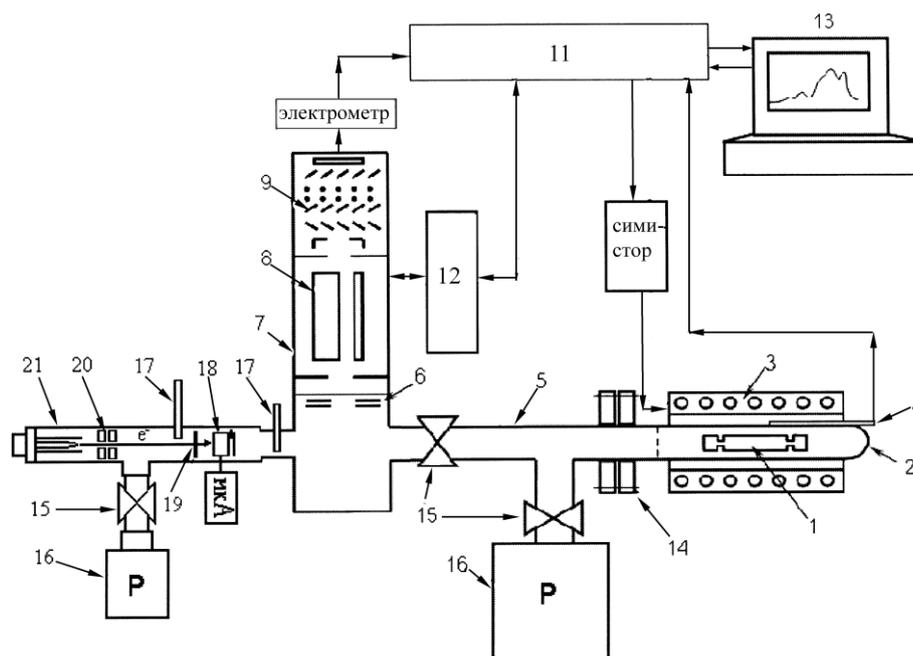


Рис. 2.2. Схема вакуумной части установки для исследования термо- и радиационно-стимулированного газовыделения [17]:

1, 18 – исследуемый образец; 2 – камера нагрева образца; 3 – нагреватель; 4 – термопара; 5 – вакуумная система; 6 – ионизатор; 7 – масс-спектрометр МХ-7304; 8 – масс-анализатор; 9 – вторичный электронный умножитель (ВЭУ-2А); 11 – система автоматизации; 12 – блок управления масс-

– камера нагрева образца 2, служащая для помещения в вакуум и нагрева образца при исследовании термостимулированного газовыделения;

- камера масс-спектрометра 7, в которой размещаются устройства масс-спектрометра MX-7304: ионизатор 6, анализатор 8; вторичный электронный умножитель 9;
- шлюзовое устройство 14, позволяющее производить замену образца без разгерметизации масс-спектрометра;
- высоковакуумные вентили 15 и затвор 17, позволяющие разгерметизировать отдельные части вакуумной системы, без разгерметизации других частей;
- средства откачки: форвакуумный насос НВР-2М (не схеме не показан) и 2 магниторазрядных насоса 16 (НОРД-250 и НОРД-100);
- камера электронной пушки 21;
- позиции 1 и 18 схемы указывают места для установки исследуемых образцов: при исследовании термостимулированного газовыделения – 1, при исследовании радиационно-стимулированного газовыделения – 18.

Система радиационного воздействия на образец

Система радиационного (как электронного, так и рентгеновского) воздействия на образец состоит из высоковакуумной электронной пушки и системы измерения тока электронов.

Высоковакуумная электронная пушка обеспечивает получение электронного пучка с энергиями 10–100 кэВ при токе в пучке 1–150 μA и состоит из:

- блока фокусировки электронного пучка 20,
 - высоковакуумного катодного блока 21;
- и, не показанных на схеме:
- системы нагрева катода;
 - высоковольтной системы ускорения электронов.

Система измерения тока электронов состоит из флажка 19 и микроамперметра (на рисунке не показано). Флажок 19 позволяет без нарушения вакуума закрыть исследуемый образец от воздействия электронного пучка и измерить ток в пучке;

2.2 Порядок эксперимента

В настоящем подразделе описаны процедура подготовки образцов, условия насыщения при комнатной и пониженной температуре, условия эксперимента ТСГВ.

2.2.1 Подготовка морской воды

Для приготовления морской воды использовалась коммерческая (аптечная) соль морской воды Мертвого моря. Соль растворяли в дистиллированной воде, полученной би-дистиллятором D-30938 Burgwedel. Солёность полученного раствора составляла 32 ‰ (32 грамма соли на 1 литр воды). Усредненный по водам мирового океана состав морской воды приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Состав морской воды [18]

Cl	Na	Mg	S	Ca	K	Br	C
1,9%	1,06%	0,13%	0,088%	0,040%	0,038%	0,0065%	0,003%

2.2.2 Приготовление образцов

Образцы размером 25x5x0.5 мм изготавливались из проката технически чистого титана. В эксперименте для насыщения водородом использовали 2 вида образцов титана: 1) в состоянии поставки, 2) тот же, что 1, но отожженный до $T \sim 900-1000$ °C перед насыщением во время проведения линейного нагрева при ТСГВ.

2.2.3 Условия насыщения образцов.

Для насыщения образцов использовалась установка, схема которой на рис. 2.1. Образцы размером 25x5x0.5 мм изготавливались из проката технически чистого титана. Образцы насыщались, как при комнатной температуре, так и при температуре образования льда в электролитической ячейке (рис. 2.1). При этом катод и анод размещались в верхней части электролитической ячейки. В процессе эксперимента (полное время насыщения – 4 часа) лед образовывался нижней части объема и занимал от 1/3 до 1/2 этого объема. Температура контролировалась термопарой. За время насыщения, из-за влияния тока через электролит температура раствора изменялась от +10 до –4 °С.

2.3 Анализ спектров масс и спектров ТСГВ до и после насыщения в морской воде при комнатной температуре

Спектры ТСГВ получены на установке, описанной в разделе 2.1.2. Заметим, что погрешность определения температуры образца при линейном нагреве в этой установке составляет ± 5 °С.

2.3.1 Анализ спектров масс

Спектры масс и температурные спектры ТСГВ получали при исходном (до начала нагрева образца) давлении $\sim 10^{-7}$ мм.рт.ст. Скорость нагрева образца составляла 1 град/с.

Результаты измерений представлены на рисунках 2.3–2.13.

На рис. 2.3. Представлен спектр масс остаточных газов в вакууме (без исследуемого образца в устройстве).

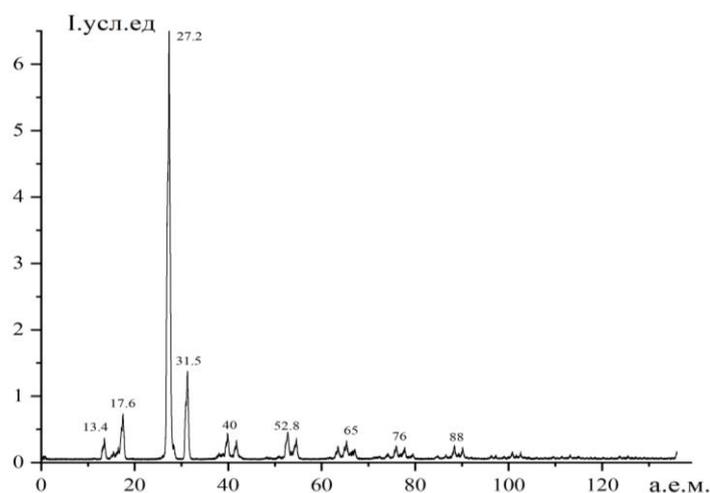


Рис. 2.3. Спектры масс остаточных газов в установке (рис. 2.2)

На рис. 2.4. представлены спектры масс при нагревом до температуры 950 °С образца (при ТСГВ), после чего нагрев отключался, образец начинал остывать и этом измерялся спектр масс, выделяющийся из образца.

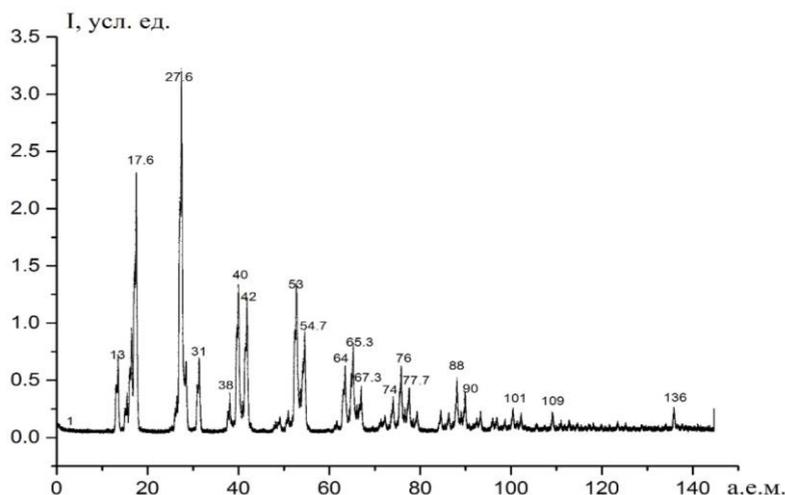


Рис. 2.4. Спектры масс ТСГВ после нагревания для образца 1 (см. табл. 2.2). Образец в состоянии поставки, время насыщения 4 часа.

По сравнению с рисунком 2.4 мы можем знать, что следующие элементы в остаточном газе: Н, СН, С₂Н₂, и т. д. Количество элементов в остаточном газе мало и мало. Элементы с относительной атомной массой более 120 трудно увидеть в остаточных газах (например: 136 можно быть Ва). Из сравнения рис. 2.3 и 2.4 видно, что в спектре масс выделяющемся из нагретого образца появляются пики, соответствующие массам, не наблюдаемым в остаточных газах. Их можно расшифровать следующим образом, в соответствии с а.е.м: 38—СН; 39-42 — Са, К, КН, СаН; 62-67 — Р₂, S₂. Р₂Н, S₂Н; 81 — Br; 88-90 — Sr, SrН, SrН₂; 99-102 —Mg₂СН₂ Ag —

109 а.е.м. Таким образом, в составе выделяющихся из образца элементов, по-видимому, присутствуют химические элементы, входящие в состав морской воды.

2.3.2 Анализ спектров ТСГВ после насыщения при комнатной температуре

На рис. 2.5–2.7. представлены температурные спектры из разных образцов.

В эксперименте для насыщения водородом использовали 2 вида образцов титана: 1) в состоянии поставки, 2) тот же, что 1, но перед насыщением, отожженный до $T \sim 900$ °С. Использовать электролиз системы электролиза, введенный до (Рис. 2.1.). Их различие в времени электролиза и отжиге. Можно увидеть в таблице ниже.

Таблица 2.2 Параметры насыщения.

№ образец	Время электролиза	Ток электролиза	Отжиг
1	4 часа	200 мА	нет
2	22 ч. 25 м	200 мА	нет
3	4 часа	200 мА	да

На рисунках 2.5–2.7 показаны спектры ТСГВ после насыщения титана в морской воде при разных условиях насыщения. Все изображения в этом эксперименте обрабатывались с помощью пакета прикладных программ «Origin9.Pro».

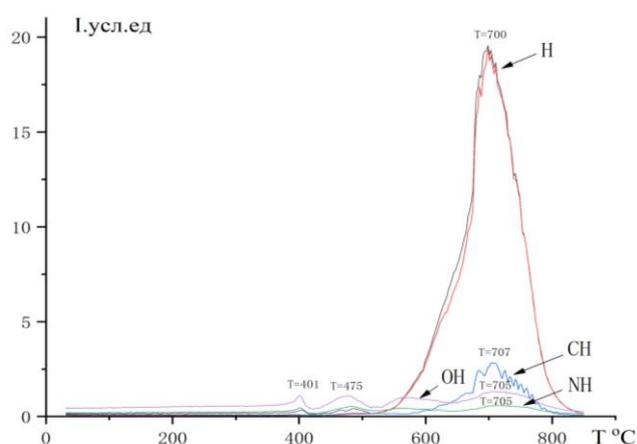


Рис. 2.5. Температурные спектры ТСГВ для образца 1. Образец в состоянии поставки, время насыщения 4 часа.

На рисунках 2.5–2.7 представлены спектры ТСГВ водорода и водород содержащих молекул. Можно видеть, что интенсивность выхода NH является наименьшей, а H₂ и OH наибольшей.

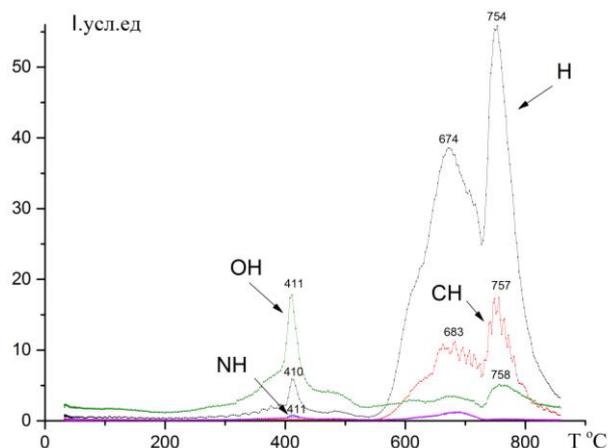


Рис. 2.6. Температурные спектры ТСГВ для образца 2: в состоянии поставки, время насыщения 22 часа, 25 мин.

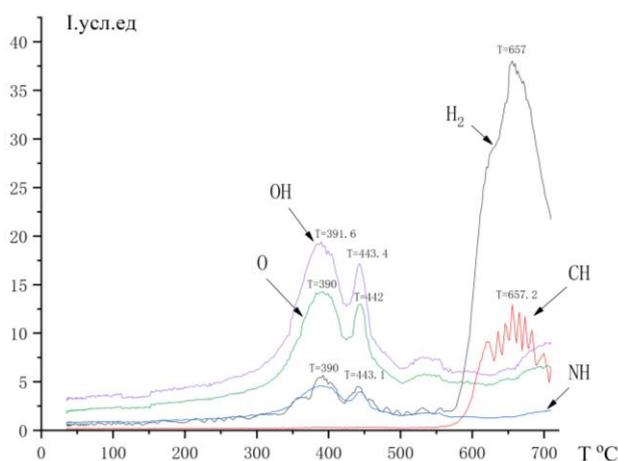


Рис. 2.7. температурные спектры ТСГВ для образца 3: насыщен в течение 4 часов, после отжига до температуры 900 °C

Далее (рис. 2.8–2.11) приведены температурные выходы из образцов (1–3) отдельно для водорода и водород содержащих молекул. Сначала проанализируем кривую температурной зависимости водорода. Видно, что интенсивность выхода водорода начинает возрастать при температуре ~200 °C градусов и при температуре 391±5 °C (Рис. 2.8) появляется выходит на максимум (появляется пик).

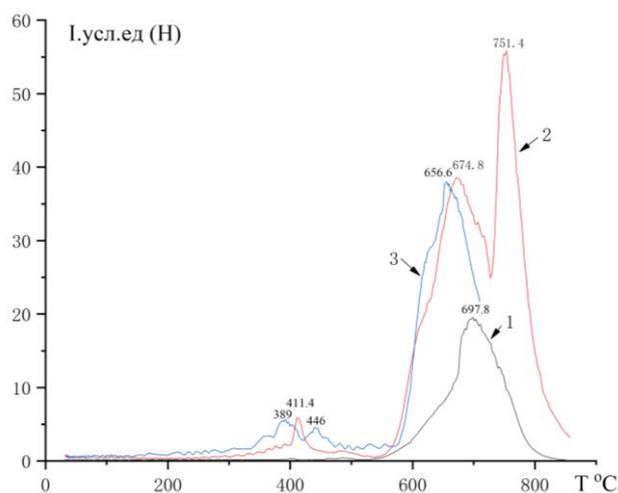


Рис. 2.8. Температурные спектры ТСГВ водорода из образцов титана. 1– Образец 1, время насыщения 4 часа. 2– Образец 2, время насыщения 22 часа, 3– Образец 3, насыщен в течение 4 часов, после отжига до температуры 900 °С, 25 мин.

Видно, что для образца в состоянии поставки в этой же области температур (рис. 2.9) интенсивность пиков очень мала.

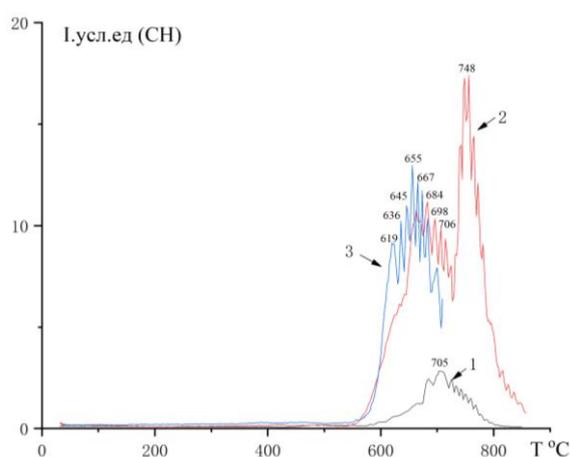


Рис. 2.9. Температурные спектры ТСГВ СН из образцов титана. 1– Образец 1, время насыщения 4 часа. 2– Образец 2, время насыщения 22 часа, 3– Образец 3, насыщен в течение 4 часов, после отжига до температуры 900 °С

Приведена кривая температурной зависимости СН. При сравнении этих выходов H_2 и СН (рис. 2.8, 2.9) можно видеть, что кривые почти не изменяется до ~550 градусов, а значение близко к нулю. При 550 градусах кривая поднимается, и наблюдается максимум при $T \sim 655$ и 748 °С. При нагревании образца 3 выход водорода достигает максимума раньше, чем для образцов 2 и 1. Интенсивность выхода водорода и СН из образца 2 имеет два пика в интервале температур 600–800 °С.

На рис 2.10 представлен температурный спектр NH. Видно, что интенсивность выхода NH начинает возрастать при температуре ~ 200 °C градусов и при температуре 400 ± 5 и 700 ± 5 °C появляется выходит на максимум (появляется пик). Это также косвенно показывает, что содержание азота в морской воде намного ниже, чем содержание водорода.

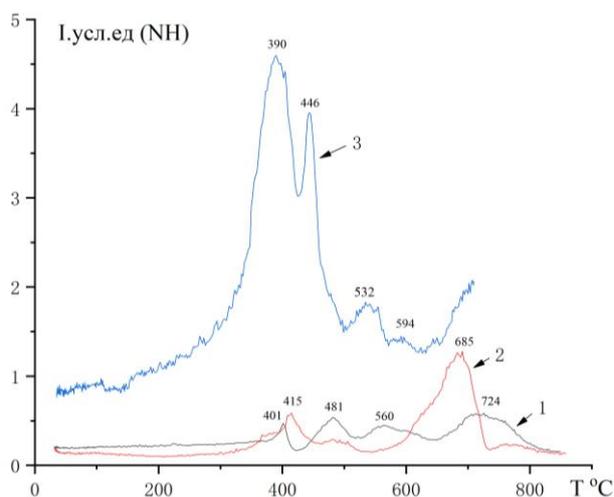


Рис. 2.10. Температурные спектры ТСГВ NH из образцов титана. 1– Образец 1, время насыщения 4 часа. 2– Образец 2, время насыщения 22 часа, 3– Образец 3, насыщен в течение 4 часов, после отжига до температуры 900 °C

Наконец, анализ гидроксида (рис. 2.11.). Можно видеть, что интенсивность гидроксида также относительно велико, и будут очевидные пики при 400 градусах. Стоит отметить, что кривые трех образцов гидроксида почти одинаковы, только разница в значении.

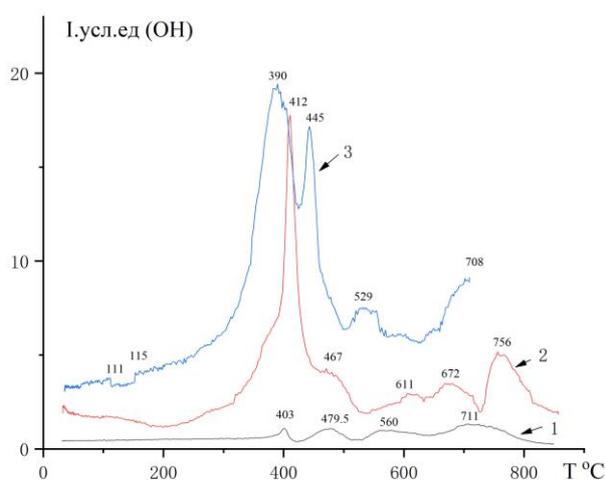


Рис. 2.11. Температурные спектры ТСГВ OH из образцов титана. 1– Образец 1, время насыщения 4 часа. 2– Образец 2, время насыщения 22 часа, 3– Образец 3, насыщен в течение 4 часов, после отжига до температуры 900 °C

В таблице 2.3 приведены значения интегральных выходов водорода и водород содержащих молекул, полученные интегрированием кривых (с помощью программного обеспечения «Origin9.Pro»), представленных на рис. 2.9–2.11.

Таблица 2.3. Абсолютные выходы водорода и водород содержащих молекул из образцов, насыщенных при комнатной температуре (по данным интегрирования спектров ТСГВ, представленных на рисунках)

Образец	1		2		3	
	Абс.зн.	Отн. H ₂	Абс.зн.	Отн. H ₂	Абс.зн.	Отн. H ₂
H ₂	2084	1	6085	1	4357	1
CH	334	0,16	1568	0,27	1099	0,25
NH	249	0,12	107	0,018	1191	0,27
OH	557	0,27	1089	0,18	4990	1,15
По данным RHEN 602	93					

Выводы из эксперимента по насыщению при комнатной температуре.

1. Из исходной атомной массы известно, что чем дольше время электролиза (образ 2), тем сильнее интенсивность массовых линий.
2. При насыщении отождённых образцов содержания водорода в титане оказывается выше (образ 3).
3. Когда температура достигает 400 градусов, будут очевидные пики. Содержание элементов явно растёт.
4. При насыщении в течение 22 часов максимум интенсивности выхода H₂ и H-содержащих молекул имеет 2 два пика. Для водорода при температурах 675 и 750 °С.

2.4 Анализ спектров ТСГВ до и после насыщения в морской воде при пониженной температуре

Вышеуказанные эксперименты проводились при комнатной температуре, и были представлены результаты экспериментов при комнатных температурах. Далее эксперимент

проводился при пониженной (до ~ 0 °С) температуре электролита и проанализированы результаты эксперимента. Использовалась электролитическая ячейка с охлаждением жидким азотом (рис. 2.1). Время электролиза сравниваемых образцов было одинаково (4 часа).

Можно увидеть в таблице ниже.

Таблица 2.4 Параметры насыщения.

№ образец	Время электролиза	Ток электролиза	Электролиты
4,5,6	4 часа	200 мА	Морская вода
7	4 часа	200 мА	NaOH

2.4.1 Анализ спектров ТСГВ до и после насыщения в морской воде при пониженной температуре

На рис. 2.12–2.16. представлены температурные спектры из разных образцов. По сравнению с рисунком 2.12 мы можем знать, что следующие элементы в остаточном газе: Н, СН, NH, OH и т. д.

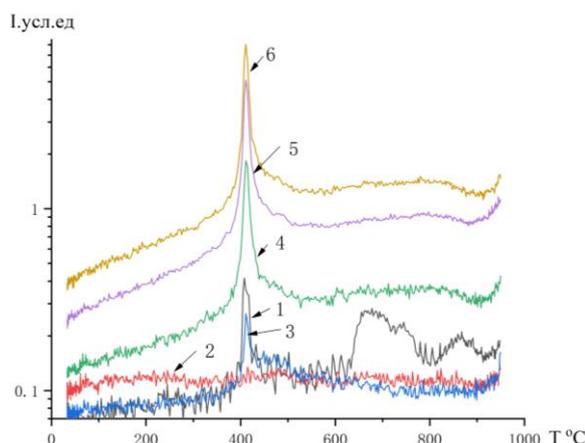


Рис. 2.12. Температурные спектры ТСГВ для образца, время насыщения 4 часа при пониженной температуре. Эл-лит– морская вода: 1-Н, 2-СН, 3-NH, 4-О, 5-ОН, 6-Н₂О

При комнатной температуре интенсивность водорода сильнее, чем другие водородсодержащие молекулы (см. таб 2.3). Однако в условиях пониженных температур интенсивность водорода значительно снижается и ниже, чем ОН. Видно, что интенсивность

выхода водорода начинает возрастать при температуре ~ 420 °С градусов и при температуре °С (Рис. 2.13) появляется выходит на максимум.

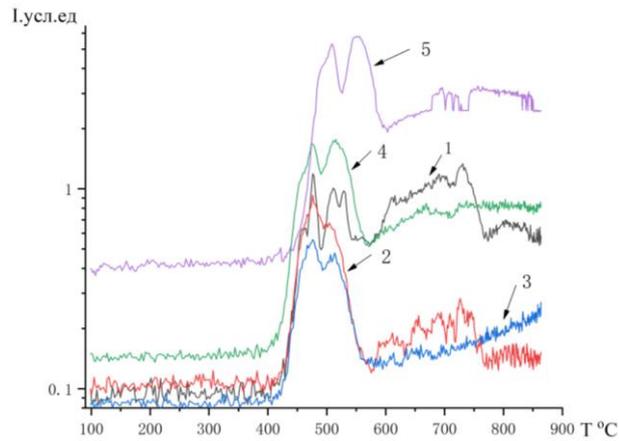


Рис. 2.13. Температурные спектры ТСГВ, образец Ti насыщен после отжига, время насыщения 4 часа при пониженной температуре. Эл-лит– морская вода, 1-Н, 2-СН, 3-НН, 4-О, 5-ОН.

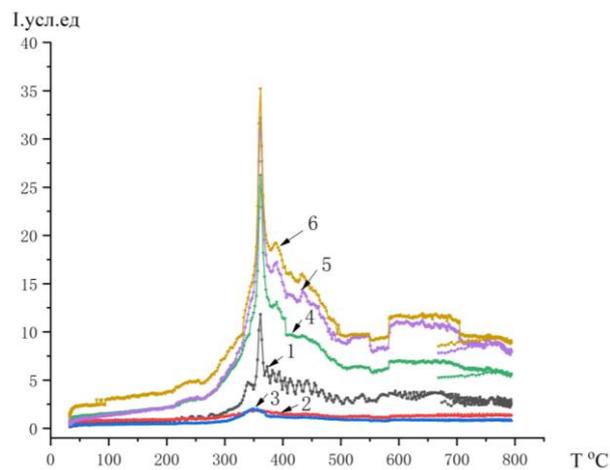


Рис. 2.14. Температурные спектры ТСГВ для образца, время насыщения 4 часа при пониженной температуре Эл-лит– морская вода, : 1-Н, 2-СН, 3-НН, 4-О, 5-ОН, 6-Н₂О

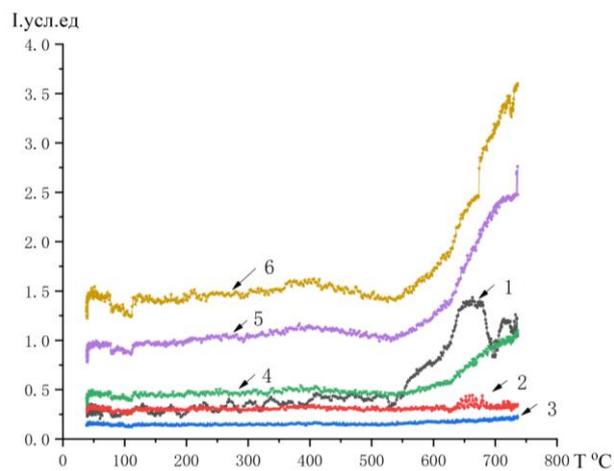


Рис. 2.15. Температурные спектры ТСГВ для образца, время насыщения 4 часа при пониженной температуре Эл-лит– морская вода, : 1-Н, 2-СН, 3-НН, 4-О, 5-ОН, 6-Н₂О

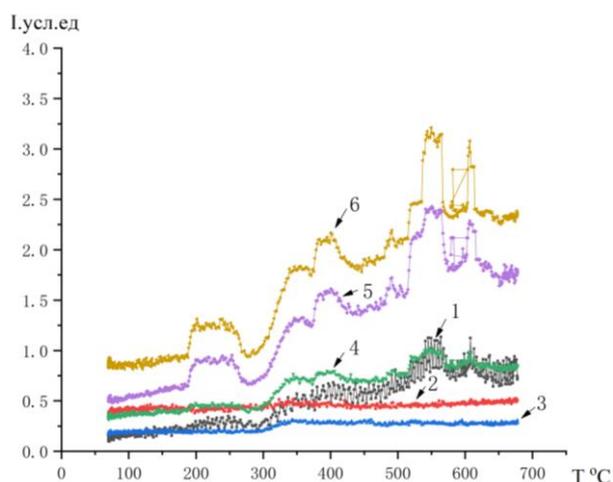


Рис. 2.16. Температурные спектры ТСГВ для образца, время насыщения 4 часа при пониженной температуре. Эл-лит– NaOH: 1-Н, 2-СН, 3-NH, 4-О, 5-ОН, 6-Н₂O (Электролит натрия гидроксид NaOH)

Электролит был заменен на гидроксид натрия и использован в качестве электролита сравнения. При этом интенсивность водорода показала медленное увеличение при 300 градусах, и не было тенденции к снижению. Интенсивность ОН увеличивалась и достигла максимума при 550 градусах.

В таблице 2.5 приведены значения интегральных выходов водорода и водород содержащих молекул, полученные интегрированием кривых (с помощью программного обеспечения «Origin9.Pro»), представленных на рис. 2.12, 2.13, 2.14, 2.16.

Таблица 2.5. Абсолютные выходы водорода и водород содержащих молекул по данным интегрирования спектров ТСГВ, представленных на рисунках при пониженной температуре

Образец	4		5		6		7	
	Абс.зн.	Отн. H ₂	Абс.зн.	Отн. H ₂	Абс.зн.	Отн. H ₂	Абс.зн.	Отн. H ₂
H ₂	127	1	1655	1	367	1	304	1
СН	104	0.81	728	0.44	151	0.41	272	0.89
NH	96	0.76	505	0.31	125	0.34	150	0.49
ОН	713	5.61	4952	2.99	1390	10.94	777	2.56
По данным RHEH 602 [19]	90 ppm – тонк 12,1 ppm – толс							

2.4.3 Влияние соленость морской воды на проникновение водорода в титане

В отличие от других электролитов, использование морской воды в качестве электролита более способствует изучению проникновения водородсодержащих молекул. Поскольку морскую воду имеет большое количество элементов, соединяется с водой, образуя водородсодержащие молекулы в процессе электролитического насыщения. В эксперименте мы выбрали гидроксид натрия в качестве контроля. Можно обнаружить, что интенсивность поверхности гидроксида, которая насыщена гидроксидом натрия в качестве электролита, чрезвычайно высока, но в масс-спектре (NaOH в качестве электролита) интенсивность СН и NH изменяется незначительно. И интенсивность каждой водородсодержащей молекулы в морской воде значительно изменилась. (В морской воде интенсивность ОН также самая высокая.) Это иллюстрирует богатство компонентов морской воды и является хорошим насыщенным водородом электролитом. Температурные спектры NH и СН показан на рисунке ниже:

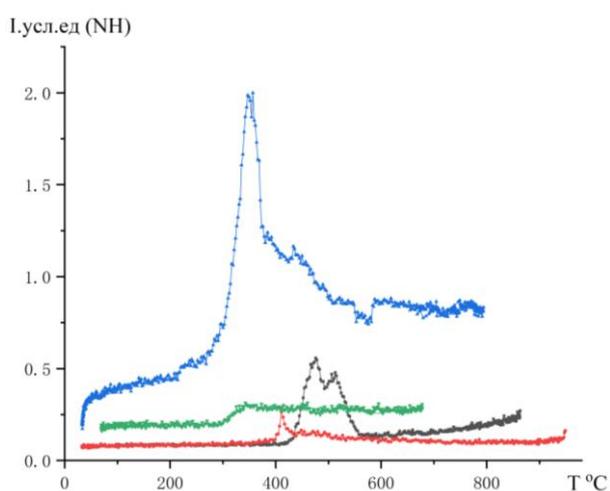


Рис. 2.17. Температурные спектры ТСГВ NH из образцов титана при пониженной температуре. Зеленый – в электролите NaOH, другие цвета – в морской воде.

Из-за присутствия этих водородсодержащих молекул коррозия в морской воде более вероятна, что делает водородное охрупчивание металла в морской воде очень очевидным. Как упоминалось ранее, титан является хорошим антикоррозийным материалом и очень склонен к водородному охрупчиванию. Поэтому делается вывод, что проникновения титана в морской воде может отличаться от других электролитов.

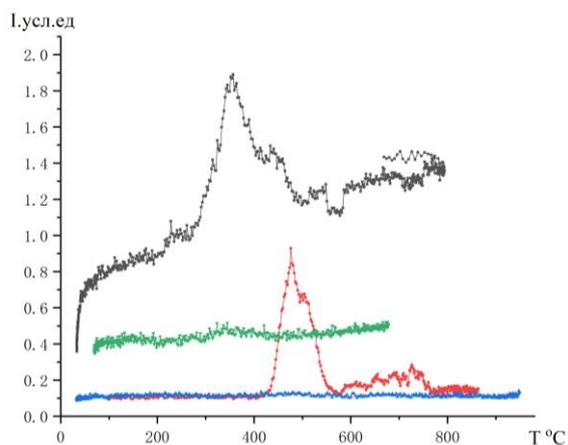


Рис. 2.18. Температурные спектры ТСГВ СН из образцов титана при пониженной температуре. Зеленый – в электролите NaOH, другие цвета – в морской воде.

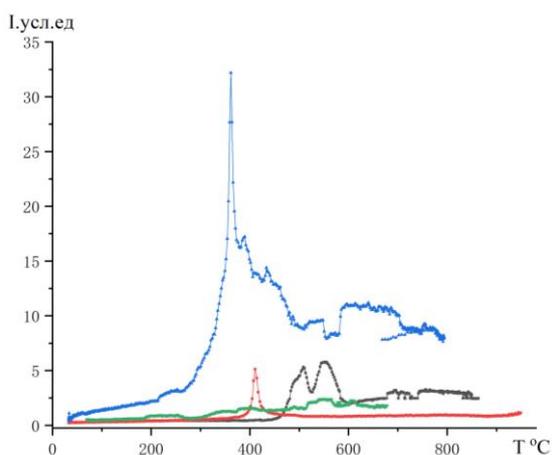


Рис. 2.19 Температурные спектры ТСГВ ОН из образцов титана при пониженной температуре. Зеленый – в электролите NaOH, другие цвета – в морской воде.

Проникновение молекулы водорода в морской воде (см. рис. 2.20)

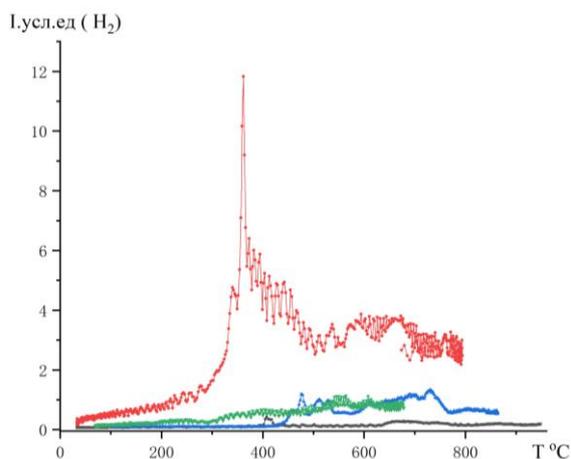


Рис. 2.20. Температурные спектры ТСГВ H₂ из образцов титана при пониженной температуре. Зеленый – в электролите NaOH, другие цвета – в морской воде.

2.4.4 Влияние пониженной температуры на проникновение водорода в титане

Наблюдая за температурным спектром, интенсивность молекул водорода и водородсодержащих молекул титана насыщение при пониженной температуре является низкой (кроме ОН). Можно сделать вывод, что пониженная температура препятствует проникновению молекул водорода.

Мы рассчитали интеграл каждой молекулы при анализе температурных спектров пониженной и комнатной температуры насыщенного титана. (Как показано на таб. 2.3, 2.5). Можно визуалью наблюдать, что интенсивность молекул водорода титана, насыщенных при комнатной температуре, является самой высокой среди всех водородсодержащих молекул. Однако молекулам водорода титана, которые насыщены при пониженных температурах, трудно проникнуть в поверхность титана, поэтому интенсивность молекул водорода, которую мы наблюдали, очень мала. С другой стороны, максимальная молекулярная интенсивность водорода (самый большой пик) наблюдается при температуре $\sim 657 \pm 5^\circ\text{C}$ насыщенного титана при комнатной температуре (рис. 2.9), тогда как при низкотемпературном насыщенном титане наблюдается только небольшое изменение интенсивности молекул водорода. (Рис. 3.4) Интересно, что проникновение ОН практически не зависит от насыщения при низкой температуре и является более сильным, чем у всех водородсодержащих молекул.

Выводы

1 Морская вода является хорошим электролитом. В эксперименте использовались два электролита, морская вода и NaOH. Существует значительное изменение интенсивность водорода и водородсодержащих молекул на поверхности титана, который электролизуется в морской воде. В дополнение к значительному изменению интенсивность водорода и OH в титане, насыщенном NaOH, интенсивность других водородсодержащих молекул является слабой и неизменной.

2 Пониженные температуры влияют на интенсивность проникновения водорода на поверхность материала. Интенсивность водорода и водородсодержащих молекул на поверхности титана в условиях пониженной температур слабее нормальных условий.

3 Время насыщения является одной из причин, влияющих на интенсивность водорода и водородсодержащих молекул. Чем дольше время насыщения, тем выше интенсивность поверхности материала.

Заключение

- Пониженная (до арктических величин) температура морской воды не влияет на количество водорода проникающего в образце ВТ1-0 при электролитическом введении водорода.
- Ловушки, на которые захватывается водород при электролитическом введении, существенно различны при электролитическом введении водорода из морской воды в нормальных условиях и при пониженных (Арктических) температурах.
- При электролизе в условиях Арктики поверхность образца титана сильно модифицируется и водород оседает в приповерхностном слое в виде гидроокислов компонентов солей (Cl, Na, Mg, S, Ca, K, Br, C), входящих в состав морской воды.

Список литературы

1. Солевой и газовый состав морской воды. Электронный ресурс: <https://studopedya.ru/1-66356.html>
2. И.В. Горынин. Конструкционные материалы для освоения углеводородных месторождений арктического шельфа. с.1-3 Электронный ресурс http://studopedia.net/5_43183_lektsiya--osobennosti-korrozii-v-morskoj-vode.html
3. А. В. Мануйлов, В. И. Родионов. Основы химии. Интернет-учебник. 2014. Электронный ресурс. <http://www.hemi.nsu.ru/>
4. Статьи Соросовского Образовательного журнала в текстовом формате. Водородная связь: как ее понимать (Степанов Н. Ф., 2001), ХИМИЯ (<http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/719.html>)
5. Баулдрант Д. Мир гальваники. Электронный ресурс: <http://mirgalvaniki.ru/articles/view/27>
6. И.П. Чернов, Ю.П. Черданцев, Лидер А.М., Гаранин Г.В. Специализированный физический практикум: физические свойства насыщенных водородом металлов и сплавов. Методы исследования систем металл-водород: Методические указания. – Изд. ТПУ, 2008. 250 с.
7. J. X. Zou, T. Grosdidier, K. Chuang, Z. Dong Mechanisms of nanostructure and metastable phase formations in the surface melted layers of a HCPBEV- treated D 2 steel // ActaMaterialia, 2006. – V. 54. – №. 20.
8. Р. А. Андриевский, А.М. Глезер Физ. мет, и металловедение. 1999. Т. 88. № 1. С. 50–73. – 200. – Т.89. – № 1. – С. 91–112.
9. Х. Баумбах, М. Крениг, Ю. И. Тюрин, И. П. Чернов, Ю.П. Черданцев Неравновесные система металл-водород. Титан, нержавеющая сталь. Томск: Изд-во Томского гос. ун-

- та. 2002.с. 350.
10. Е.Н. Степанова, Г.П. Грабовецкая, И.П. Мишин, В.С. Сыпченко, Т.Н. Мельникова, А.А. Мазыкин Формирование ультрамелкозернистого состояния в сплаве Zr–1Nb методом, сочетающим обратимое легирование водородом и горячую пластическую деформацию // Известия высших учебных заведений «Физика», 2014. – Т. 57. – № 11/2. – С. 140-145.
 11. И.В. Горынин. Конструкционные материалы для освоения арктического шельфа. 1999, том.69 № 1 с. 2-15
 12. В.И. Трусков «Общая химия». Интернет-учебник. 2016. Электронный ресурс. <https://studfiles.net/preview/7167851/page:3/>
 13. Ли Яо , Лю Чанруй, Радиационные дефекты в металлах // Библиотека Байгу. Электронный ресурс. - 2013. - Режим доступа: <http://wenku.baidu.com/view/7539c8f1b14e852459fb5714.html>.
 14. Электронный ресурс: http://studopedia.net/5_43183_lektsiya--osobennosti-korrozii-v-morskoy-vode.html
 15. Вестник российской академии наук, 1999, том 69, № 1, с. 3–15.
 16. И.В. Горынин, Конструкционные материалы для освоения углеводородных месторождений арктического шельфа. с.8 Электронный ресурс http://studopedia.net/5_43183_lektsiya--osobennosti-korrozii-v-morskoy-vode.html
 17. Н. Н. Никитенков, В.Д. Хоружий. Исследование выхода изотопов водорода методами термогазовыделения. Учебное пособие. Томск, ТПУ, 2008, с.49.
 18. Электронный ресурс: <http://900igr.net/prezentacija/geografija/gidrologija-oceanov-i-morej-145638/sostav-morskoj-vody-28.html>
 19. RHEN602. Определение общего и поверхностного водорода методом плавления в атмосфере инертного газа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.leco->

europe.com/product/rhen602/, свободный. – Загл. с экрана

Глава 3. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

Чтобы нормально провести данное научное исследование и закончить во времени, при выборе тему, надо оценить актуальность данной темы, т. е. перспектив и потенциал вашего исследования; необходимо за ранее планировать прохождения целой работы. Для финансового обеспечения нужно провести расчет бюджета.

В данной главе, будем оценить коммерческих перспективности и потенциала для данного научного исследования, планировать целых работ, а также провести расчет бюджета, который необходим для выполнения данной работы.

3.1 Организация и планирование работ

В процессе организации реализации конкретных проектов необходимо разумно планировать ситуацию с занятостью участников и рабочее время каждого человека. В следующей таблице 4.1 перечислены люди и имена, вовлеченные в работу.

Таблица 3.1 Участники проекта

№ раб.	Исполнители	Имя
1	Научный руководитель (НР)	Никитенков Николай Николаевич
2	Студент-дипломник (И)	Цзэн Фаньли

При проведении исследований в выпускной работе необходимо строить рабочие группы для того, что достигнуть и выполнить конкретную цель. Для разных видов работ установите соответствующую должность исполнителя.

Таблица 3.2 Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Проставление цель и задачи	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР	НР – 100%
Обзор литературы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Обсуждение содержания литературы	НР, И	НР – 80% И – 100%

Построение экспериментальной системы	НР, И	НР – 100% И – 50%
Калибровочный лабораторный прибор	НР, И	НР – 100% И – 50%
Изготовление образца	НР	НР – 100%
Получение экспериментальных данных	НР, И	НР – 100% И – 100%
Анализ экспериментальных данных	НР, И	НР – 50% И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Обсуждение экспериментальных результатов	НР, И	НР – 100% И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.1.1 Продолжительность этапов работ

Чтобы рассчитать продолжительность этапа работы, есть два способа.

Первый — это технология и экономика: этот метод применим к полностью разработанной нормативно-правовой базе для трудоемкости процесса планирования, что, в свою очередь, обусловлено их высокой воспроизводимостью в стабильной среде. Поскольку подрядчики часто не имеют соответствующих стандартов, мы отказываемся от использования этого метода.

Второй – это опытно-статистический метод, который может быть реализован двумя способами: аналоговый и экспертный. Аналоговый метод возможен только при наличии устаревшего симулятора в поле зрения исполнителя. В большинстве случаев его можно применять только локально - для отдельных элементов (этап работы). Так что выбирайте экспертный метод для оценки. Экспертные методы пригодны для использования при отсутствии информационных ресурсов, а эксперты в конкретных предметных областях проводят необходимые количественные оценки на основе своего профессионального опыта.

Здесь мы выбираем опытно-статистический метод, потому что мы не имеем соответствующих стандартов.

Рассчитываем ожидаемое время для каждого этапа по следующей формуле:

$$t_{ож} = (3t_{min} + 2t_{max})/5 \quad (11)$$

где, $t_{ож}$ – ожидаемая продолжительность работы;

t_{min} – минимальная продолжительность работы;

t_{max} – максимальная продолжительность работы.

Рассчитать длительность этапов в рабочих днях и преобразовать ее в календарные дни, чтобы построить линейный график. Продолжительность в рабочих днях ($T_{РД}$) рассчитывается по формуле (2). А расчёт продолжительности работ в календарных днях ($T_{КД}$) ведётся по формуле (3).

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (22)$$

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (3)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая продолжительность работы;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение длительностей (принимаем $K_{ВН} = 1.2$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ (принимаем $K_{Д} = 1.1$);

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях.

Коэффициент календарности $T_{К}$ рассчитываемый по следующей формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205 \quad (4)$$

где, $T_{КАЛ} = 365$ – календарные дни;

$T_{ВД} = 52$ – выходные дни;

$T_{ПД} = 10$ – праздничные дни.

Рассчитываем по вышесказанным формулам. Трудозатраты на выполнение каждого этапа перечислены ниже в Табл 3.3. Потом построен линейный график работ в таб 3.3

Табл.3.3. Трудозатраты этапов проекта

№ работ	Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
						$T_{РД}$		$T_{КД}$	
			t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	Постановка целей и задач	НР	3	8	5	4.6	0.0	5.7	0.0
2	Составление и утверждение ТЗ	НР	2	3	2.4	2.2	0.0	2.7	0.0
3	Обзор литературы	НР, И	10	16	12.4	3.42	11.4	4.1	13.7
4	Обсуждение содержания литературы	НР, И	5	10	7	5.1	6.4	6.4	8
5	Построение экспериментальной системы	НР, И	7	15	10.2	9.4	4.7	11.3	5.6
6	Калибровочный лабораторный прибор	НР, И	10	21	14.4	13.2	6.6	15.9	8.0
7	Изготовление образца	НР	10	15	12	11.0	0.0	13.3	0.0
8	Получение экспериментальных данных	НР, И	10	20	19	17.4	17.4	21	21
9	Анализ экспериментальных данных	НР, И	15	25	9.8	2.7	9.0	3.2	10.8
10	Оформление графического материала	И	2	4	2.8	0.0	2.6	0.0	3.1
11	Обсуждение экспериментальных результатов	НР, И	3	5	3.8	3.5	3.5	4.2	4.2
12	Подведение итогов	НР, И	1	3	1.8	1.0	1.7	1.2	2.0
	Итого:					73.52	63.3	89	76.4

Табл. 3.4. Линейный график работ

№ работ	$T_{\text{КД}}$, дн.	Март			Апрель			Май			Июнь		
1	НР – 4.6	■											
		■											
2	НР – 2.7	■											
3	НР – 4.1		■										
	И – 13.7		■										
4	НР – 6.4				■								
	И – 8				■								
5	НР – 11.3					■							
	И – 5.6					■							
6	НР – 15.9						■						
	И – 8.0						■						
7	НР – 13.3							■					
8	НР – 21								■				
	И – 21								■				
9	НР – 3.2										■		
	И – 10.8										■		
10	И – 3.1											■	
11	НР – 4.2												■
													■

	И – 4.2												
12	НР – 1.2 И – 2.0											!	

3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Стоимость создания проекта включает в себя все затраты, необходимые для реализации каждой из задач, которые составляют эту разработку. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- Затраты на материалы
- Затраты на электроэнергию
- Затраты на амортизацию оборудования
- Заработные платы
- Затраты на социальный налог
- Расходы, учитываемых непосредственно на основе платёжных (расчётных) документов (кроме суточных)
- Прочие затраты

3.2.1 Затраты на материалы

Эксперимент фокусируется на исследование выхода водорода и водородсодержащих молекул методом ТСГВ из образцов титана, электролитический насыщенных в морской воде при комнатной и пониженной температурах.

Табл. 3.1. Перечень материальных затрат

Материал	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Количество	Сумма, руб.
Таблетка титана ВТ1-0	кг	3500	0.1	350
Соленость морской воды	кг	38	0.032	1.22
Экспериментальная одежда	шт.	300	2	600
Резиновые перчатки	шт.	200	2	400
Итого				1351.22

(транспортно-заготовительные расходы: $1351.22 \times 0.05 = 67.56$ руб.)

Тогда общий затрат на материалы: $C_{\text{мат}} = 1351.22 + 67.56 = 1418.78$ руб.

3.2.2 Затраты на электроэнергию

Рассчитать стоимость электроэнергии по следующей формуле.

$$C_{\text{эл}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{раб}} \cdot C_{\text{эл}} \quad (3)$$

где $C_{\text{эл}}$ – затрат на электроэнергию;

$P_{об}$ – мощность оборудования;

$t_{раб}$ – время работы оборудования;

$\text{Ц}_{эл}$ – цена на электроэнергию, в ТПУ $\text{Ц}_{эл} = 5.748$ руб./ (кВт · час).

Потребляемая оборудованием мощность, определяется по следующей формуле.

$$P_{об} = P_{ном} \cdot K_c \quad (6)$$

где $P_{об}$ – потребляемая оборудованием мощность;

$P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования;

K_c – КПД при передаче электроэнергии.

В данном случае мощность оборудования не большая, принимаем $K_c = 1$. Тогда можем считать, что $P_{об} = P_{ном}$.

Во всем процессе проекта необходимо учитывается энергопотребление системы экспериментальных приборов. Эта система после создания и апробации необходимо продолжительно работать на протяжении всего эксперимента. Поэтому время работы гораздо больше рабочего времени человека. Кроме того, освещение лаборатории, вентиляция и кондиционирование воздуха работают 24 часа в сутки, поэтому это также необходимо учитывать. Ещё, для обработки данных, разработки программы и апробации алгоритма требует персональный компьютер. В данном случае время работы оборудования (компьютер) соответствует рабочему времени человека.

Таблице 3.6 Расчета стоимости электроэнергии

№ п/п	Наименование оборудования	Время работы тоб (ч)	Потребляемая Мощность $P_{об}$ (кВт)	Цена единицы оборудования, $\text{Ц}_э$ (кВт/ч);	Затраты на электроэнергию, руб.
1.	установка насыщения водорода электрическим	72	0,09	5,748	37.3
2.	турбомолекулярный насос (НВТ 100 ФО)	216	0,07		86.9
3.	гибридный турбомолекулярный насос (АТН 300)		0,07		86.9
4.	форвакуумный насос (ISP-250 С)		0,40		496.6
5.	масс-спектрометр	192	0,09		99.3
6.	Компьютер	500	0,2		574.8
	Итого	980	0,92		1381.8

3.2.3 Затраты на амортизацию оборудования

В учёте затрат учитывается не только счёт за электроэнергию оборудования, но и амортизация оборудования. Амортизация рассчитывается по следующей формуле.

$$C_{ам} = \frac{N_a \cdot C_{об} \cdot t_{рф}}{F_d} \quad (7)$$

где $C_{ам}$ – амортизация оборудования;

N_a – годовая норма амортизации; ($N_a=12,5\%$ по приложению 1, для ПК $N_a=40\%$)

$C_{об}$ – балансовая стоимость оборудования с учётом транспортно-заготовительных расходов;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, задаётся исполнителем проекта;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования. $(365 - 64) \times 24 = 7224$ ч

Таблицы 3.7 Расчета амортизации

№ п/п	Наименование оборудования	Количество (n)	Цена единицы оборудования, руб ($C_{об}$)	Общая стоимость оборудования, руб.	Время работы $t_{рф}$ (ч)	Амортизация руб
1.	установка насыщения водорода электрическим	1	2000	2000	72	2,49
2.	турбомолекулярный насос (НВТ 100 ФО)	1	43000	43000	216	160,71
3.	гибридный турбомолекулярный насос (АТН 300)	1	58000	58000	216	216,78
4.	форвакуумный насос (ISP-250 С)	1	10000	10000	216	37,38
5.	масс-спектрометр	1	50000	50000	192	166,11
6.	Компьютер	1	20000	20000	500	173,03
	Итого			183000		1004

3.2.4 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{дн} = \frac{O_{мес}}{D_{мес}} \quad (8)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная тарифная заработная плата;

$O_{мес}$ – месячный оклад;

$D_{\text{мес}}$ – среднемесячные рабочие дни;

Считаем, что рабочие дни в год $D_{\text{год}} = 365 - 52 - 10 = 303$ дн. Тогда среднемесячные рабочие дни составляет $D_{\text{мес}} = D_{\text{год}}/12 = 25.25$ дн.

Для учёта в составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов – $K_{\text{пр}} = 1.1$; $K_{\text{доп}} = 1.188$; $K_{\text{р}} = 1.3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$.

Табл. 3.2. Перечень заработных плат

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. дн.	Рабочее время, раб. дн.	Коэффициент	Фонд заработной платы, руб.
НР	57161,69	1905.3	73.52	1.699	97116.54
И	15470.00	617	63.3	1.62	25061.4
Итого					122177.94

3.2.5 Затраты на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту. Тогда затрат на социальный налог:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} \cdot 30\% = 122177.94 \times 30\% = 36653.39 \text{руб.} \quad (9)$$

3.2.6 Прочие затраты

В данном разделе отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих разделах. считаем, что их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов.

$$\begin{aligned} C_{\text{проч}} &= (C_{\text{мат}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}}) \times 10\% \\ &= (1418.78 + 1381.8 + 1004 + 122177.94 + 36653.39) \times 10\% \\ &= 16053.841 \text{руб.} \end{aligned}$$

3.2.7 Формирование бюджета научно-исследовательского проекта

Консолидировать и суммировать расходы по вышеуказанным разделам. Все затраты на этот эксперимент представлены ниже в Табл. 4.3.

Табл. 4.3. Перечень всех затрат

Затраты	Сумма, руб.
Затраты на материалы	1418.78
Затраты на электроэнергию	1381.8
Затраты на амортизацию оборудования	1004
Заработные платы	122177.94
Затраты на социальный налог	36653.39
Прочие затраты	16053.841
Итого	178689.751

Расчёт прибыли

$$178689.751 * 0.2 = 35737,95 \text{ руб.}$$

Расчёт НДС

$$(178689.751 + 35737,95) * 0.2 = 42885,54 \text{ руб.}$$

Цена разработки НИР

$$178689.751 + 35737,95 + 42885,54 = 257313,24$$

3.2.8 Оценка экономической эффективности проекта

Эксперимент фокусируется на исследование выхода водорода и водородсодержащих молекул методом ТСГВ из образцов титана, электролитически насыщенных в морской воде при комнатной и пониженной температурах. Мы не знаем практичность практическую ценность этого исследования в настоящее время. Следовательно, оценка их экономической эффективности невозможна.

Глава 4. Социальная ответственность

Введение

Данный проект заключается в разработке алгоритмов для обработки данных. Но для апробации алгоритма необходимо проводить эксперимент, чтобы получить определённые данные.

Все работы (получение данные, обработка данные, разработка алгоритма) выполняются в лаборатории в цокольном этаже корпуса №3 ТПУ. Схема этой системы показана в предыдущих главах. Обработка данных и разработка алгоритма проводится в общественной зоне лаборатории с компьютерами.

В эксперименте использовались некоторые инструменты. Главным из них является установки для электролитического насыщения и исследования термостимулированного газовыделения

При работе на установки для электролитического насыщения и исследования термостимулированного газовыделения на работников возможно воздействие следующих вредных факторов:

Микроклимат; компьютер; опасность поражения электрическим током; воздействие высокой температуры; жидкий азот, работающих под давлением.

При неисправности в работе установки для электролитического насыщения и исследования термостимулированного газовыделения возможна утечка газа, возгорание.

Итак, это необходимо исследовать его социальная ответственность. В разделе «социальная ответственность» рассмотрим все перечисленные вопросы. А также экологическую безопасность, типичную ЧС и меры, которые применяют при ее возникновении.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.

Инструкция № 2-25 по охране труда при выполнении работ на установке для электролитического насыщения и исследования термостимулированного газовыделения (ТСГВ);

(для исследования производственной безопасности при выполнении на установке ТСГВ)

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019);

(для исследования трудовых отношений между работниками и работодателями)

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;

(для исследования организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя)

ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования;

(для исследования организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя)

ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования;

(для исследования организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя)

ГОСТ 21753-76. Система «человек-машина». Рычаги управления. Общие эргономические требования.

(для исследования организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя)

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.

Основным объектом в производственной среде является рабочее место, которое обычно представляет собой пространство, которое люди выражают в процессе производства. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса.

Следует учитывать модульные размеры рабочей поверхности рабочего стола ПК, на основе которых должны быть рассчитаны проектные размеры: ширина 800, 1000, 1200 и

1400 мм, глубина 800 и 1000 мм, нескорректированная высота 725 мм. Стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, уровнем колен не менее 450 мм и удлиненным уровнем ног не менее 650 мм. Конструкция рабочего кресла должна предусматривать: - поверхность сиденья имеет ширину и глубину не менее 400 мм; - поверхность сиденья имеет закругленную переднюю кромку; - регулирует высоту поверхности сиденья, диапазон составляет 400-550 мм, а угол наклона регулируется так, чтобы 15 градусов, 5 градусов и обратно; - высота опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширина - не менее 380 мм, 400 мм радиус кривизны горизонтальной плоскости; - угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30 градусов; - Отрегулируйте расстояние спинки переднего края сиденья до диапазона 260-400 мм; - Неподвижные или съемные подлокотники, длина не менее 250 мм, ширина 50-70 мм; - Отрегулируйте высоту подлокотника над сиденьем до 230 ± 30 мм.

4.2 Производственная безопасность.

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

Основная часть государственной системы стандартизации устанавливает требования и нормы по видам опасных и вредных производственных факторов.

Для анализа и профилактики производственного травматизма профессиональной заболеваемости важное значение имеет классификация их причин. Несчастные случаи возникают в процессе неудовлетворительных условий труда в результате действия опасных и вредных производственных факторов.

Для анализа и профилактики производственного травматизма, вызванного профессиональными заболеваниями, очень важна классификация причин. Из-за опасных и вредных производственных факторов несчастные случаи происходят при неудовлетворительных условиях труда.

При анализе производственного травматизма и профессиональных заболеваний необходимо учитывать весь комплекс факторов, воздействующих на формирование безопасных условий труда [5].

Таблица 4.1. Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке технического состояния подводного перехода нефтегазопровода

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБГ. Шум. Общие требования безопасности [1], СанПин 2.2.4.548-96.
2. Превышение уровня шума	+	+		
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [2], СП 52.13330.2016
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[3], ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление [4].

Можно выделить две группы факторов: производственно-технологические или объективные человеческие, к которым относятся:

- все работающие (движущиеся) части станков, машин или цеховой транспорт, а также острые кромки и заусенцы деталей, заготовок, инструмента и оборудования
- запыленность и загазованность цеха или рабочей зоны
- некомфортный микроклимат цеха или участка
- повышенная температура оборудования или материалов
- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте или в цехе
- отсутствие или недостаток естественного освещения и недостаточность искусственного освещения цеха и рабочего места
- электрическое оборудование токоведущие провода и кабели
- наличие вредных и токсичных веществ
-

5.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

Рабочее оборудование, перемещаемые детали, транспортировка в мастерской и острые кромки заусенцев на деталях, заготовках, инструментах и оборудовании являются источниками производственных травм - резания, поломки и т. д. Оборудование во время работы вырабатывает тепло, а нагретый металл во время обработки становится источником ожогов и термических ожогов. Все токонесущие и токоподводящие устройства могут стать причиной поражения электрическим током, если они не соблюдают меры предосторожности при работе.

Одним из вредных веществ в воздухе машиностроительной мастерской является пыль, которая является самой маленькой частицей в твердом веществе. Пыль, которая может находиться в воздухе в течение определенного периода времени, называется аэрозолем и называется аэрогелем по сравнению с осевшей пылью. Пыль оказывает серьезное неблагоприятное воздействие на дыхательные пути и легкие. Это может также оказать неблагоприятное воздействие на кожу и глаза в зависимости от его состава и типа. Токсичные или токсичные вещества включают свинец, марганец и хром. Эти частицы пыли могут попасть в организм или на кожу и вызвать острое или хроническое отравление.

По дисперсии (степени измельчения) можно различить пыль: грубая дисперсия - частицы размером более 10 микрон, средняя дисперсия - частицы с размером частиц от 10 до 5 микрон, мелкие и смога, с размером частиц менее 5 микрон. Мелкая пыль представляет наибольшую опасность для организма.

Промышленные объекты, дыхательные пути, вредные вещества в воздухе пищеварительного тракта (пар, газ, пыль) могут попадать в организм человека, вызывая острое и хроническое отравление при определенных условиях, а при попадании в атмосферу и постоянном воздействии и повышенной концентрации приводит к загрязнению.

Наличие чистого воздуха, необходимого химического состава и оптимальной температуры, влажности и скорости движения имеют важное значение для нормальной жизни человека.

Избыточное тепло и влага, загрязняющие воздух, а также газы, пары и пыль, могут быть выделены в процессе и обнаружены в производственной зоне во время работы машины, машины и оборудования.

Работающее оборудование, перемещаемые детали заготовки, цеховой транспорт, а также наличие острых кромок заусенцев на деталях, заготовках, инструменте и оборудовании является источником производственного травматизма – порезов ушибов

переломов и т. д. Оборудование при работе выделяет тепло, и разогретый металл при обработке служит источником ожогов и тепловых травм. Все токоведущее и токопоглощающее оборудование при несоблюдении техники безопасности работы на нем может привести к поражению электрическим током.

Важнейшее значение для нормальной жизнедеятельности человека имеет наличие чистого воздуха, необходимого химического состава и имеющего оптимальные температуру, влажность и скорость движения.

В производственных помещениях при работе станков, машин, оборудования, от технологического процесса и нахождения работающих людей могут выделяться избыточное количество тепла и влаги, а также загрязняющих воздух газов, паров, пыли.

Длительное воздействие человеческого шума может привести к частичной потере слуха, повышению кровяного и внутреннего давления, повышенной утомляемости организма и повышению риска травм. Воздействие вибрации оказывает патологическое воздействие на весь организм человека, что приводит к общей усталости и снижению внимания, что приводит к травмам на работе и хроническим профессиональным заболеваниям.

4.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

Одним из вредных производственных факторов, действующих в цехах сервисного центра промышленной техники, является шум и вибрация. При разработке технологического процесса, при организации рабочих мест следует принимать все необходимые меры по снижению шума, до значений не превышающих допустимые применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87 [6]. В качестве средств индивидуальной защиты используют вкладыши, наушники, шлемы.

Средства и методы коллективной защиты от шума делятся на акустические, архитектурно-планировочные, организационно-технические.

К организационно-техническим методам защиты относятся применение малошумных технологий, оснащение шумных машин дистанционным управлением, использование рациональных режимов труда и отдыха.

Архитектурно-планировочные методы защиты от шума включают в себя рациональные акустические решения планировок зданий, рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов.

Для устранения шума и вибрации в цехе применяются следующие мероприятия:

- а) Станки, установленные на фундаментах, виброизолированные от конструкции здания;
- б) Электродвигатели станков, установленные на демпфирующие прокладки;

в) Сопряжение всасывающих и выхлопных воздуховодов производится при помощи гибких патрубков.

Микроклимат производственных помещений - климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Во всех случаях в воздухе, поступающем внутрь зданий и сооружений через приемные отверстия систем вентиляции и через проемы для естественной приточной вентиляции, содержание вредных веществ не должно превышать 30% ПДК, установленных для рабочей зоны производственных помещений.

Требуемое состояние воздуха рабочей зоны может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий:

Механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадания их в рабочую зону.

Большое значение для оздоровления воздушной среды имеет надежная герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества.

Защита от источников тепловых излучений.

Устройство вентиляции и отопления.

Вытяжная вентиляция устанавливается на рабочем месте заточки инструмента, а также на рабочем месте электросварщика.

В качестве индивидуальных средств защиты у каждого рабочего должны быть защитные очки. Для удаления стружки из рабочей зоны станка – специальные крючки.

В проектируемом цехе установлено большое количество электрооборудования. Чтобы избежать поражения работающих электрическим током, оборудование необходимо заземлить.

Для защиты от поражения электрическим током также применяют зануление и защитные отключающие устройства.

Жидкий азот является необходимым для охлаждения полупроводниковых детекторов.

Согласно ГОСТ 9293-74, жидкий азот при его использовании может воздействовать с организмом человека следующими тремя способами [13].

Во-первых, температура кипения жидкого азота в атмосфере составляет -196°C . Контакт кожи с жидким азотом в течение нескольких секунд может вызвать обморожение.

Поэтому надо провести предварительную подготовку для исследователей перед работой с жидким азотом. По защите исследователя при работе необходимо применить рукавицы.

Во-вторых, при использовании жидкого азота он испаряется с образованием избыточного азота, что может снизить содержание кислорода в воздухе и вызвать гипоксию и удушье. Поэтому в лаборатории установлена система вентиляции, градируя, что содержание кислорода на рабочем месте не менее 19% [13].

В-третьих, поскольку температура испарения жидкого азота ниже, чем у жидкого кислорода (лишь -183°C). В жидком азоте может обогащаться кислород. При повышении в жидком азоте содержания кислорода до 30% (по объёму) возможно образование пожаро-, взрывоопасных смесей с органическими веществами. Поэтому, перед использованием и проведением работ с применением жидкого азота должна проводиться проверка содержания в нем кислорода. Начинать работать разрешается только после того, как содержание кислорода внутри цистерны и оборудования будет не больше 19% (по объёму). Слив жидкого азота должен проводиться в специально отведённых местах, не имеющих покрытий из асфальта, дерева или других органических материалов. [5]

4.3 Экологическая безопасность.

4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Вследствие относительной инертности титана считается, что он не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду. 100% титана можно использовать повторно, он не разрушается, и как результат этого не загрязняет окружающую среду [7]. Другие металлы, когда подвергаются действию загрязняющих веществ окружающей среды, разъедаются или разрушаются от коррозии и выделяют ионы металла в грунтовые воды, что является причиной возникновения проблем в окружающей среде. С учетом обязательств, связанных со "спецификацией по строительству без вреда окружающей среде", преимуществами титана считаются его наибольшая степень инертности и наибольший срок службы по сравнению со всеми остальными архитектурными металлами [9]. Титан не оказывает плохое влияние на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Однако во время эксперимента используются водород. Утечка водорода может вызвать взрыв.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

Таблица 4.2 - Анализ возможных ЧС

Чрезвычайная ситуация	Источники ЧС	Последствия ЧС
Пожар	Пожар, отравления продуктами горения	разрушение машин, ожоги, взрыв
Ураганный ветер	Природный фактор	Разрушение машин, зданий, травмирование и раздавливание людей летающими предметами и их осколками, взрыв
Ливневые дожди	Природный фактор	Затопление территории предприятия, разрушение зданий, летальные исходы

4.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

К возникновению ЧС могут привести полное или частичное разрушение технологического оборудования [10].

К основным причинам и факторам, связанным с отказами оборудования, относятся: опасности, связанные с технологическими процессами; физический износ, коррозия, механические повреждения, температурные деформации оборудования или трубопроводов; ошибки обслуживающего персонала.

Основными причинами выбросов и утечек нефти могут быть:

- превышение рабочего давления;
- разрушение (полное или частичное) трубопроводов, оборудования и сооружений;
- отказы оборудования и технологических устройств.

Рассматриваются наиболее опасные варианты развития аварии:

для технологических трубопроводов - связанные с порывом трубопровода на участке с максимальным давлением;

для насосных - связанные с полным разрушением насоса [11].

4.4.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Организационные мероприятия касаются области управления ЧС. К ним относятся планирование, комплексные проверки состояния объектов ГО, проведение на предприятиях контроля состояния сил и средств на предприятиях, установление персональной ответственности за проведение тех или иных видов работ, направленных на повышение надежности функционирования объекта в условиях ЧС и т. п. [8].

Организационные мероприятия касаются области управления ЧС. К ним относятся планирование, комплексные проверки состояния объектов ГО, проведение на предприятиях контроля состояния сил и средств на предприятиях, установление персональной ответственности за проведение тех или иных видов работ, направленных на повышение надежности функционирования объекта в условиях ЧС и т. п.

На рис. 4.1 показан план эвакуации.

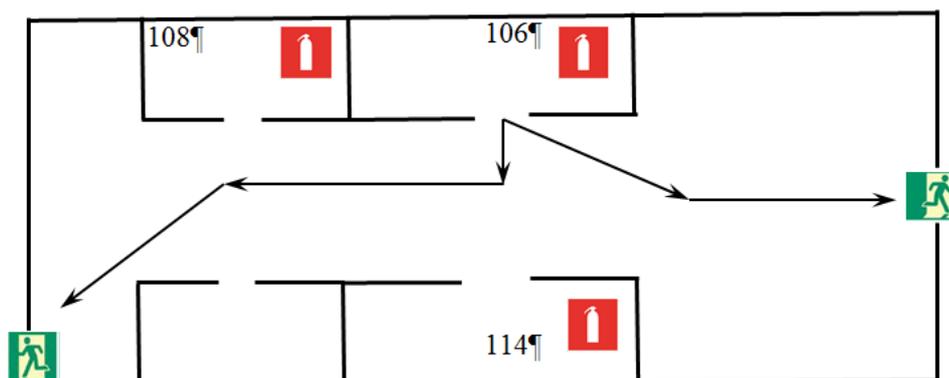


Рисунок 5.1. План эвакуации

Мероприятия по минимизации потерь населения [12]:

Технические:

Ведение контроля за системой молниезащиты, за системой пожаробезопасности.

Ведение строгого контроля за условиями хранения химически опасного вещества.

Хранение СД и ЯВ в специализированных резервуарах и установка на них приборов регистрирующих изменение параметры состояния вещества - в случае разгерметизации срабатывают сигнальные устройства.

Организационно – технические:

Установление персональной ответственности за проведение тех или иных видов работ, которые могут вызывать риск возникновения ЧС.

Установление ответственности за проведение работ по эвакуации работников предприятия при локализации аварии.

Использование сорбента и металлической пены при разливе СД и ЯВ.

Ведение работ по прогнозированию возникновения химической опасности.

Проведение учений для отработки действий при локализации ЧС.

Обучение персонала методам активной защиты и использование СИЗ при возникновении ЧС.

Вывод

В этой части был выполнен анализ вредных и опасных факторов, рассмотрена экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях и разработаны действия во избежание опасности. Были обоснованы мероприятия по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов и по предотвращению ЧС и была разработана порядка действия в случае возникновения ЧС. В реальной работе можно использовать их обеспечивать безопасность.

Заключение

Исследование сопровождается некоторыми опасными факторами, исследователи должны пройти обучение и приобрести страховку от несчастных случаев перед работой. Компонировка рабочего места должна соответствовать требованиям эргономики и безопасности.

В процессе исследования существуют такие опасные и вредные факторы, как жидкий азот, высоковольтное электричество и ионизирующие излучения. По защите исследователя от этих факторов, должны приниматься индивидуальная защита, система вентиляция, защитное заземление, защитное отключение, свинцовый экран, счётчик Гейгера и т. д.

В процессе исследования только используются немного нетоксических металлических образцов, жидкий азот долгосрочный слабый источник позитронов. Считаем, что процесс исследования почти не оказывает воздействия на окружающую среду.

В лаборатории могут возникать чрезвычайные ситуации, как пожар, затопление. Для предотвращения возникновения следует принимать систему противопожарной защиты, водонепроницаемые меры и системы защиты от молнии. При возникновении ЧС особое внимание требуется для правильного размещения химических и радиоактивных веществ.

Список литературы

- [1] ГОСТ 12.1.003-2014 ССБГ. Шум. Общие требования безопасности.
- [2] СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- [3] СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
- [4] ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
- [5] ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- [6] ГОСТ 12.4.051-87 (СТ СЭВ 5803-86) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний
- [7] ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования.
- [8] ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
- [9] ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура.
- [10] ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
- [11] ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
- [12] Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. No 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изменениями и дополнениями).
- [13] ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.