

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

Физико-технический институт
Направление подготовки - физика
Кафедра общей физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Влияние состояния поверхности циркониевого сплава Э110 на взаимодействие с водородом

УДК 669.296:669.788

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б30	Сюзэ Юйхан		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кудияров Виктор Николаевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Екатерина Валентиновна	Кандидат философских наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Волков Юрий Викторович	к. т. н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой общей физики	Лидер Андрей Маркович	к.ф.-м.н.		

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

Физико-технический институт
 Направление подготовки (специальность) - физика
 Кафедра общей физики

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ Лидер А.М.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>
--

Студенту:

Группа	ФИО
150Б30	Сюэ Юйхан

Тема работы:

Влияние состояния поверхности циркониевого сплава Э110 на взаимодействие с водородом
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	Циркониевый сплав Э110 с различным состоянием поверхности, условия насыщения водородом из газовой среды, автоматизированный комплекс Gas Reaction Controller LPB, анализатор водорода RHEN 602, оптическая спектрометрия высокочастотного тлеющего разряда				
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Обзор литературных источников; – Подготовка образцов; – Исследование влияния различных параметров наводороживания на скорости сорбции водорода в сплаве; – Анализ полученных результатов; – Социальная ответственность; – Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; – Заключение. 				
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%; text-align: center;">Раздел</th> <th style="text-align: center;">Консультант</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Раздел	Консультант		
Раздел	Консультант				

Социальная ответственность	Волков Юрий Викторович, доцент ЭБЖ ИНК
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Екатерина Валентиновна, доцент МЕН ИСГТ
Иностранный язык	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОФ ФТИ	Кудияров Виктор Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б30	Сюз Юйхан		

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

Студенту:

Группа	ФИО
150Б30	Сюз Юйхан

Институт	Физико-технический	Кафедра	Общей физики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	03.03.02 Физика

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Определение стоимости ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых информационных и человеческих(137494,22руб)</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Знакомство и отбор норм и нормативов расходования ресурсов</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Районный коэффициент 30%, Отчисления во внебюджетные фонды - 27,1%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

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	Меньшикова Екатерина Валентиновна	Кандидат философских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б30	Сюз Юйхан		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 150Б30	ФИО Сюз Юйхан
-------------------------	-------------------------

Институт	Физико-технический	Кафедра	Общей физики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	03.03.02 Физика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i> – <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i> – <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i> – <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i> 	<p>1. При работе на комплексе Gas Reaction Controller LP на работников возможно воздействие следующих вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Микроклимат; - ПЭВМ. <p>А также опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электрическое напряжение; - Воздействие высокой температуры; - Эксплуатация газовых баллонов (аргон), работающих под давлением. <p>2. При неисправности в работе комплекса Gas Reaction Controller LP возможна утечка газа, возгорание, поражения электрическим током.</p>
<p>2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>По данной теме рассматриваются законодательный и нормативные документы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструкция № 2-25 по охране труда при выполнении работ на установке Gas Reaction Controller; - инструкция № 2-14 по охране труда при работе с электрооборудованием напряжением до 1000 В; - инструкция № 2-07 по охране труда при работе с баллонами, работающими под давлением. <p>Документы по воздействию ПЭВМ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - инструкция № 2-08 по охране труда при работе с ПЭВМ и ВДТ; - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы; - ГОСТ Р 50948-01. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности; - ГОСТ Р 50949-01. Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности; - ГОСТ Р 50923-96. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к

	<p>производственной среде. Методы измерения.</p> <p>Микроклимат:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные помещения. Параметры микроклимата в помещении; - ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны; <p>СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>1. Характеристика факторов изучаемой производственной среды, описывающих процесс взаимодействия человека с окружающей производственной средой:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Воздействие электрического напряжения на организм человека; – Воздействие высокой температуры на организм человека; – Воздействие химических веществ на дыхательные пути и организм человека в целом; – Утечка газа из баллона; – Микроклимат.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>2. Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (непосредственное питание установки от сети постоянного тока 220 В; средства защиты, предусмотренные конструкцией установки, соблюдение правил и инструкций по электробезопасности при работе); – термическая опасность (печь нагрева образцов; защита специальной конструкцией установки, изолирующие слои, соблюдение правил безопасности и эксплуатации установки); – пожаровзрывобезопасность (баллоны с газом; соблюдение правил безопасности и эксплуатации установки).
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>3. Факторы рабочего места, влияющие на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Выброс в атмосферу рабочего газа; – Выброс в атмосферу химических веществ;
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Утечка газа из баллона; – Возникновение возгорания; – Поражение оператора установки электрическим током; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>5. Правовые вопросы обеспечения безопасности</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>1. Схема расположения оборудования; 2. План размещения светильников на потолке рабочего помещения.</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Волков Юрий Викторович	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б30	Сюз Юйхан		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 68 страниц, 9 рисунков, 3 таблицы, 45 литературных источников, 0 приложений.

Ключевые слова: циркониевый сплав, состояние поверхности, анодная поляризация, наводороживание, скорость сорбции.

Объектом исследований являлись прямоугольные плоские образцы циркониевого сплава Э110 с размерами $5 \times 10 \times 0,7$ мм. Состояние поверхности образцов было различным: исходное, шлифованное и окисленное. Далее исследовались процессы сорбции водорода с использованием автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LP, который разработан, чтобы определить количество адсорбированного газа при различных температурах и давлениях. Наводороживания производилось из газовой среды при заданных параметрах: $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_0 = 2\text{ атм.}$, $p = 1\text{ атм.}$ Из полученных значений сравнивается влияние различных состояний на скорости сорбции водорода.

Целью работы является исследовать влияния состояния поверхности на взаимодействие водорода с циркониевым сплавом Э110.

В первой главе представлен теоретический обзор описания взаимодействия водорода с циркониевым сплавом. Далее проведены методы подготовки образцов и требования, которые к ним предъявляются.

Во второй главе описаны материалы исследования и экспериментальные установки: автоматизированный комплекс Gas Reaction Controller LP, оптическая спектрометрия высокочастотного тлеющего разряда.

В третьей главе описаны результаты проведенного исследования. Описаны теоретические расчеты, которые подтверждают проведенную экспериментальную работу и показаны полученные экспериментальные данные.

Область применения: результаты работы могут быть применены для проведения дальнейших исследований по исследованию процесса сорбции и десорбции водорода в циркониевых сплавах с различной поверхностью.

Содержание

Введение.....	11
ГЛАВА 1. Литературный обзор.....	13
1.1 Взаимодействие водорода с циркониевым сплавом	13
1.2 Способы подготовки поверхности	14
1.3 Окисление поверхности циркониевых сплавов	15
1.3.1 Способы окисления	15
1.3.2 Структура и свойства оксида циркония	16
1.3.3 Влияние окисления на взаимодействие водорода с циркониевыми сплавами.....	17
1.4 Выводы.....	17
ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования	19
2.1. Материалы исследования	19
2.2. Исследование процессов сорбции и десорбции водорода циркониевым сплавом Э110 с использованием автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LP.....	19
2.3. Электролитическое насыщение.....	22
2.4. Расчет скорости сорбции водорода.....	23
2.5 Оптическая спектрометрия высокочастотного тлеющего разряда.....	23
2.6 Реализация метода термодесорбционной спектроскопии для исследования накопления водорода на базе автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LPB.....	25
ГЛАВА 3. Результаты и их обсуждение	29
Заключение	34
ГЛАВА 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	35
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	35
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	35
4.1.2 Технология QuaD	37
4.2 Планирование этапов и выполнение работ по НИОКР	38

4.2.1 Планирование этапов работ	38
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения НИОКР	40
4.2.3 Построение графика работ.....	43
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	44
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	44
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	46
4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	47
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	49
4.3.5 Накладные расходы	49
4.3.6 Формирование бюджет затрат НТИ.....	50
ГЛАВА 5. Социальная ответственность	52
5.1 Техногенная безопасность	52
5.2 Анализ вредных и опасных факторов.....	54
5.2.1 Электромагнитные поля.....	54
5.2.2 Шум	55
5.2.3 Освещение	56
5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	57
5.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений.....	58
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
5.6 Расчет воздухообмена в жилых и общественных помещениях	64
Вывод.....	64
Список использованных источников	65

Введение

Данная работа посвящена исследованию влияния состояния поверхности на взаимодействие водорода с циркониевым сплавом Э110.

Циркониевые сплавы применяются в активной зоне водо-водяных энергетических реакторов, использование циркония для этой цели обусловлено основной физической характеристикой конструкционного материала активных зон – малым коэффициентом захвата нейтронов, также у сплавов циркония высокая коррозионная стойкость и поэтому они не требуют сложного легирования. При эксплуатации циркониевых сплавов в активной зоне происходит проникновение и накопление водорода в них, потому что у них хорошая склонность к поглощению водорода [1-7]. Проникновение и накопление водорода в циркониевых сплавах приводит к образованию гидридов и охрупчиванию, что может вызвать их разрушение по механизму замедленного гидридного растрескивания, как следствие, приводит к ухудшению эксплуатационных свойств изделий. В этом случае, ресурс тепловыделяющих сборок легководяных реакторов не может быть продлен без решения проблемы наводороживания и коррозии циркония. Одним методом повышения свойств циркониевых сплавов и их защиты от наводороживания и коррозии является изменение состояния поверхности материалов, изменение состояния поверхности циркониевых изделий не изменит их основных эксплуатационных свойств, так как толщина покрытий и барьерных слоев не превысит нескольких микрон, однако слоя такой толщины будет достаточно для защиты изделий от водорода [4-9]. Таким образом, актуальной проблемой является исследование влияния состояния поверхности на сорбцию водорода циркониевым сплавом.

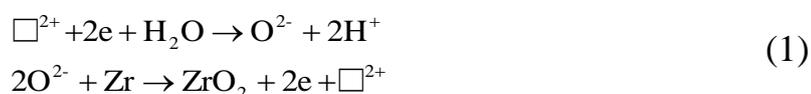
Цель работы: исследовать влияния состояния поверхности на взаимодействие водорода с циркониевым сплавом Э110. Для достижения цели были выполнены следующие задачи:

1. Подготовить образцы циркониевого сплава Э110 с различным состоянием поверхности (исходное, шлифованное, окисленное);
2. Провести наводороживание в одних условиях образцов циркониевого сплава Э110 с различным состоянием поверхности;
3. Рассчитать скорость сорбции водорода в зависимости от состояния поверхности циркониевого сплава Э110.

ГЛАВА 1. Литературный обзор

1.1 Взаимодействие водорода с циркониевым сплавом

Циркониевые сплавы, используемые в качестве оболочек ТВЭЛов и деталей ТВС подвержены наводороживанию [27]. Общепринято, что основной источник накопления водорода в оболочках – газ, освобождающийся согласно реакции окисления [28]. На начальном этапе окисления молекулы H_2O адсорбируются поверхностью захватывая электроны корродирующего образца, и по формуле 1 диссоциируют на ионы кислорода и протоны [29]:



Где \square – анионная (кислородная) вакансия; e – электрон. Далее кислород растворяется в металле, и когда его концентрация в поверхностном слое достигает $\sim 30\%$ (ат.) ($\sim 7\%$ (масс%)), на поверхности образца возникает оксидная пленка ZrO_2 [10,29].

Абсорбция водорода цирконием – как молекулы водорода входят в цирконий. Процесс: приход молекулярного водорода к поверхности \rightarrow молекулы водорода накапливаются и затем диссоциируют на атомы водорода \rightarrow атомы водорода проникают и затем диффундируют в металле \rightarrow образование гидридов [11-15]. Процессы абсорбции водорода цирконием представлены на рисунке 1.

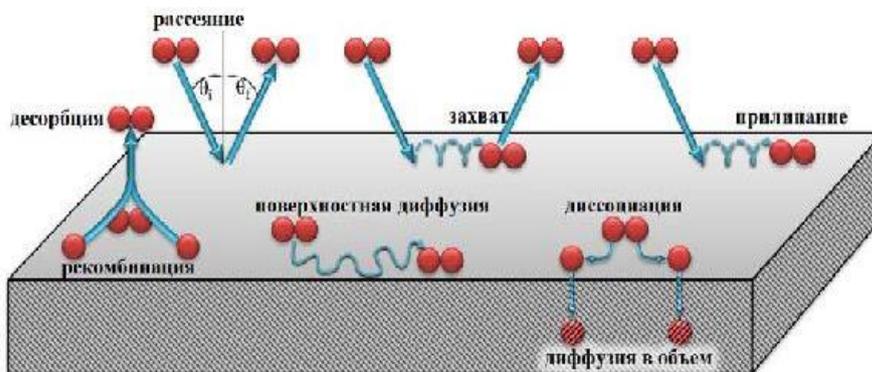


Рисунок 1 – Процессы абсорбции водорода цирконием [16]

Различают два типа адсорбции: физическая и химическая. Физическая адсорбция основана на взаимодействии Ван-дер-Ваальса между молекулярным водородом и атомами адсорбента. В этом процессе молекула водорода взаимодействует с несколькими атомами адсорбента. Потенциальная энергия молекулы имеет минимум на расстоянии приблизительно один радиус молекулы адсорбата (0,2 нм) [30, 31]. Энергия физической адсорбции обычно отрицательная, её значение по модулю не превышает 20 кДж/моль Н (-0,2 эВ). Для многих металлов энергия физической адсорбции близка к -5кДж/моль Н (-0,05 эВ) [31]. Поскольку взаимодействие слабое, значительная физическая адсорбция имеет место только при низких температурах (<273К) [30].

Следующая ступень в реакции взаимодействия металл-водород (М–Н) – молекула водорода диссоциирует, и атомарный водород преодолевает энергетический барьер. Этот процесс называется хемосорбцией, его энергия обычно отрицательная, её значение от -20 до -400 кДж/моль Н. Для многих металлов и углерода энергия хемосорбции близка к -50 кДж/моль Н [31].

1.2 Способы подготовки поверхности

Проникновение и накопление водорода в циркониевых сплавах приводит к образованию гидридов и охрупчиванию, что может вызвать их разрушение по механизму замедленного гидридного растрескивания, как следствие, приводит к ухудшению эксплуатационных свойств изделий. В этом случае, для продления ресурса работы тепловыделяющих сборок легководяных реакторов необходимо решить проблему наводороживания и коррозии циркония. Одним методом повышения свойств циркониевых сплавах и их защиты от наводороживания и коррозии является изменение состояния поверхности материалов [1].

В данной работе были исследованы три состояния поверхности циркониевого сплава Э110:

1) Исходное состояние

Исходное состояние – состояние без обработки для сопоставления.

2) Шлифованное состояние

Шлифование. На этом этапе образцы были подвергнуты шлифованию и полировке для удаления поверхностных дефектов [33]. Для осуществления шлифованию использовались шлифовальные бумаги с зернистостью 1000, 1500 и 2000.

3) Окисленное состояние

Окисление – химический процесс, в котором доноры электронов дают электроны, и акцепторы электронов получают электроны. Окисление осуществлялось при помощи метода электролитического насыщения. Атомы окисляемого вещества представляют собой доноры электронов, а атомы окислителя представляют собой акцепторы электронов [17].

1.3 Окисление поверхности циркониевых сплавов

1.3.1 Способы окисления

Окисление – это реакция, которая происходит из-за отрыва электронов от окисляемой молекулы обедненным электроном (окислителем) [18,19]. При отрыве отдельного электрона (т.е. радикальный механизм), либо при отрыве пары электрона (т.е. ионный механизм) окисление может происходить. Окисление является процессом противоположным процессу восстановления. В каждой окислительно-восстановительной системе окислители взаимодействуют с субстратами, которые по отношению к ним являются восстановителями. Таким образом, в качестве продуктов реакции образуются новые окислители и восстановители [20-24].

В виде окислителей обычно используются соединения, которые обладают сильным сродством к электронам (электрофильностью), например, кислород, азотная кислота (HNO_3), перманганат калия (KMnO_4), и другие.

Метод окисления состоит в следующем: образцы перед окислением обрабатывают чистым и сухим водородом, чтобы получить поверхность,

лишенную всякой окисной пленки, затем охлаждают до температуры окисления и только потом водород заменяется очищенным воздухом [25, 36].

В настоящей работе использовались электрохимические методы окисления для формирования плёнки окисла на поверхности образцов по причине их простоты. При электрохимическом методе окисление и восстановление протекают за счет работы электрического тока [25].

Электрохимическое (анодное) окисление – это электрохимический способ образования оксидных плёнок металлов или полупроводниковых материалов в кислородосодержащей среде при анодной поляризации с ионной проводимостью, как например, в плазме газового электрического разряда в кислородной среде, в расплавах или растворах электролитов, и даже в касании твёрдых электролитов. В том числе, электрохимическое окисление представляет собой наиболее подходящий способ (а в нескольких случаях, видимо, и уникально возможным способом) получения тонких оксидных плёнок на поверхности материалов в неравновесных состояниях с формированием метастабильных химических и структурных фаз. Конкретный процесс электрохимического окисления показан ниже [35].

1.3.2 Структура и свойства оксида циркония

ZrO_2 – оксид циркония, это основной оксид циркония, бесцветные кристаллы, его температура плавления равна $2715\text{ }^{\circ}C$. Оксид циркония обладает амфотерными свойствами, не растворим в воде, соляной кислоте и серной кислоте, но растворим в плавиковой и концентрированной серной кислотах, правители щелочей и стекла, и это один из самых тугоплавких оксидов металлов [34].

Оксид циркония (т.е. ZrO_2) существует в природе всего в трёх кристаллических формах:

- ① Стабильной моноклинной, которая в природе существует в виде минерала бадделеита;
- ② Метастабильной среднетемпературной тетрагональной;

③ Нестабильной высокотемпературной кубической.

Переходы между этих трёх формах зависимости от температуры. Можно примерно разделить: при комнатной температуре ZrO_2 – моноклинные кристаллы, при температуре 1170 °С ZrO_2 – метастабильные среднетемпературные тетрагональные кристаллы, при температуре 2370 °С ZrO_2 – нестабильные высокотемпературные кубические кристаллы [33].

1.3.3 Влияние окисления на взаимодействие водорода с циркониевыми сплавами

Цирконий, являясь одним из наиболее химически активных металлов, легко взаимодействует со многими элементами и соединениями из окружающей среды, в частности, с кислородом, водородом, и другими, особенно при повышенной температуре. Результатом взаимодействия циркониевых сплавов с водой при высоких температурах является окисление с образованием оксидных пленок на поверхности материалов и наводороживание с появлением гидридной фазы в структуре материалов. Поэтому одной из основных задач является исследование влияния окисления на взаимодействие водорода с циркониевыми сплавами.

Процесс окисления циркониевых сплавов в воде и паре достаточно сложен и подчиняется нескольким законам скорости роста оксидной пленки в зависимости от температуры, давления, содержания в среде кислорода и длительности. Толщина оксидной пленки будет влиять на скорости взаимодействия водорода с циркониевыми сплавами, кротоко предполагать, что скорость окисленного состояния меньше чем скорость исходного состояния из-за оксидной пленки.

1.4 Выводы

В данной главе рассмотрены процессы взаимодействия водорода с циркониевым сплавом и способы подготовки поверхности – шлифование и окисление.

Представлено описание способа окисления – электрохимическое окисление, который используется в данной работе по причине простоты, и является процессом образования оксидных плёнок металлов или полупроводниковых материалов в кислородосодержащей среде при анодной поляризации с ионной проводимостью. Описаны структуры и свойства оксида циркония, оксид циркония (ZrO_2) обычно существует в трёх кристаллических формах: моноклинной, тетрагональной и кубической, и форма зависит от температуры. Далее будет проведено исследование влияния состояния поверхности (исходное, шлифованное и окисленное) на взаимодействие водорода с циркониевым сплавом Э110.

ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования

2.1. Материалы исследования

Объектом исследований являлись прямоугольные плоские образцы циркониевого сплава Э110 размерами $5 \times 10 \times 0,7$ мм. Символ “Э” указывает на использование смешанной электролитной и йодидной циркониевой шихты. Состав сплава приведен в таблице 1.

Таблица 1. Элементный состав циркониевого сплава Э110 [26]

Основа (% масс%)		Примеси ($\times 10^{-3}$ % масс%)							
Zr	Nb	O	N	Cu	Ti	Fe	Ni	Cr	F
98-99	0,9-1,1	70	6	3	4	21	11	3	0,9

Перед началом эксперимента, образцы были подвергнуты шлифованию и окислению. После чего производилось наводороживание из газовой среды при заданных параметрах:

- $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_0 = 2\text{ атм.}$, $p = 1\text{ атм.}$

2.2. Исследование процессов сорбции и десорбции водорода циркониевым сплавом Э110 с использованием автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LP

Автоматизированный комплекс Gas Reaction Controller (GRC) LP разработан, чтобы определить количество адсорбированного газа при различных температурах и давлениях. Затем представим схему автоматизированного комплекса GRC LP на рисунке 2.

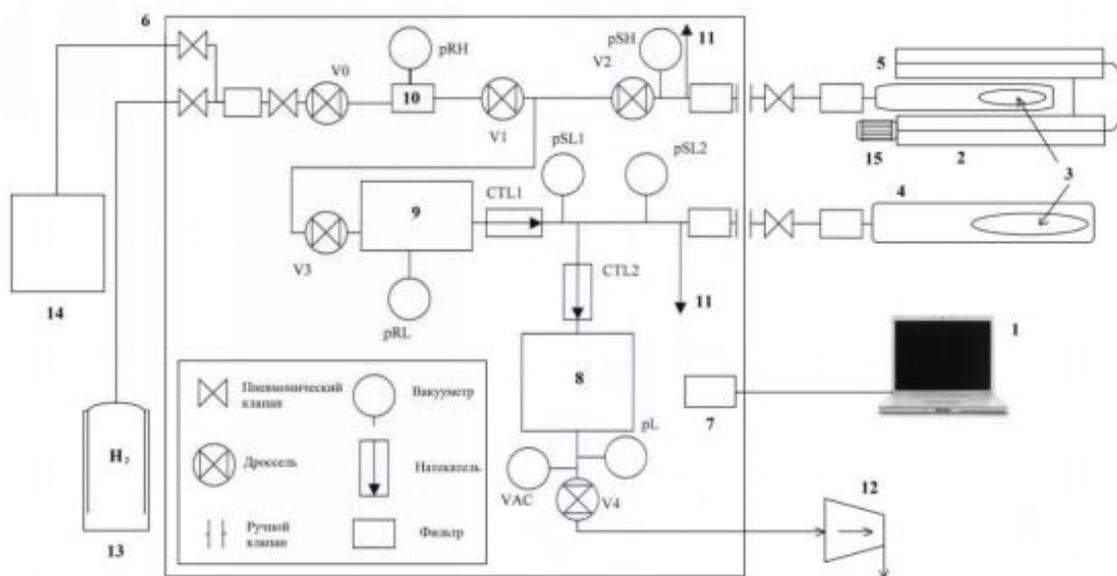


Рисунок 2 – Схема автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LP:

1 – компьютер с программным обеспечением на базе LabVIEW; 2 – печь/криостат; 3 – образец; 4 – камера низкого давления; 5 – камера высокого давления; 6 – контроллер; 7 – электронная система управления комплексом; 8 – резервуар; 9 – резервуар низкого давления; 10 – резервуар высокого давления; 11 – система экстренного удаления водорода; 12 – вакуумный пост; 13 – баллон с водородом; 14 – генератор водорода; 15 – система охлаждения [32].

Чтобы измерить температуры, используются термопары, находящиеся в каждой камере. При работе с высокими температурами используется линейный нагрев образца с определенной скоростью нагрева при постоянной откачке. Используя криостат и высокотемпературную печь, можно провести исследование при температуре от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. В процессе нагрева постоянная откачка необходима для образования вакуумной среды. Линейный нагрев с заданной скоростью и вероятность поддержания высокого вакуума в камере позволяют проводить вакуумный отжиг образцов. Размеры образцов зависят от размеров камер: Для камеры низкого давления с максимальным диаметром $\varnothing 30\text{ мм}$ для 80 мм и для камеры высокого давления с максимальным диаметром $\varnothing 6\text{ мм}$ для 20 мм . Как правило, максимальное давление в камере низкого давления представляет собой $202,64\text{ кПа}$, а максимальное давление в камере высокого давления представляет собой 5066 кПа [31].

Эксперименты по исследованию процессов сорбции водорода циркониевым сплавом были выполнены в следующем порядке: образец после подготовки (шлифование или окисление) взвешивался, и его масса и плотность записывались в специальное программное обеспечение комплекса. Далее образец помещался в камеру (камера скручена), затем камера помещалась в печь и присоединялась к контроллеру. Затем с помощью вакуумного насоса осуществлялось вакуумирование камеры. Затем с помощью печи происходил нагрев до нужной температуры, например, 500 °С, затем открывался клапан генератора с водородом, и водород из генератора напускался в резервуар. Далее из резервуара водород напускался в камеру с образцом. Происходил процесс сорбции водорода образцом. Водород, который уже сорбированный не оказывает давления, а значит давление в камере падает. По падению давления в камере при известных параметрах эксперимента можно рассчитать скорость сорбции водорода.

Для расчета скорости сорбции водорода циркониевым сплавом, необходимо вычислить молярный объем водорода, поглощенного твердым телом.

Принцип работы автоматизированного комплекса GRC представлены на рисунке 3.

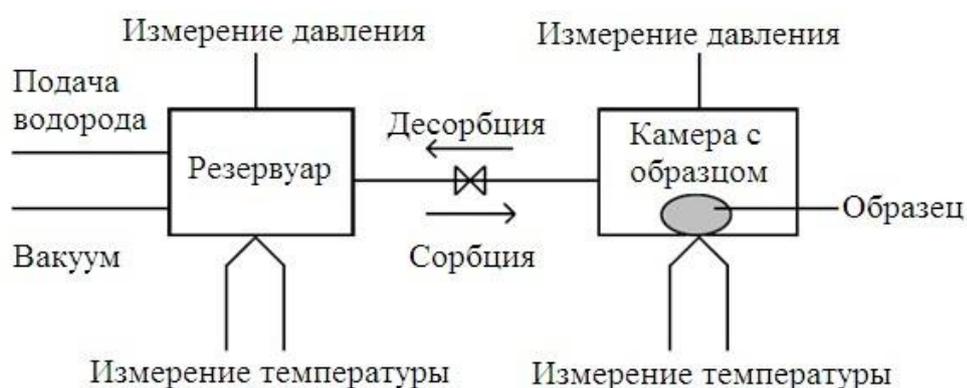


Рисунок 3 – Принцип работы GRC [34]

Молярный объем водорода поглощается твердый (N_S) находится по формуле (2).

$$N_S = N_{S0} + N_0 - N_g \quad (2)$$

где N_{S0} – количество водорода, которое уже существуют в твердом теле, может быть равно 0; N_0 – заданное количество водорода, которое находится в резервуаре; N_g – количество водорода после завершения реакции, затем вычисляется общее молярное количество водорода N_g .

2.3. Электролитическое насыщение

Стенд для электролитического насыщения представлен на рисунке 4. Данный стенд использовался для нанесения окисного слоя на поверхности образца электрохимическим способом.

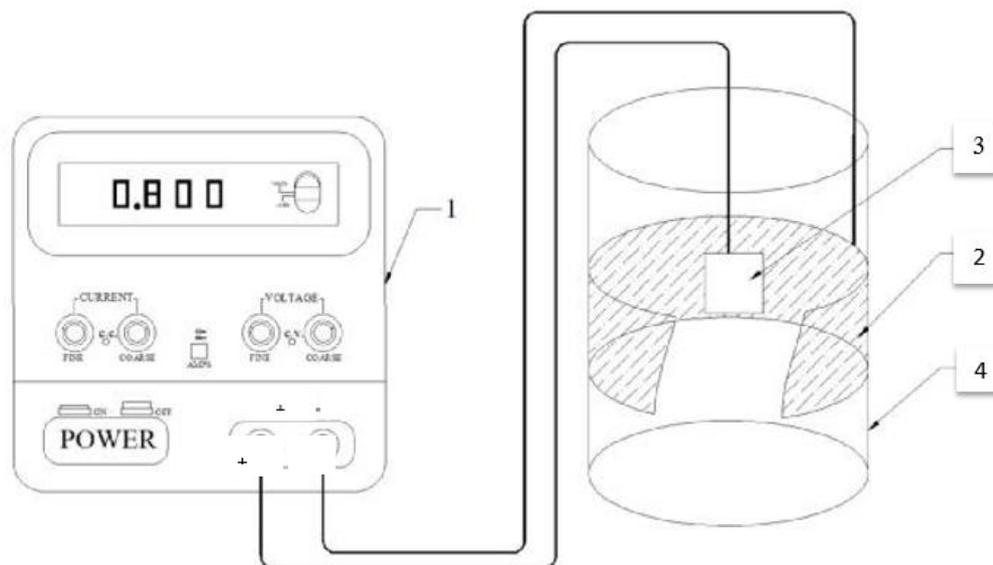


Рисунок 4 – Стенд для электролитического насыщения: 1 – источник постоянного тока; 2 – катод (платина); 3 – анод (образец); 4 – электролитический стакан [30].

Стенд для электролитического насыщения, представленный на рисунке 1, состоит из источника постоянного тока (1), анода (3), которым является образец, катода (2), в качестве которого выступает платина. Исследуемый образец помещается в электролитический стакан (4) и наливается электролит – это водный раствор серной кислоты.

Раствором для окисления электрохимическим методом является серная кислота. Раствор серной кислоты состоит из H^+ и SO_4^{2-} . Для получения окисного слоя на поверхности образца необходимо, чтобы ионы SO_4^{2-} взаимодействовали с поверхностью. Для этого меняется полярность стенда, и образец становится анодом. Реакция окисления проходит по формуле (3).



Поэтому на поверхности образцов возникает окисел.

Объектом исследований являлись прямоугольные плоские образцы циркониевого сплава Э110, их размеры обусловлены $5 \times 10 \times 0,7$ мм. Образцы были подвергнуты шлифованию и полированию для удаления окисной пленки. Для осуществления шлифования, мы используем наждачные бумаги с маркировками по ISO-6344 600, 1500, 2000 и 2500.

2.4. Расчет скорости сорбции водорода

Измеряемой характеристикой сорбции водорода была скорость q ($cm^3 H_2 n.u. / (cm^2 \cdot c)$) на начальном этапе поглощения. Для измерений используют метод постоянного объема [26]. Расчет скорости сорбции был произведен по формуле (4):

$$q = \frac{V}{t * F} \times \ln\left(\frac{P}{P_0}\right) \quad (4)$$

Для расчета необходимо знать: объем камеры $V(cm^3)$, время наводороживания $t(c)$, площадь поверхности образца $F(cm^2)$, начальное $p_0(атм.)$ и конечное $p(атм.)$ давление водорода в камере.

2.5 Оптическая спектрометрия высокочастотного тлеющего разряда

Послойный и элементный анализ часто требует сложного и дорогостоящего оборудования, подготовленных специалистов и, по обыкновению, имеют очень высокую пространственную разрешающую способности.

Тем не менее, последние достижения в области оптической спектроскопии тлеющего разряда (GD-OES), многие из представлений, которые предлагают простое решение для контроля качества. Это важный метод послойного и элементного анализа поверхности промышленных покрытий и тонких пленок [36].

Высокочастотная газоразрядная оптическая спектрометрия (RF-GD-OES) – единственная технология, которая позволяет быстро анализировать композиционный состав внутренней структуры и поверхностных слоев с высокой чувствительностью к полностью элементам (в том частности O, H, N, C). Для практически всех материалов в твердом состоянии, включая металлы, покрытия из металлических сплавов, полупроводников, полимерных покрытий, стекла, керамики и т. д.

Скорость и простота использования делают его предпочтительным для многих приложений. В то же время разряд низкоэнергетического газа (50 эВ) позволяет повредить минимальную поверхность и высокую скорость, чтобы получить распределение примесей вдоль профилей глубины в тонких и толстых пленках [36].

Тлеющий разряд может быть использован как метод качественного анализа, а также в качестве строгого метода количественного анализа. В количественном анализе основное преимущество метода заключается в широком динамическом диапазоне и возможности применения единой калибровки для анализа образцов, которые сильно различаются по своим физическим структурам. Это обозначает, что для количественного исследования требует самых меньших стандартных образцов. Этот факт является одним из основных преимуществ этого метода в анализе драгоценных металлов и их сплавы в качестве стандартных образцов этих материалов имеют высокую стоимость [36].

В качественном спектральном анализе спектров образцов в спектрах известных элементов в соответствующих таблицах и спектральных линий указаны, сравниваются и, следовательно, элементный анализ состава. В

количественном анализе определите количество (концентрацию) желаемого элемента в анализируемом материале. Исследования проводились на оптическом спектрометре тлеющего разряда GD-Profilier 2, показанном на рисунке 5.

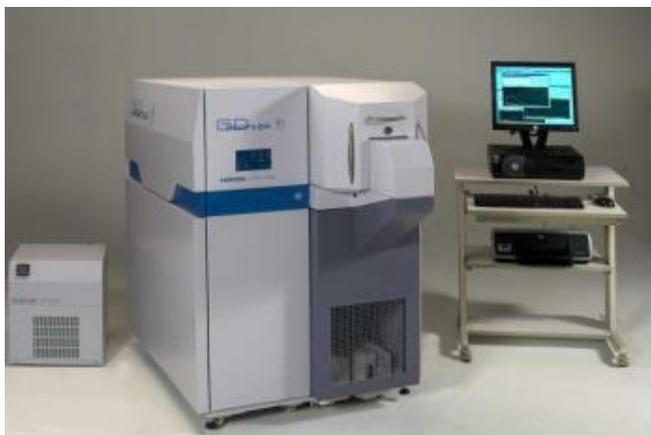


Рисунок 5 – Спектрометр радиочастотного тлеющего разряда [36]

Источник радиочастот может работать в импульсном режиме. С импульсным хранением, он обеспечивает высокую мгновенную мощность в краткосрочной перспективе. Этот режим работы может быть рекомендован для хрупких и термочувствительных материалов. Импульсный режим также уменьшает скорость распыления, сохраняя приемлемую чувствительность [37]. Чувствительность и точность спектрального анализа во многом зависят от физических свойств источников излучения (спектры возбуждения), температура, плотность электронов, время пребывания атомов в спектрах возбуждения, режим источника сопротивления и т.д. [39]. Кроме того, в заключение следует отметить, что тлеющий разряд в аналитических спектроскопиях имеет большую перспективу в настоящем и будущем [38]. Последние события производителей в современной аппаратной и разработки программного обеспечения методе GD-OES открывают большие возможности для промышленных устройств, приложений, что исследования в этой области.

2.6 Реализация метода термодесорбционной спектроскопии для исследования накопления водорода на базе автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LPB

Заметим, что проникновение и накопление водорода в металлах и сплавах приводит к изменению их физико-химических и эксплуатационных свойств и может приводить к замедленному разрушению конструкционных материалов по причине водородного охрупчивания. Определение состояния и количества накопленного водорода в металлах и оценка взаимодействия различных ловушек с атомами водорода при различных методах обработки необходимы для изучения влияния водорода на свойства металлов, для разработки методов защиты конструкционных материалов от проникновения водорода, для разработки методик удаления водорода.

Наиболее простым и точным методом определения состояния и количества водорода в металлах является термоадсорбционная спектроскопия (ТДС) [40], отличающееся тем, что непрерывное измерение потока десорбированного водорода при постоянном нагревании с заданной скоростью. Для реализации метода ТДС используется автоматизированный комплекс Gas Reaction Controller (GRC) LPB фирмы Advanced Materials Corporation. В отличие от Gas Reaction Controller LP, у Gas Reaction Controller LPB квадрупольный масс-спектрометр. Масс-спектрометрия – это физический метод измерения отношения массы заряженных частиц материи (ионов) к их заряду.

Схема автоматизированного комплекса GRC LPB представлена на рисунке 6.

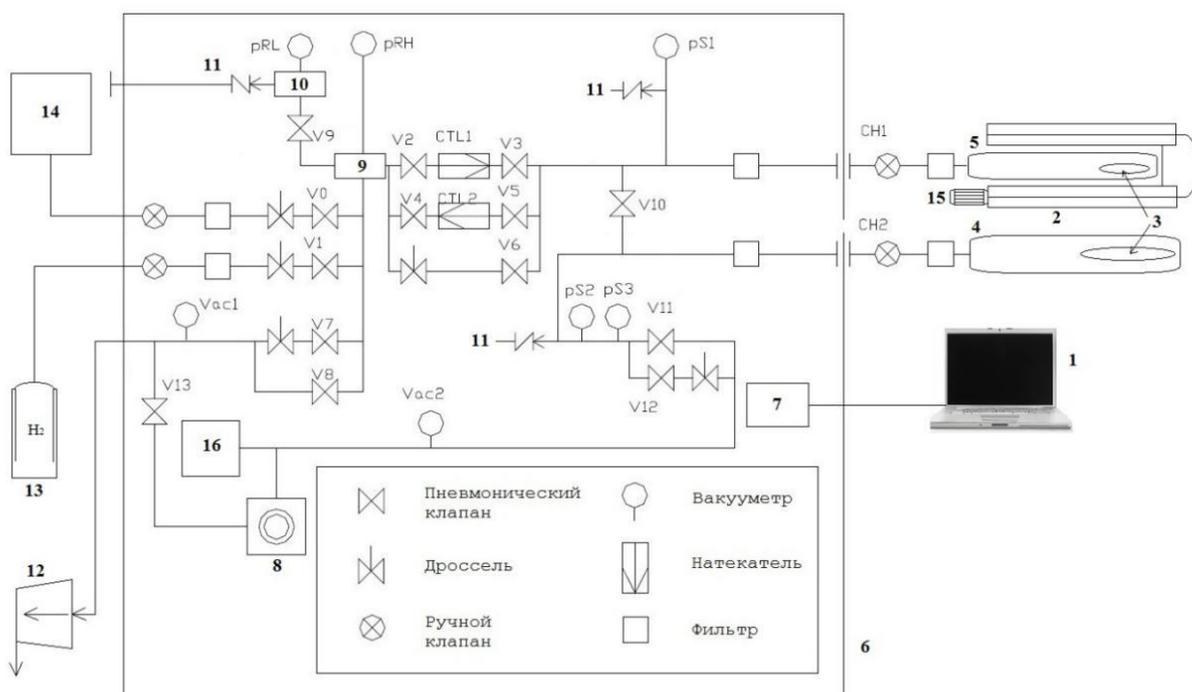


Рисунок 6. Схема автоматизированного комплекса GRC LPB: 1 – компьютер; 2 – печь; 3 – образец; 4 – камера низкого давления; 5 – камера высокого давления; 6 – контроллер; 7 – система управления комплексом; 8 – турбомолекулярный насос; 9 – резервуар низкого давления; 10 – резервуар высокого давления; 11 – система экстренного удаления водорода; 12 – вакуумный пост; 13 – баллон с водородом; 14 – генератор водорода; 15 – система охлаждения; 16 – квадрупольный масс-спектрометр [34].

Автоматизированный комплекс GRC, схема которого изображена на рисунке 10, состоит из компьютера (1) с программным обеспечением, высокотемпературной печи (2), камер для образцов (3): низкого (4) и высокого (5) давлений и контролера (6). Контроллер состоит из электронной системы управления для комплекса (7) и вакуумной части. Вакуумная часть состоит из интегрированного турбомолекулярного насоса (8), резервуара низкого давления (9), резервуара высокого давления (10), системы пневматических и ручных клапанов, дросселей, вакуумных датчиков, спреев и фильтров. По соображениям безопасности между резервуарами (низким и высоким давлением) и камерами отбора проб устанавливаются системы аварийного удаления водорода (11), через который водород удаляется с помощью

максимально допустимого давления. Для создания вакуума в системе и поддерживать мы используем вакуумный столб (12), состоящий из мембранной мембраны и турбомолекулярных насосов. Водород в вакуумную систему подается из цилиндра (13) или генератора (14). Во избежание повреждения соединительных проводов между нагревателем и нагревателем между топкой и контроллером устанавливается система охлаждения (15). Для того чтобы иметь возможность выполнять эксперименты TDS, квадрупольный масс-спектрометр RGA100 (16) интегрироваться сложно непосредственно в вакуумной системе. RGA (анализатор остаточного газа) представляет собой небольшой масс-спектрометр для квадрупольного зонда, состоящей остаточное давление газа в системе измерения вакуума, а также электронной системы управления, которая непосредственно крепится к корпусу зонда и содержит всю необходимую электронику для управления масс-спектрометр. Принцип работы RGA - ионизация небольшого числа молекул газа в ионизаторе, отделение положительных ионов, полученных от их массы, для заряда в квадрупольном масс-фильтре и измерение плотности тока ионов с помощью Фарадея Цилиндр, парциальное давление газов определяется в соответствии с ранее рассчитанной чувствительностью.

Использование высокотемпературных печей позволяет проводить анализа в температурном диапазоне от 20 до 1000 °С. При работе при высоких температурах, образец нагревают линейно в камере при заданной постоянной скорости нагрева при эвакуации. Непрерывная перекачка требуется для удаления десорбированного газа при нагревании. Скорость нагрева может быть установлена в диапазоне 0,1 °С / мин. до 60 °С / мин.

ГЛАВА 3. Результаты и их обсуждение

Для того чтобы дать количественную оценку сплаву, необходимо определить концентрацию элементов в материале. Концентрация представляет собой отношение количества вещества или его массы к объему сплава, то есть это отношение неоднородных величин. Содержание водорода по массе рассчитывалось по формуле (5):

$$w = \frac{m_1}{m} * 100\% , \quad (5)$$

где:

w (%) – концентрация водорода по массе, масс. %;

m_1 – масса образца до насыщения, г;

m – масса образца после насыщения, г.

На рисунке 7 представлены кривые зависимости давления водорода в реакционной камере от времени наводороживания циркониевого сплава Э110 с различными состояниями поверхности при постоянной температуре 500 °С. На оси абсцисс показано время насыщения (мин), на оси ординат показано давление (атм.).

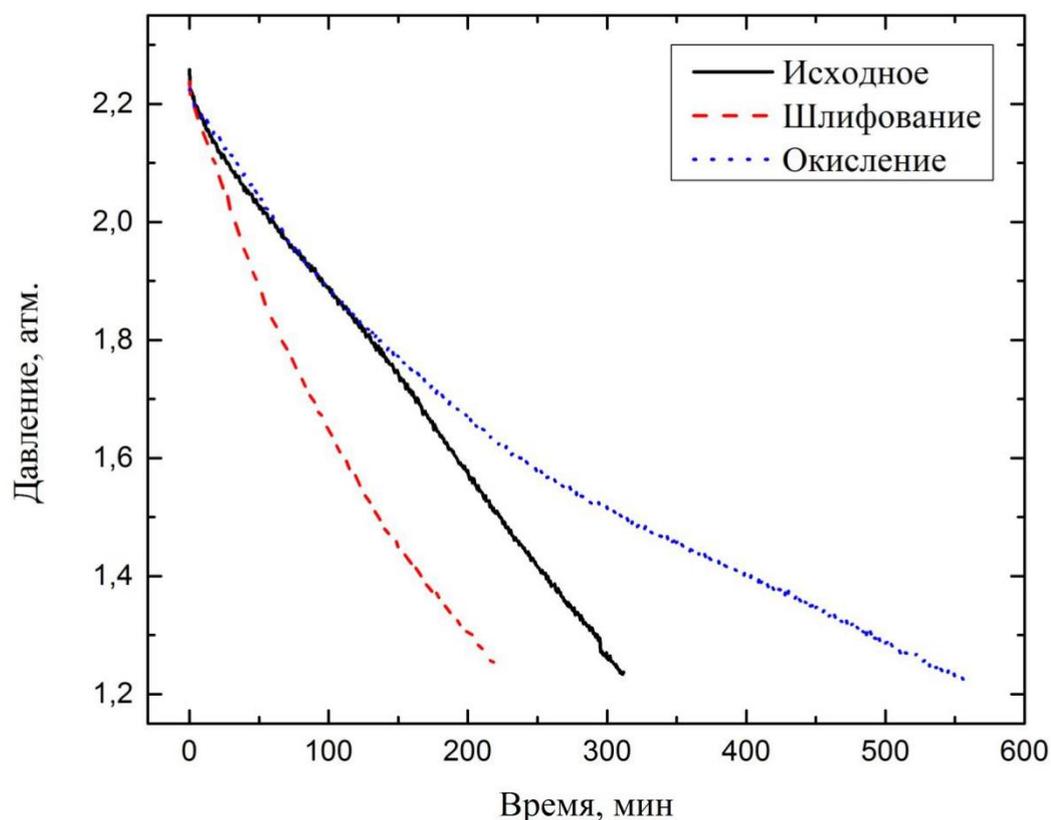


Рисунок 7 – Кривая зависимости давления водорода в реакционной камере от времени наводороживания циркониевого сплава Э110 с различными состояниями поверхности при постоянной температуре 500 °С

Из данного графика следует, что:

При постоянной температуре 500 °С скорость сорбции шлифованного образца выше, чем у образца в состоянии поставки и окисленного в 1,43 и 2,55 раза соответственно.

Состояние поверхности циркониевого сплава Э110 и соответственные концентрации по массе (H_2) представлены в таблице 2.

Таблица 2. Состояние поверхности циркониевого сплава Э110 и соответственные концентрации по массе (H_2)

№	Состояние поверхности	Масса образца до насыщения, г	Масса образца после насыщения, г	Концентрация по массе, масс. %
1	Исходное	0,1135	0,1154	1,64
2	Шлифованное	0,1103	0,1123	1,78
3	Окисленное	0,1152	0,1167	1,29

Результаты расчета скорости сорбции водорода, по формуле (4), о методике расчета которой было сказано выше, циркониевым сплавом Э110 представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результат расчёта скорости сорбции водорода

Тип	Состояние поверхности	Температура, °С	Скорости сорбции водорода, $\times 10^{-5}$ см ³ Н ₂ н.у./ (см ² ·с)
1	Исходное	500	1,125
2	Шлифованное	500	1,614
3	Окисленное	500	0,634

Из данной таблицы видно, что состояние поверхности оказывает существенное влияние на процесс наводороживания циркониевого сплава. Таким образом, можно говорить, что при увеличении температуры процесс сорбции водорода циркониевым сплавом проходит за меньший промежуток времени с большей скоростью сорбции.

Чтобы объяснить причины, по которым окисление поверхности сплава приводит к уменьшению скорости сорбции водорода, анализируем композиционный состав поверхностных слоев образцов с высокой чувствительностью ко всем элементам (в частности О, Н, С, Zr) с помощью спектрометра радиочастотного тлеющего разряда GD-Profilер 2. На рисунке 8 показана зависимость интенсивности элементов (О, Н, С, Zr) от глубины, а) исходное поверхности Э110, б) шлифование поверхности Э110 и в) окисление поверхности Э110.

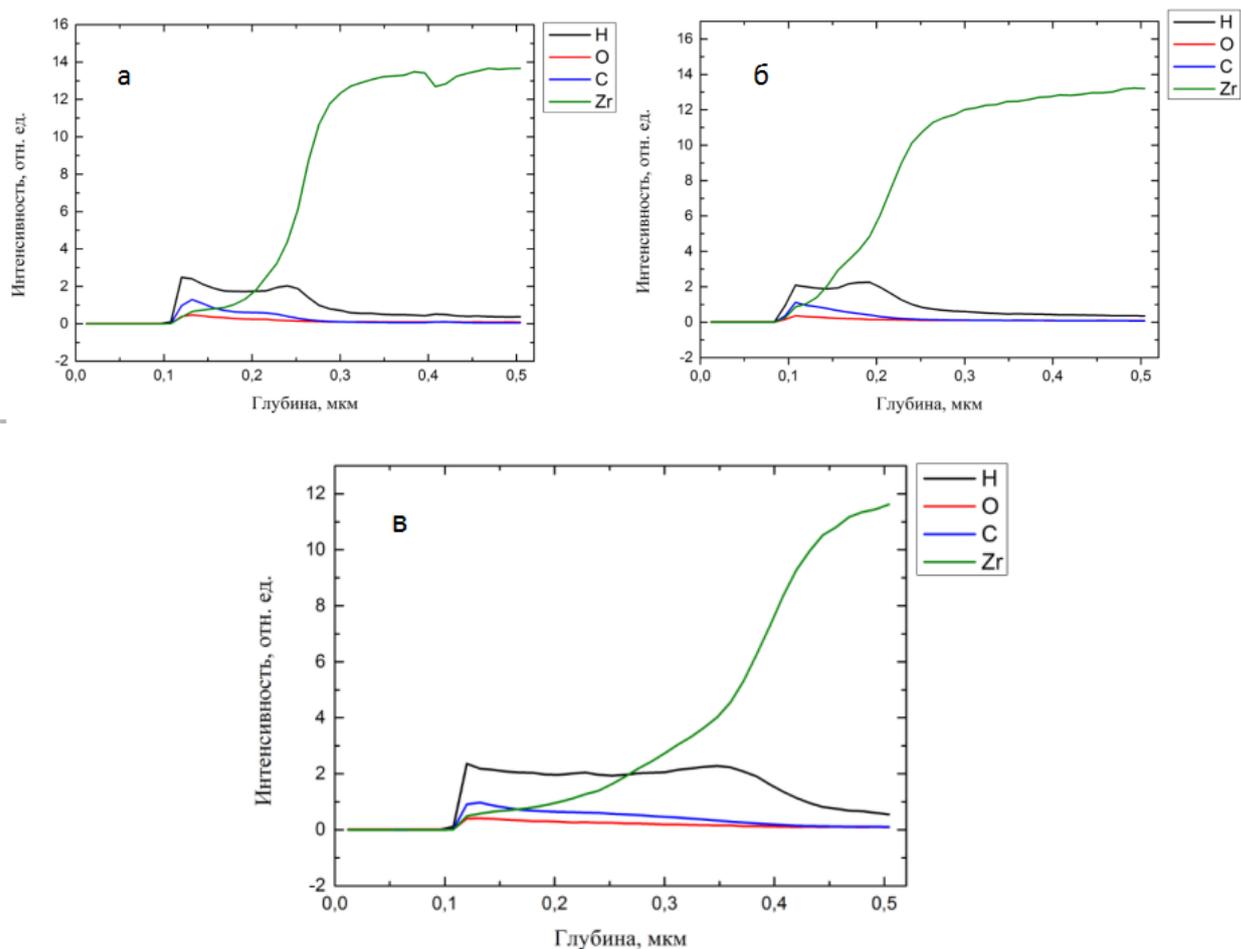


Рисунок 8. Зависимость интенсивности элементов (O, H, C, Zr) от глубины, а) исходное поверхности Э110, б) шлифование поверхности Э110 и в) окисление поверхности Э110

Из данных графиков видно, что количество сорбированного водорода циркониевым сплавам зависит от композиционного состава поверхностных слоев образцов, чем больше содержание других элементов (O, C) в сплавах, тем хуже и труднее сорбции водорода. Дальше специально исследовать влияние кислорода на процессе сорбции водорода.

На рисунке 9 показана зависимость интенсивности кислорода в различном состоянии поверхности образцов от глубины.

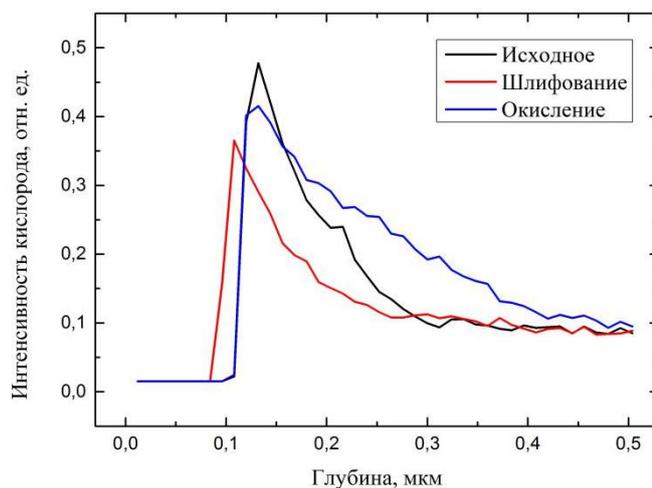


Рисунок 9. Зависимость интенсивности кислорода при различном состоянии поверхности образцов

Видно, что интенсивность кислорода исходного образца больше, чем образцы в состоянии шлифованного и окисленного, но глубина существующего кислорода окисленного образца выше, чем образцы в состоянии поставки и шлифованного, которая доказывает предложение: чем больше содержание других элементов в сплавах, тем скорость сорбции водорода ниже.

Как известно [41-45], у кристалла циркония гексагональная плотноупакованная структура решётки, и водород, диффундирующий в кристаллической решетке циркония, способен взаимодействовать с дефектами различного вида, содержащимися в реальных твердых телах. Степень трудности сорбции водорода циркониевыми сплавам в значительной степени зависит от напряжения сети и развития дислокационных сетей, причина уменьшения скорости сорбции водорода заключается в том, что ионы кислорода взаимодействуют с ионами циркония и занимают свободное место решетки циркония, поэтому водород трудно взаимодействует с цирконием, что приводит к уменьшению поглощения водорода.

Заключение

В данной работе описаны основные процессы взаимодействия водорода с цирконием, также представлены способы подготовки поверхности материалов. Далее описаны материалы и методика исследования. Также рассмотрена схема и принцип работы автоматизированного комплекса GRC LP, также представлено описание схемы и принцип работы стенда для окисления образцов.

В главе три представлены основные результаты проведенного исследования. Показаны расчеты скорости сорбции водорода циркониевым сплавом Э110 с различными состояниями поверхности.

Показаны полученные экспериментальные данные и сделаны основные выводы:

(1) При постоянной температуре 500 °С и начальном давлении 2,24 атм., шлифование поверхности циркониевого сплава Э110 приводит к увеличению скорости сорбции водорода в 1,45 раз, а окисление поверхности сплава приводит к снижению скорости сорбции водорода в 1,83 раза;

(2) Количество сорбированного водорода циркониевым сплавам зависит от композиционного состава поверхностных слоев образцов, чем больше содержание других элементов (O, C) в сплавах, тем скорость сорбции водорода ниже.

Причина уменьшения скорости сорбции водорода заключается в том, что ионы кислорода взаимодействуют с ионами циркония и занимают свободное место решетки циркония, поэтому водород трудно взаимодействует с цирконием, что приводит к уменьшению поглощения водорода.

ГЛАВА 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В процессе поиска источников финансирования научных исследований и коммерциализации их результатов необходимым условием является оценка коммерческой ценности произведения. В то же время разработчики должны представить современное состояние и перспективы своих научных исследований.

В дополнение к техническим параметрам предыдущих разработок, чтобы пройти, нужно узнать понимание коммерческой привлекательности исследований.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является разработка и создание жизнеспособных конкурирующей технологий, которых отвечают современным требованиям в области эффективности и ресурсов.

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для того чтобы анализировать потребителей результатов исследований необходимо учитывать целевой рынок и проводить его сегментацию.

Целевой рынок - это сегменты рынка, на котором развитие будет продано в будущем. В свою очередь, *сегмент рынка* является специально выделенной частью рынка, группой потребителей с определенными общими чертами.

Сегментирование – это разделить клиентов на однородные группы, каждая из которых конкретный продукт может потребоваться (услуги). Вы

можете использовать географические, демографические, поведенческие и другие критерии сегментации потребительского рынка, вы можете использовать комбинацию таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, хобби, образ жизни, социальный статус, профессия, доход.

Используйте соответствующие стандарты деления, основанные на потребительской категории. Как пример, ради коммерческих организаций критериями сегментации могут быть: местоположение; филиал; выпускаемая продукция; размер и другие.

Сегмент рынка услуг по разработке новых титановых сплавов в соответствии со следующими критериями: размер компании-клиента, сфера. Исходя из этого, мы можем составить карту сегментации рынка услуг для разработки титановых сплавов.

Циркониевые сплавы применяются в активной зоне водо-водяных энергетических реакторов, использование циркония для этой цели обусловлено основной физической характеристикой конструкционного материала активных зон – малым коэффициентом захвата нейтронов, также у сплавов циркония высокая коррозионная стойкость и поэтому они не требуют сложного легирования. При эксплуатации циркониевых сплавов в активной зоне происходит проникновение и накопление водорода в них, потому что у них хорошая склонность к поглощению водорода. Проникновение и накопление водорода в циркониевых сплавах приводит к образованию гидридов и охрупчиванию, что может вызвать их разрушение по механизму замедленного гидридного растрескивания, как следствие, приводит к ухудшению эксплуатационных свойств изделий. В этом случае, мы не можем продлить ресурс тепловыделяющих сборок легководяных реакторов без решения проблемы наводороживания и коррозии циркония, и их состав.

4.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) - это гибкий инструмент для измерения характеристик, характеризующих качество новой разработки и ее перспективы на рынке, и позволяющий вам принять решение о целесообразности инвестирования денег в исследовательский проект.

Для того чтобы упростить процедуры квадроциклов, рекомендуется, чтобы оценить в табличной форме (табл. 4.1.1).

Таблица 4.1.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Время производства	0,1	85	100	0,85	8,5
2. Энергоэффективность	0,2	86	100	0,93	8,6
3. Надежность оборудования	0,1	93	100	0,86	18,6
4. Безопасность оборудования	0,3	100	100	0,88	10
5. Простота эксплуатации	0,3	90	100	0,96	9
6. Ремонтопригодность	0,1	88	100	0,94	26,4
7. Уровень шума	0,1	94	100	1	9,4
Итого	1	88,23	100	0,882	90,5

Оценка качества и технические перспективы QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i B_i, \quad (4.1.1)$$

где P_{cp} – средневзвешенный показатель качества и доступности научных разработок;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Из проведенных расчетов мы можем сделать вывод, что разработка считается перспективной.

4.2 Планирование этапов и выполнение работ по НИОКР

4.2.1 Планирование этапов работ

Для того чтобы выполнять и планировать данную работу по теме *исследование влияние состояния поверхности на скорости сорбции водорода при газовой среде*, сначала необходимо разделить на несколько частей, то есть на различных этапах:

1. Подготовительная фаза, выбор предмета; исследования, анализ информации по отдельным темам. Техничко-экономическое обоснование данного проекта. Рабочая группа определена;
2. Теория формирования части. Определить возможные направления исследования;
3. Осуществление экспериментов по теоретической части;
4. Количественная оценка экспериментальных исследований, выбор параметров, проведение численных моделирований;
5. Настройка параметров, разработанных после результатов приема эксперимента;
6. Выводы и рекомендации по этому вопросу, в которых результаты развития. Разработка технологии отчет;

7. Заключительный этап. Анализ результатов исследования всей рабочей группы. Утверждение результатов. Подготовка отчетных документов.

Научные исследования группа выступала, включена научные управления, техники и студенты.

Таблица 4.2.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель, студент-дипломник
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Студент-дипломник
	3	Выбор методов исследования	Студент-дипломник, руководитель
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, консультант, студент-дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка приборов для исследования	Руководитель, консультант, студент-дипломник
	6	Проведение экспериментов	Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник, руководитель
	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, консультант, студент-дипломник
Оформление отчета по НИР	9	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

Защита отчета	10	Защита ВКР	Студент-дипломник
---------------	----	------------	-------------------

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения НИОКР

Сложность реализации НИОКР оценивается экспертами в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как это зависит от многих факторов трудно. Вычислительная сложность выполняется экспериментальный статистический метод, основанный на определении ожидаемого периода работы в человеко-днях по формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{min\ i} + 2 \cdot t_{max\ i}}{5}, \quad (4.2.1)$$

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

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

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

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для определения продолжительности работы в рабочие дни воспользуемся формулой:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i}, \quad (4.2.2)$$

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

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

$Ч_i$ – количество художников в то же время та же работа на данном этапе реализации, чел.

Для удобства составления календарного графика продолжительность этапов в рабочих днях пересчитывается на календарные дни и может рассчитываться по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (4.2.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

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

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности может рассчитываться по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (4.2.4)$$

где $T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Определите продолжительность стадий в рабочих днях и коэффициент календарного планирования:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22,$$

тогда продолжительность стадий в рабочих днях, следует учитывать, что предполагаемая продолжительность работы T_k должна быть округлена до целых чисел.

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2. Временные показатели проведения научного исследования

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ							
		t_{\min} , чел-дн	t_{\max} , чел-дн	$t_{\text{ож}}$, чел-дн	T_p , раб.дн	T_k , кал.дн	Y_i , %	Γ_i , %	
1	Руководитель	4	8	5,6	5,6	7	9,33	9,33	
2	Студент-дипломник Руководитель	15	18	16,2	8,1	10	13,33	22,6	
3	Руководитель	4	9	6	6	7	9,33	32	
4	Руководитель	4	8	5,6	5,6	7	9,33	41,3	
5	Руководитель, Консультант, Студент-дипломник	8	15	10,8	5,4	7	9,33	50,6	
6	Студент-дипломник	7	9	7,8	7,8	9	12	62,6	
7	Студент-дипломник,	7	12	9	4	11	14,6	77,33	
8	Консультант, Студент-дипломник	6	9	3,6	1,3	4	5,3	82,6	
9	Студент-дипломник Руководитель	4	10	6,4	2,1	3	4	86,6	
10	Студент-дипломник	7	11	8,6	8,6	10	13,3	100,00	
Итого						Руководитель	41		
						Студент	54		
						Консультант	11		

4.2.3 Построение графика работ

Наиболее удобный и интуитивно понятный вид графика работы - это создание ленточного расписания для проведения исследований в форме диаграмм Ганта. Диаграмма Ганта - это горизонтальная ленточная диаграмма, в которой работы по теме представлены длительными промежутками времени, характеризующимися датами начала и конца выполнения этих работ.

Расписание будет построено в рамках таблицы 4.2.3 с разбивкой по месяцам или неделям (7 дней) в течение срока действия сертификата. Когда этот процесс в графике различных оттенков назначаются исполнители, которые зависят ответственность для конкретной задачи.

Таблица 4.2.3. Календарный план проведения НИР

Этапы	Вид работы	Исполнитель	t	Февраль	Март	Апрель	Мая	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	руководитель	7	■				
2	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель Студент-дипломник	10	■ ■				
3	Выбор моделей и способов анализа	руководитель	7		■			
4	Календарное планирование работ	руководитель	7		■			
5	Изучение литературы по теме	Студент-дипломник, руководитель	7			■ ■		
6	Поиск методов решения	Студент-дипломник	9				■	

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

k_T – коэффициент, который учитывать транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы находиться в пределах 15-25% от стоимости материала.

Таблица 4.3.1. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Сплавы	Шт.	9	500	4500
Бумага	Лис.	130	2	260
Электролит (физраствор)	Бутылка	10	65	650
Интернет	М/бит	1	350	350
Ручка	Шт.	1	20	20
Тетрадь	Шт.	1	50	50

Итого	987	5830
-------	-----	------

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Эта статья включает все затраты, которые связаны с приобретением специального оборудования (инструментов, приборов, стендов, устройств и механизмов), необходимых для выполнения работы по определенной теме.

При покупке специального оборудования необходимо учитывать затраты на его доставку и установку в размере 15% от его цены.

Таблица 4.3.2. Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Установка автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller	5750
2.	Электрическая ячейка	5635
3	Установка анализатора RHEN602 фирмы LECO	9200

4	Индукционный нагреватель	8500
5	компьютер	230
Итого:		29315

4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Статья содержит основные заработной платы работников, непосредственно в реализации проекта участвуют (в том числе премий, бонусов) и дополнительные зарплаты. Заработная плата может рассчитываться по следующей формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.3.2)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.3.3)$$

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

Среднедневная заработная плата может рассчитываться по следующей формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4.3.4)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при шестидневной неделе $M=10,4$); $F_{\text{д}}$ – фактический учет времени научно-технического персонала ($F_{\text{д}}=1794$).

Баланс рабочего времени показан на таблице 4.3.3.

Таблица 4.3.3

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер	Лаборант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней			
- выходные дни	66	66	66
- праздничные дни			
Потери рабочего времени			
- отпуск	48	48	48
- невыходы по болезни			
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.3.5)$$

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

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

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

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

Таблица 4.3.4

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{осн.}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб	$Z_{\text{дн}}$, руб.	Умножить на рабочие дни
Руководитель	17000	0,3	0,4	1,3	40222	1666,56	68328,96
Инженер	9893	0,3	0,4	1,3	23406,83	969,84	52371,36
Лаборант	9893	0,3	0,4	1,3	23406,83	969,84	10668,24

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Сумма отчислений в внебюджетные фонды определяется на основании следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{доп} + Z_{доп}), \quad (4.3.6)$$

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

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

Таблица 4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб
Руководитель проекта	68328,96
консультант	52371,36
Студент-дипломник	10668,24
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271
Итого	35600,88

4.3.5 Накладные расходы

В этих расходах нужно посчитать затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием. Для этого нужно узнать мощность, время использования оборудования и рассчитать затраты. Стоимость 1 кВт/час – составляет 5,8 руб.

№ п/п	Наименование оборудования	Время использования оборудования, ч	Мощность потребления, кВт.	Затраты на электроэнергию, руб.
1.	Установка автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller	10	0,52	30,16
2.	Электрическая ячейка	50	1,12	324,8
3	Установка анализатора RHEN602 фирмы LECO	20	0,88	102,08
4	Индукционный нагреватель	50	0,16	46,4
5	компьютер	4	0,12	2,78
Итого:				506,22

4.3.6 Формирование бюджет затрат НИИ

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в табл. 4.3.6

Таблица 4.3.6. Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	5830
Затраты на электроэнергию для научных (экспериментальных) работ	506,22
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	66243
Амортизация оборудования	29315
Отчисления во внебюджетные фонды	35600
Бюджет затрат НИИ	137494,22

Вывод

При планировании научно-исследовательской оценки был произведен расчет бюджета исследования. В процессе формирования бюджета, стоимость материалов используются для группы (5830 руб.), стоимость науки (эксперименты) инженерного оборудования (506,22 руб.), стоимость основной темы заработной платы исполнителя (66243 руб.), стоимость амортизации оборудования (29315 руб.), сеть внебюджетных фондов (35600 руб.). Всего бюджет представляет собой 137494,22 руб. Данная оценка коммерческой ценности необходима для представления финансового состояния и перспектив текущих исследований.

ГЛАВА 5. Социальная ответственность

Введение

Исследовательский документ для изучения влияния водорода на механические свойства титана включает в себя работу, выполненную на различных системах. Например, установка насыщения водорода, микротвердость и т. д. Основная задача в этой работе – исследование влияния состояния поверхности циркониевого сплава Э110 на взаимодействие с водородом. Поэтому, принимая во внимание безопасности и здоровье на рабочем месте путем гидрирования, контролирующего реакцию газа с использованием особого значения в данном исследовании. Контроль реакционного газа используется для исследования в отделении сорбционной / десорбции водорода из металлических и неметаллических материалов, используемых в процессе диффузии водорода термической диффузией.

5.1 Техногенная безопасность

Настройки работы Gas Reaction Controller осуществляется путем подачи напряжения переменного тока 220В, экспериментальное исследование в газовой атмосфере (гелий, водород). Во время работы газового реактора управления завода вредного воздействия факторов, таких как:

- микроклимат,
- электромагнитные поля,
- шум,
- освещение,

Кроме того, возможные последствия следующих угроз безопасности:

- пороговое напряжение;
- воздействие высоких температур;
- техническое обслуживание газовых баллонов (водород, гелий), которых работать под давлением.

Влияние электрического напряжения на человека обусловлено током, протекающим через него. Прохождение тока может вызвать раздражение и повреждение различных органов человека. Пороговый ток без отключения составляет 50 Гц (6-16 мА). Осуществляется защита от воздействия электрических токов через организационные, технические и профилактические меры.

Если воздействие тепла на организм человека, принимая во внимание, что важно отметить, что запрещает крышку нагретой печи от отверстия, прикасаться к камере и носить одежду во избежание термических ожогов при работе с установкой, в которую образец помещается.

Если есть утечка газа из цилиндра, это может привести к пожару. Утечки перед использованием проверки целостности газовых баллонов, которых прочность крепления, ни газа. Клапан и поток должен быть надлежащим образом проверить, манометр должен быть проверен, и скорректированный редуктор имеет газа в матче цилиндра.

Если компьютер нагрузки т вредного воздействия на организм человека на зрение, лицевые кожные заболевания, неврологические и психические расстройства и. Д. допустимое электрическое поле 25 В / м (от 5 Гц до 2 кГц) и 2,5 В / м (от 2 до 400 кГц). Различные фильтры используются для защиты от электромагнитных полей. Ориентация световые линии должны быть на северо-востоке или на севере. Искусственные источники света: люминесцентные вида ЛБ и ДРЛ. Оптимальный параметр микроклимата. Если он работает с шумом ПК, не может быть, значением для этих типов операций не превышают.

Для удобства работы в помещении необходимо нормализовать параметры микроклимата. Необходимо использовать защитные меры для методов и средств защиты от высоких и низких температур, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, искусственного освещения и т. п.

5.2 Анализ вредных и опасных факторов

5.2.1 Электромагнитные поля

Чтобы проанализировать результаты работы, вы должны работать с компьютером. Источниками электромагнитного излучения являются электрические сигналы цепей, когда компьютер работает. Нарушения в организме человека под действием электромагнитных полей малых напряжений обратимы. Под влиянием полей, что напряжения, которые имеют более высокие, чем максимально допустимый уровень, развитие заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечных и некоторых биологических параметров крови. Сильным источником электромагнитных полей в пространстве расположены системы отклоняющей катушки в непосредственной близости от базовых частей ЭЛТ-мониторов.

Стандарты напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см от монитора к электрическому компоненту в таблице 5.2.1 указанного соответствующем.

Таблице 5.2.1. Нормы напряженности поля

Наименование параметров	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. Вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: <ul style="list-style-type: none">– в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц– в диапазоне частот 2—400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: <ul style="list-style-type: none">– в диапазоне частот от 5 Гц до 2 кГц– в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл

Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В
--	-------

Для того, чтобы соответствовать прочь с максимально допустимой электромагнитной напряженности поля от глаз до монитора 60 до 70 см должно быть, но не менее 50 см. Увеличение расстояния приводит в 2-кратном 32-кратным уменьшением плотности мощности на более низких частотах для оператора.

5.2.2 Шум

В процессе работы, основные источники шума является вакуумным насосом. В стандартах гигиены приемлемый уровень шума составляет 55 децибел (дБ), чтобы быть в течение дня и 40 децибел (дБ) в ночное время. Средство для защиты от шума балансировки вращающихся деталей для применения механических зазоров в передаче зубьев подходящих смазочных материалов.

Продолжительное воздействие *шума* на организмы человека имеют следующие последствия:

- а) более низкая производительность;
- б) память, внимание и чувствительность к предупреждающему сигналу остроты зрения;
- в) чувствительность слуха уменьшается.

Для того, чтобы довести уровень шума до санитарных норм, соблюдать следующие правила организации работы в области имеет:

1. внутренний блок кондиционер должен людьми творческого труда, участвующих (программист), и не использовать их на полную мощность и позволяет, климатические условия отдалены;

2. использование времени прерывания МФУ (при отсутствии аварийной ситуации);

3. выполняет в блоке своевременную профилактическую компьютерную систему (тестирование и смазка движущихся частей систем охлаждения, замена чрезмерно шумных компонентов)

5.2.3 Освещение

Рациональное освещение рабочего места позволяет предотвратить травмы и многие профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия работы, повышает эффективность и повышает производительность труда. Освещение на рабочем месте должно быть таким, чтобы люди могут работать без стресса. Существует три типа освещения: естественное, искусственное, комбинированное.

Для системы промышленного освещения должны отвечать следующим требованиям:

- a. соответствующий тип уровня освещения работы;
- b. яркость рабочей поверхности и окружающее пространство в равномерном распределении;
- c. оптимальная направленность излучаемых систем освещения светового потока;
- d. долговечность, эффективность, электрическая и пожарная безопасность, эстетика, комфорт и простота в использовании.

В промышленных и административно-общественных помещениях при первичной работе с документами допускается использование комбинированной системы освещения (общее освещение дополнительно устанавливается с помощью местных осветительных приборов, предназначенных для освещения местоположения документов).

Визуальная работа программиста характеризуется как работа с очень высокой степенью точности. Для этого требуется освещение 300 - 500 люкс. Допускается установка локальных осветительных приборов для освещения документов, но при условии, что они не производят бликов поверхности экрана, освещенность экрана и не увеличивается более чем 300 люкс. Местные огни должны иметь полупрозрачный отражатель, имеющие защитный угол не менее 40 градусов.

Поскольку источник света предпочтительно использовать с искусственным освещением и флуоресцентным ЛВ. Освещение должно выполняться в виде непрерывных или прерывистых линий светильников, расположенных со стороны рабочих станций, параллельно линии визирования пользователя в линейном расположении персональных компьютеров (ПК). Когда компьютеры расположены на периферии комнаты, легкие трубы должны быть размещены на столе в непосредственной близости от переднего края, оператор сталкивается.

Для того чтобы обеспечить нормированные значения яркости для курящих, контроллер газовой реакции должен чистить светильники не реже двух раз в год и своевременно заменять сгоревшие лампы аналогичными.

5.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

В целях безопасности перед началом работы необходимо поставить право костюм, необходимые инструменты и принадлежности, готовые к работе, подготовить свой рабочий стол. Вы должны также проверить на наличие внешних повреждений электрооборудования, наличие и функционирование контрольно-измерительных и сигнальных устройств, компьютера, тумблеров, выключателей и т. д. Если обнаружена неисправность, то не разрешается выполнять, ремонтируйте себя, необходимо доложить руководителю

лаборатории. Настройка прибора и его ремонт производятся только сервисными инженерами.

Кроме того, действия, прежде чем контроллер установки реакционного газа, целостность газовых баллонов необходимо проверить их прочность крепления и отсутствие утечки газа. Клапан и резьба должны быть в хорошем состоянии. Редуктор манометр должен проверить. Передачи эквивалентно газа в цилиндре.

Запрещается начинать работу, если обнаружено, что какое-либо оборудование неисправно, если закончился следующий осмотр цилиндра, срок испытания манометра истек, если персонал не прошел обучение и проверку знаний по безопасности в соответствии с установленный порядок.

Обработка установки Gas Reaction Controller должна быть свободна от пыли, паров, кислот и щелочей, проводят агрессивные газы и другие вредные вещества в чистой комнате, в результате чего коррозии. Не разрешается открывать огонь возле прибора.

После установки, вам нужно:

- Закрыть клапан баллона;
- Убедитесь, что все клапаны закрыты;
- Выход из программы, выключить компьютер;
- Реакция контроллера и отключение подачи газа к насосу;
- Проверка целостности баллоны, фиксированный, без утечки газа.

5.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Для работы на контроль газовых реакторов лиц в возрасте 18 лет, установка, последнее заявление о безопасности на рабочем месте, возможно, никаких медицинских противопоказаний.

Отдельным работникам разрешается работать самостоятельно после специальной подготовки и проверки знаний о норме и правилах работы с электроустановками, правилах безопасности при работе с газовыми баллонами, приобретенных навыках и безопасных способах выполнения работы на контроллере газовой реакции, не менее II группы электробезопасности и получение разрешения на работу с газовыми баллонами.

Повторная проверка знаний о нормах и правилах электробезопасности, правила безопасной работы с газовыми баллонами проводится с работниками не реже одного раза в 12 месяцев, повторная инструктаж на рабочем месте - не реже одного раза в 3 месяца.

Проведение всех видов инструктажа должно быть сделано в Книге инструкций с установленной схемой с обязательными подписями лица, которое получило и выполнило инструкцию, указав дату инструкции, имя и номера инструкции для типов за работу, за которую дается инструкция.

По заданной теме обсуждаются законодательные и нормативные документы:

- инструкция № 2-25 по охране труда при выполнении работ на установке Gas Reaction Controller;
- инструкция № 2-14 по охране труда при работе с электрооборудованием напряжением до 1000 В;
- инструкция № 2-07 по охране труда при работе с баллонами, работающими под давлением.

Документы по воздействию ПЭВМ [44]:

- инструкция № 2-08 по охране труда при работе с ПЭВМ и ВДТ;
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы;

– ГОСТ Р 50948-01. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности;

– ГОСТ Р 50949-01. Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности;

– ГОСТ Р 50923-96. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.

Микроклимат:

– ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные помещения. Параметры микроклимата в помещении;

– ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;

– СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Проведение всех видов инструктажа должно быть сделано в Книге инструкций с установленной схемой с обязательными подписями лица, которое получило и выполнило инструкцию, указав дату инструкции, имя и номера инструкции для типов за работу, за которую дается инструкция.

В случае пожара немедленно прекратите работу, закройте газовый баллон, отсоедините электрооборудование, вызовите пожарную службу в 01 или 010, сообщите о случившемся менеджеру агрегата и начните тушение пожара с помощью первичного средства пожаротушения.

Если работник получил травму от электрического тока, обеспокоен как можно скорее решение электричество, проверить состояние жертвы и вызвать

скорую помощь, если это необходимо. До прибытия скорой помощи предоставьте пострадавшему необходимую первую помощь или, в случае необходимости, организуйте доставку жертвы в ближайшее медицинское учреждение, сообщите начальнику структурного подразделения о произошедшем происшествии.

Другой вероятной чрезвычайной ситуации (ЧС), которые могут находиться в помещении с установкой газовой реакции контроллера - произошел пожар.

Предотвращение пожаров основано на устранении благоприятных условий воспламенения. В рамках четырех проблем решается пожарной безопасности: предотвращение пожаров и пожаров, локализация пожаров, защита людей и имущества, борьба с пожарами. Предотвращение возгорания достигается за счет исключения легко воспламеняющихся предметов и источников воспламенения, а также для поддержания окружающей среды в условиях, которые препятствуют возгоранию.

В современном компьютере элементы электронных схем, расположенных в очень высокой плотности. Рядом друг с другом они соединены с проводами, кабелями коммутирующих электронных компонентов микросхемы. Когда через них протекает электрический ток, выделяется некоторое количество тепла, что может привести к повышению температуры до 80-100 ° С. В этом случае возможно расплавление изоляции и, как следствие, короткое замыкание, что сопровождается искрообразованием и приводит к недопустимым перегрузкам элементов чипа. Для удаления избыточного тепла в компьютере используйте внутренние вентиляторы.

Напряжение в электроустановках обеспечивается кабельными линиями, что также представляет особую опасность пожара. Технические характеристики

процесса промышленных зданий и помещений пожароопасных, по которым решение.

Рассмотрел возникновение пожара в помещении определяется следующими факторами:

- Существуют легко воспламеняющиеся элементы: файл, двери, столы и т.д.;
- Кислород в качестве окислителя присутствует в процессе горения.

Огонь может произойти из-за следующего факторов:

- Электрическая проводка неисправности, розетки и выключатели могут привести к повреждению изоляции или короткое замыкание;
- Использование электроприборов поврежден;
- Электрическое нагревательное устройство используется в комнате с открытым нагревательным элементом;
- Молния ударила в здание;
- Неточное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

В соответствии с классификацией риска производства пожара (ППБ-03) используются в зависимости от характеристик при производстве веществ и их количествах это число делится на несколько категорий А, В, С, D. Это число относится к категории В потому что горючие вещества и материалы в твердом состоянии без выброса пыли.

Для тушения пожара используются огненные стволы, внутренние пожарные водопроводные трубы, огнетушители и сухой песок.

Вода используется для тушения пожаров в помещениях программистов только в случае опасности повреждения или полного отказа дорогостоящего

оборудования. В этом случае, если это возможно, необходимо защитить компьютеры от влаги.

Огнетушители широко используются для тушения пожаров на начальных стадиях. Поэтому в отделах с ПЭВМ используются, главным образом, углекислотные огнетушители, преимущество которых заключается в высокой эффективности тушения пожара и безопасности электронного оборудования.

Из-за диэлектрических свойств диоксида углерода эти огнетушители могут использоваться даже в том случае, если электрическая установка не может быть сразу отключена.

Во избежание возникновения пожара проводятся специальные семинары с работниками здания, где вы изучите основы преподавания пожарной безопасности и работы с первичной системой пожаротушения.

На рисунке 5.5.1 показан план эвакуации.

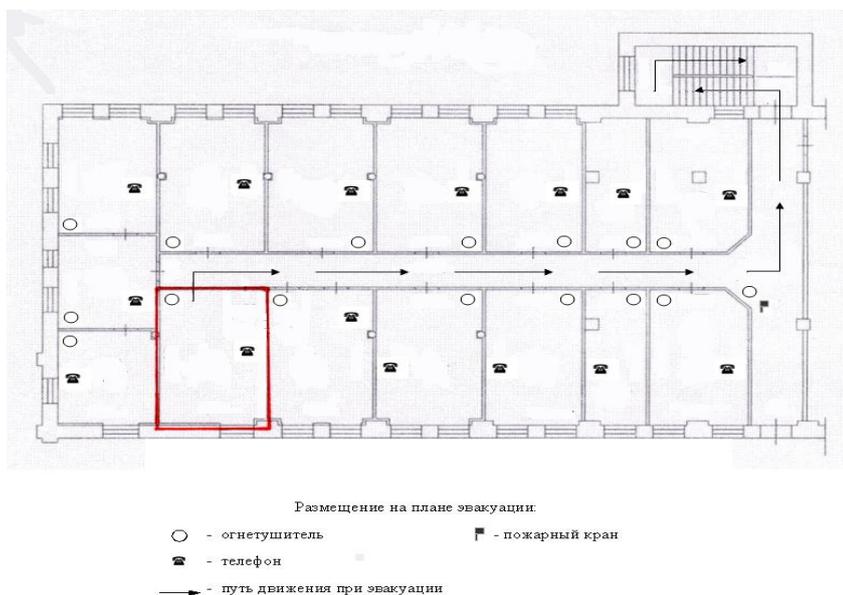


Рисунок 5.5.1. План эвакуации

5.6 Расчет воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных зданиях постоянное высвобождение вредных двуокиси углерода люди (CO_2) выдыхаются. Определение необходимого воздуха производится освобождено от количества углекислого газа человека и их допустимых концентраций.

Потребности вентиляции в жилых домах и общественных местах, определяется по формуле:

$$L = \frac{G}{x_{\text{в}} - x_{\text{н}}}, \quad (5.6.1)$$

При работе на установке наводороживания проведения люди работают.

Выделяемое количество CO_2 одним человеком = 23 л/ч.

Допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения (согласно ГОСТ 12.1.005-88) $x_{\text{в}} = 1 \text{ л/м}^3$.

Допустимая концентрация вредности в воздухе больших городов (ГН 2.1.6.1338-03) $x_{\text{н}} = 0,5 \text{ л/м}^3$.

Определим потребный воздухообмен для помещения по формуле (5.6.1):

$$L = 23 / (1 - 0,5) = 46 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Вывод: Газ был идентифицирован Gas Reaction Controller, вредные и опасные факторы рабочей области при рассмотрении требований охраны и гигиены труда на выполнение работ по гидрирование с использованием установки, причины и средства аварийной ситуации и поведения видели в них. Расчет воздуха также был подготовлен на территории рабочей зоны с установкой реакционного газа-контроллер, в котором работает человек. Рассчитанный воздухообмен помещения равен 46 м³/ч.

Список использованных источников

1. И.П. Чернов, Е.В. Березнеева, Н.С. Пушилина, В.Н. Кудияров, Н.Н. Коваль, О.В. Крысина, В.В. Шугуров, С.В. Иванова, А.Н. Николаева, Свойства ZrO_2 и TiO_2 покрытий, полученных методом плазменно-ассистированного дугового напыления на циркониевом сплаве Э110 // Журнал технической физики, 2015, том 85, вып. 2 – 102с.
2. А.Н. Орлов, Ю.В. Трушин. Энергии точечных дефектов в металлах. М.: «Энергоатомиздат», 1983, 80 с.
3. V. Naundorf. Diffusion in metals and alloys under irradiation // International Journal of Modern Physics. В. 1992, v. 6, N 18, p. 2925–2986.
4. Б.А. Калинин, П.А. Платонов, И.И. Чернов, Я.И. Штромбах. Конструкционные материалы ядерной техники. - М.: МИФИ, 2008. - 120 с.
5. Н.М. Бескорвайный, Б.А. Калинин, П.А. Платонов, И.И. Чернов. Конструкционные материалы ядерных реакторов./ М.: Энергоатомиздат, 1995. 704 с.
6. А.С. Займовский, А.В. Никулина, Н.Г. Решетников. Циркониевые сплавы в ядерной энергетике./ М.: Энергоатомиздат, 1994. 254 с.
7. О.С. Иванов и др. Структура сплавов циркония/ М.: Наука, 1973. с.22-24
8. Д.М. Скоров, Ю.Ф. Бычков, А.И. Дашковский. Реакторное материаловедение. / М.: Атомиздат, 1979. 344 с.
9. А.И. Стукалов, В.М. Грицина, Т.П. Черняева, Д.А. Батуревич. Механические и коррозионные характеристики реакторного циркониевого сплава $Zr+2,5\%Nb$ //Физико-химическая механика материалов.2000,№5,с.31–35.
10. Я.Е. Гегузин. Очерки о диффузии в кристаллах. М.: «Наука», 1974, 253 с.
11. В.В. Бондарь, Б.Р. Горобец, У. Рашке. Некристаллические двухкомпонентные системы //Химия твердого тела (Итоги науки и техники ВИНТИ АН СССР). 1983, с. 15–204.

12. Е.А. Борисова, Г.А. Бочков и др. Металлография титановых сплавов-Москва: Металлургия,1980. – 275с
13. А.А. Пупышев. Тлеющий разряд по Гримму. Физические основы, исследование и применение в атомно-эмиссионном спектральном анализе // Аналитика и контроль, 2007. – Т.11. - №2-3. – С.74-130
14. А.А. Андреев и др. Вакуумно-дуговые устройства и покрытия //Харьков: ННЦ «ХФТИ. – 2005. – С.3-4
15. В.И. Бойко, А.Н. Валяев, А.Д. Погребняк Модификация металлических материалов импульсными мощными пучками частиц // Успехи физических наук. – 1999. – Т.169, №11. – С. 1244-1271
16. Т.П. Черняева, А.В. Остапов. Научно-технический комплекс «Ядерный топливный цикл» ННЦ ХФТИ, Харьков, Украина // ISSN 1562-6016. ВАНТ. 2013. №5(87) – С. 16-28
17. Р.А. Андриевский, Я.С. Уманский. Фазы внедрения. М.: Главная редакция физико-математической литературы «Наука», 1977. – 19с.
18. J.E. Sansonetti and W.C. Martin. Handbook of basic atomic spectroscopic data // Journal of Physical and Chemical Reference Data. 2005, vol. 34, №4, p. 1559-2259.
19. K. Christmann. Interaction of hydrogen with solid surfaces //Surface Science Reports. 1988, vol. 9, №1-3, p. 1-163.
20. R.D. Shannon and C.T. Prewitt. Effective ionic radii in oxides and fluorides // Acta Crystallographica B. 1969, vol. B25, №5, p. 925-945.
21. W. Gordy and W.J.O. Thomas. Electronegativities of the elements // The Journal of Chemical Physics. 1956, vol. 24, №2, p. 439-443.
22. О.Н. Темкин. Химия молекулярного водорода // Соросовский образовательный журнал. 2000, т. 6, №10, с. 31-36.
23. И.О. Башкин, М.Ф. Нефедова и В.Г. Тиссен. Сверхпроводимость в системе Zr-D под давлением // Физика твердого тела. 2000, т. 42, №1, с. 12-15.
24. Ю.М. Дергачев. Модель абсорбции водорода металлами // Неорганические материалы. 2009, т. 45, №8, с. 930-933.

25. Ю.М. Дегтярев. Абсорбция водорода переходными металлами // Неорганические материалы. 2006, т. 42, №2, с. 147-150.
26. И.А. Петельгузов. Исследование кинетики коррозии твэльных труб из кальциетермического циркониевого сплава $Zr+1\%Nb$ ($Zr1Nb$) в воде при температуре 350°C и в паре при температурах 400 и 500°C // ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. 2002. №6 – 190с.
27. Б.А. Калина. Учебник для вузов. / Под общей ред. – М.: МИФИ, 2008 – с.176-180.
28. А.А. Шмаков, Е.А. Смирнов. Абсорбция водорода оболочками твэлов легководных реакторов. – Научная Сессия Мифи - 99. – 129 с, 130 с.
29. Б.А. Калинин, А.А. Шмаков. Поведение водорода в реакторных сплавах циркония. – Материаловедение №10.2005. – 31 с.
30. A. Zuttel. Materials for hydrogen storage, Materials Today. 2003, vol. 6, №9, p. 24-33.
31. A. Zuttel, A. Borgschulte, and L. Schlapbach. Hydrogen as a future energy carrier. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Weinheim, 2008.
32. Н.И. Ищенко, Я.А. Чубарова. Способы подготовки образцов циркониевых сплавов для металлографического исследования, ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ. 2004. №6 – 181с.
33. В.Н. Кудияров. Изучение влияния ионизирующего излучения на перераспределение водорода в титановом сплаве ВТ1-0, 15с.
34. В.Н. Кудияров, А.М. Лидер. Изучение процессов сорбции и десорбции водорода при помощи автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LP. – Фундаментальные исследования №10, 2013. –с. 3466-3468
35. А.П. Зефирова «Коррозия металлов». – Портал научно-технической информации ЭБ Нефть и Газ 2007. –с.120
36. А.С. Залогина, А.Н. Николаева и Р.С. Лаптев. Оптический спектрометр высокочастотного тлеющего разряда Profiler2 для послойного анализа твердых тел // IX Международная конференция студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» – 110с.

37. П. Шапон Определение общего содержания элементов и анализ слоев с помощью оптической спектроскопии высокочастотного тлеющего разряда // Аналитика и контроль, 2007. – Т.11. – №1. – с. 47 - 51.
38. T. Nelis, J. Pallosi, Glow Discharge as a Tool for Surface and Interface Analysis // Applied Spectroscopy Reviews, 2006. – 41. –: P. 227 – 258.
39. К.В. Григорович, Е.В. Яйцева. Спектрометры тлеющего разряда – новое перспективное направление. – 10с.
40. F. Von Zeppelin, M. Haluska, M. Hirscher. Thermal desorption spectroscopy as a quantitative tool to determine the hydrogen content in solids // Thermochemica Acta 404 (2003) p. 251–258.
41. А. Т. Ваграмян. Физико-механические свойства электролитических осадков. - М.: Изд-во Акад.наук СССР, 1960. - 206 с.
42. Б.А. Колачев, В.А. Ливанов, А.А. Буханова. Механические свойства титана и его сплавов. М.: Metallurgia, 1974. - 544 с.
43. Б.А. Калинин, А.А. Шмаков. Поведение водорода в реакторных сплавах циркония // Материаловедение. – 2005. - №10. – С.50-56.
44. Б.Г. Парфенов, В.В. Герасимов, Г.И. Венедиктова. Коррозия циркония и его сплавов. М.: Атомиздат, 1967. – 257 с.
45. Е.В. Березнеева, А.М. Лидер. Взаимодействие водорода с модифицированными слоями и покрытиями, нанесёнными на циркониевый сплав Zr1%Nb и технический титан ВТ1-0. М.: Физика конденсированного состояния, 2007. – С.13-34.