

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 03.03.02 «Физика»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Накопление и распределение водорода в титановых сплавах при газофазном наводороживании

УДК _____ 669.295.5:669.788:620.19

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цзя Ваньцин		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭФ ИЯТШ	Лидер Андрей Маркович	д.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кудияров Виктор Николаевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник способен)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
Р1	Использовать основные этапы и закономерности исторического развития общества, основы философских, экономических, правовых знаний для формирования мировоззренческой, гражданской позиций и использования в различных сферах жизнедеятельности	Требования ФГОСЗ+ (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4)
Р2	К самоорганизации и самообразованию, работать в коллективе, к коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке, толерантно воспринимать социальные, этические и культурные различия, использовать методы и средства физической культуры, приёмы первой помощи и методы защиты в условиях ЧС.	Требования ФГОСЗ+ (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>		
Р3	Использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, современные концепции и ограничения естественных наук, использовать фундаментальные знания разделов общей и теоретической физики, математики для создания моделей и решения типовых профессиональных задач, в том числе с использованием знаний профессионального иностранного языка.	Требования ФГОСЗ+ (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7)
Р4	Понимать сущность и значение информации, соблюдать основные требования информационной безопасности, использовать методы, способы, средства получения и хранения информации, решать стандартные задачи на основе информационной и	Требования ФГОСЗ+ (ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)

	библиографической культуры.	
P5	Получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах, критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности, нести ответственность за последствия своей инженерной деятельности.	Требования ФГОСЗ+ (ОПК-8, ОПК-9)
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P6	<u>Научно-исследовательская деятельность</u> Проводить научные теоретические и экспериментальные исследования в областях: материаловедения, атомной и ядерной физики, водородной энергетики, физики плазмы с помощью современной приборной базы с использованием специализированных знаний физики и освоенных профильных дисциплин.	Требования ФГОСЗ+ (ПК-1, ПК-2)
P7	<u>Научно-инновационная деятельность</u> Применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований, а также профессиональные знания и умения в результате освоения профильных дисциплин для проведения физических исследований в инновационных областях науки, используя современные методы обработки, анализа и синтеза информации.	Требования ФГОСЗ+ (ПК-3, ПК-4, ПК-5)
P8	<u>Организационно-управленческая</u> Использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований, участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме, понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования	Требования ФГОСЗ+ (ПК-6, ПК-7, ПК-8)
P9	<u>Педагогически-просветительская</u> Проектировать, организовывать, анализировать педагогическую деятельность, владеть последовательностью изложения материала с	Требования ФГОСЗ+ (ПК-9)

	использованием междисциплинарных связей физики с другими дисциплинами, участвовать в информационно-образовательных мероприятиях по пропаганде и распространению научных знаний	
--	--	--

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 03.03.02 «Физика»
Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____Лидер А.М.____
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
150Б51	Цзя Ваньцин

Тема работы:

Накопление и распределение водорода в титановых сплавах при газофазном наводороживании

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

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

Титановый сплав ВТ6 до и после
наводороживания, автоматизированный комплекс
Gas Reaction Controller LPB

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>	– Обзор литературных источников; – Подготовка образцов; – Исследование взаимодействие водорода с титаном; – Способы наводороживания сплавов из титана – Анализ полученных результатов; Заключение.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Скачкова Лариса Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кудияров Виктор Николаевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цзя Ваньцин		

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

Студенту:

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
ГЛАВА 1 Оценка конкурентоспособности технических решений ГЛАВА 2 Альтернативы проведения НИ ГЛАВА 3 График проведения и бюджет НИ ГЛАВА 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	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цзя Ваньцин		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
150Б51		Цзя Ваньцин	
Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Физика (03.03.02)

Тема ВКР:

Накопление и распределение водорода в титановых сплавах при газофазном наводороживании

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Прибор: автоматизированный Комплекс Gas Reaction Controller LP; Рабочая зона: лаборатория в ТПУ(3 корпус); Материал: титановый сплав ВТ6 Авиакосмическая область
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– По данной теме рассматриваются законодательный 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: – 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.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды: – шум – электрический ток, – вибрация – Применение малошумных технологий.
3. Экологическая безопасность:	– Экологическая безопасность: – Влияние экспериментальных отходов на окружающую среду;
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Защита в чрезвычайных ситуациях: – Возникновение возгорания; – Ураганный ветер и ливневые дожди; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
150Б51	Цзя Ваньцин		

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Уровень образования бакалавриат

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

Период выполнения _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2018	Аналитический обзор литературы	15
01.09.2018	Подготовка образцов титанового сплава ВТ6 для проведения наводороживания	15
30.12.2018	Наводороживание образцов титанового сплава ВТ6 при различных параметрах	20
30.04.2019	Анализ результатов	15
25.05.2019	Социальная ответственность	15
25.05.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
25.05.2019	Заключение	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кудияров Виктор Николаевич	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 81 страницы, 19 рисунков, 17 таблицы, 25 литературный источник, 0 приложений.

Ключевые слова: титановый сплав ВТ6, взаимодействие водорода с титаном, наводороживание, накопление водорода и распределение водорода .

Объектом исследований являлся титановый сплав ВТ6. С помощью автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LP было определено накопление и распределение водорода в титановом сплаве ВТ6 при газофазном наводороживании.

Целью работы являлось определение закономерностей влияния параметров газофазного наводороживания на накопление и распределение водорода в титановом сплаве ВТ6.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1. Провести газофазное наводороживание образцов титанового сплава ВТ6 в температурном диапазоне 550 – 750 °С.
2. Определить влияние температуры наводороживания на скорость сорбции водорода титановым сплавом ВТ6.
3. Изучить распределение водорода в титановом сплаве ВТ6 после газофазного наводороживания при различных температурах.

Оглавление

РЕФЕРАТ.....	12
Введение	16
ГЛАВА 1. Литературный обзор.....	18
1.1 Методы аддитивных технологий.....	18
1.2 Применение титана и его сплаво.....	18
1.3 Взаимодействие водорода с титаном и его сплавами	21
1.4 Метод электронно-лучевого сплавления (EBM)	23
ГЛАВА 2. Материал и методы исследования.....	26
2.1 Материал исследования	26
2.2 Газофазное гидрирование с использованием автоматического композитного Gas Reaction Controller LP	30
2.3 Измерение концентрации водорода при помощи анализатора RHEN602.....	33
2.4 Изучение распределение по глубине водорода с помощью тлеющего разряда в плазменном спектрометре Profiler 2	35
ГЛАВА 3 Анализы данных и изображений экспериментальных результатов.....	40
3.1 Накопление и распределение водорода	41
Вывод.....	46
ГЛАВА 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	47
4.1 Организация и планирование работ	47
4.1.1 Продолжительность этапов работ	48
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	52
4.2.1 Расчет затрат на материалы	52
4.2.2 Расчет заработной платы.....	53
4.2.3 Расчет затрат на социальный налог.....	53
4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	54
4.2.5 Расчет амортизационных расходов	55

4.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных).....	56
4.2.7 Расчет прочих расходов.....	57
4.2.8 Стоимость всех проектов	57
4.2.9 Расчет прибыли	58
4.2.10 Расчет НДС	58
4.2.11 Цена разработки НИР	58
4.3 Оценка экономической эффективности проекта	58
ГЛАВА 5. Социальная ответственность	59
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	60
5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	60
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	62
5.2 Производственная безопасность.....	64
5.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.	64
5.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	66
5.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.	68
5.3 Экологическая безопасность.....	71
5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	71
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	72
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.....	72
5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	73

5.4.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	74
5.5. Выводы.....	77
Список использованных источников	79

Введение

Титановые сплавы обладают высоким коэффициентом прочности/веса и хорошей коррозионной стойкостью, хорошей пластичностью, вязкостью, сопротивлением ползучести и свариваемостью [1]. Обладает хорошей общей производительностью, является новым типом материалов с большим потенциалом для развития и перспектив применения [2].

Во многих из этих технологических применений титановый сплав ВТ6 подвергается воздействию сред, которые могут являться источниками водорода, и могут возникнуть серьезные проблемы на основе широко известной восприимчивости титановых сплавов к водородному охрупчиванию. Вследствие осаждения и разложения хрупкой гидридной фазы необходимо понять основной механизм водородного охрупчивания в сплаве. В результате взаимодействия титановых сплавов с водородом возможно образование сильной химической связи (гидрида титана). Гидрид титана имеет высокую твердость, но является очень хрупким. Проникновение и накопление водорода в титановые сплавы может существенно ухудшить механические свойства материала, а также привести к их разрушению. Даже небольших концентрации водорода достаточно для образования гидридов титана в локальных областях, которые могут привести к разрушению материала [3].

Актуальность:

Титановые сплавы играют важную роль в аэрокосмической технике, они могут достигать самой легкой структуры и прочности, в которой нуждаются люди. По сравнению с другими металлами титан является легким и тонким, но он может работать при высоких температурах по сравнению с другими тонкими металлами. Титановые сплавы используются в материалах корпуса, монтажных компонентах, силовых комплектах и компонентах шасси. Более того, эти материалы используются при конструировании авиационных реактивных двигателей. Это может снизить вес машины на 10-25%. Из

титановых сплавов изготавливают диски и лопасти компрессора, часть входных и направляющих лопаток, а также крепежные детали.

Кроме того, титан и его сплавы также могут быть использованы для изготовления ракетных материалов. Поскольку двигатель должен работать в течение короткого периода времени, а ракета должна быстро проходить через плотный слой атмосферы, проблемы усталостной прочности, статической прочности и частичного ползучести в значительной степени устранены.

Термоводородная обработка титановых сплавов представляет большой интерес, особенно в связи с активным развитием производства деталей из титановых сплавов методами аддитивных технологий.

Определение оптимальных условий наводороживания является важным этапом проведения термоводородной обработки титановых сплавов.

При этом в процессе наводороживания титановых сплавов важно контролировать такие параметры как скорость сорбции водорода и распределение водорода в материале.

Целью работы являлось определение закономерностей влияния параметров газофазного наводороживания на накопление и распределение водорода в титановом сплаве ВТ6.

Для достижения цели были сформулированы следующие задачи:

1. Провести газофазное наводороживание образцов титанового сплава ВТ6 в температурном диапазоне 550 – 750 °С.
2. Определить влияние температуры наводороживания на скорость сорбции водорода титановым сплавом ВТ6.
3. Изучить распределение водорода в титановом сплаве ВТ6 после газофазного наводороживания при различных температурах.

ГЛАВА 1. Литературный обзор

1.1 Методы аддитивных технологий

Лазерная стереолитография (англ SLA)

Селективное лазерное спекание (англ DMLS)

Электронно-лучевая плавка (англ EBM)

Моделирование методом наплавления (англ FDM)

Метод многоструйного моделирования (англ MJM)

Изготовление объектов с использованием ламинирования (англ LOM)

Селективное лазерное спекание (англ SLS)

И.т.д

1.2 Применение титана и его сплаво

Титан отвечает потребностям авиационно-космической и ракетной техники, а также материалов для судостроения. Подобно железу и титану, его можно использовать в качестве легирующего агента и раскислителя для высококачественной стали. Технический титан может использоваться в продуктах, которые используются в жестких условиях, таких как резервуары, содержащие едкие материалы, химические реакторы, трубы, клапаны, насосы, клапаны и другие продукты. Кроме того, компактный титан может быть использован для изготовления электрического вакуумного оборудования для электрических сетей и других компонентов, работающих при высоких температурах.

В ряду, используемом в качестве конструкционного материала, Ti находится на четвертой позиции, уступая только Al, Fe и Mg. Алюминиево-титановые сплавы очень устойчивы к окислению и нагреву, и по этой причине они используются в качестве конструкционных материалов в аэрокосмической и автомобильной промышленности. Его биологическая

невинность делает его предпочтительным материалом для пищевой промышленности.

Титан и его сплавы обладают высокой механической прочностью и широко используются в машиностроении, имеют коррозионную стойкость, термостойкость, удельную прочность, низкую плотность и другие высокие характеристики, превосходящие другие металлы при высоких температурах. Этот металл является дорогостоящим по сравнению с другими металлами, но этот недостаток игнорируется из-за его более высокой производительности. А в некоторых случаях они являются единственным сырьем для оборудования или конструкций, изготовленных в определенных условиях.

Титановые сплавы играют важную роль в аэрокосмической технике, они имеют самую легкую структуру и необходимую прочность. Тi легче других металлов, но может работать при высоких температурах. Тi используется для материалов, крепежа, блоков питания, компонентов шасси и различных оригиналов. Кроме того, эти материалы используются при конструировании авиационных реактивных двигателей. Потому что это уменьшит его вес на 10-25%. Титановые сплавы могут также производить лопасти дисков и компрессоров, входные компоненты и направляющие двигателя, а также различные крепежные элементы.

Еще одна область применения титановых сплавов - ракетостроение. Эти проблемы могут быть решены, если двигатель ракеты требует кратковременной работы и быстрой усталости через плотный слой атмосферы, что вызывает усталость, статическую прочность и частичное ползучесть.

Поскольку теплостойкость не очень сильна, технический титан не подходит для использования в авиации. Однако он обладает чрезвычайно высокой коррозионной стойкостью, поскольку при комнатной температуре титан соединяется с кислородом, образуя очень тонкую и плотную оксидную пленку, которая не вступает в реакцию с большинством сильных кислот и оснований при комнатной температуре, включая царскую водку. Поэтому в

некоторых случаях его необходимо использовать в химической промышленности и судостроении. Он используется при изготовлении компрессоров или насосов для перекачки агрессивных веществ, таких как различные кислоты и кислые соли, а также при изготовлении труб, клапанов, автоклавов и различных типов резервуаров, фильтров. и так далее. Ti устойчив к коррозии во влажной среде по сравнению с другими металлами, поэтому хлор, хлор и кислотные растворы не реагируют с ним, поэтому материалы, необходимые для оборудования в хлорной промышленности, изготавливаются из этого металла. В судостроительной промышленности титан также используется при изготовлении винтов, гальванических лодок, подводных лодок, торпед и т. Д. Оболочка не прилипает к этому материалу, что значительно повышает сопротивление контейнера во время тренировки.

Соединения титана также широко используются в различных отраслях промышленности. Цементированный карбид (TiC) обладает высокой твердостью и может использоваться для изготовления режущих инструментов и абразивных материалов. Диоксид титана (TiO₂), а также бумага и пластик, могут быть использованы для нанесения покрытия. Органические соединения титана (например, тетрабутоксид титана) могут быть использованы в химической промышленности и при производстве покрытий в качестве катализаторов и отвердителей. Неорганическое соединение Ti используется в качестве добавки в химической промышленности для производства стеклянных волокон. Диборид (TiB₂) является важной частью металлообработки сверхтвердых материалов. Нитрид (TiN) используется для покрытия.

С развитием, титановые сплавы могут также использоваться в других областях, но их продвижение и использование затруднены из-за высокой стоимости и низкой распространенности.

1.3 Взаимодействие водорода с титаном и его сплавами

Система Ti-H описывается диаграммой состояний эвтектоидного типа, которая также показывает изобары равновесного давления водорода, показанного на рис. 1 [1, 2]

Водород образует твердые интерстициальные растворы в фазах α и β титана и титановых сплавов. В этом случае область β -фазы расширяется, а область α -фазы сужается водородом. Скорее всего, квазиинтерстициальный водород будет находиться в тетраэдрических пустотах в решетке ГПУ α фазы титана. В результате изменений электронной структуры α -фазы, вызванных ионизацией атома водорода, наблюдается уменьшение отношения осей c/a решетки ГПУ и ее термодинамической неустойчивости. В связи с этим растворимость водорода в α -фазе довольно низкая (0,002 мас.%) [3].

Водород, растворенный в β -фазе, может находиться в тетраэдрических пустотах ОЦК-решетки, как квадрант с эффективным зарядом, близким к единице. Однако по мере повышения температуры эффективный заряд квазिवодорода в β -фазе будет уменьшаться в меньшей степени, чем в α -фазе. Ионизация атомов водорода является причиной изменений электронной структуры β -фазы, что, в свою очередь, вызовет увеличение термодинамической стабильности фазы и вызовет высокую растворимость водорода в β -фазе (до 2,1 мас. %) [3].

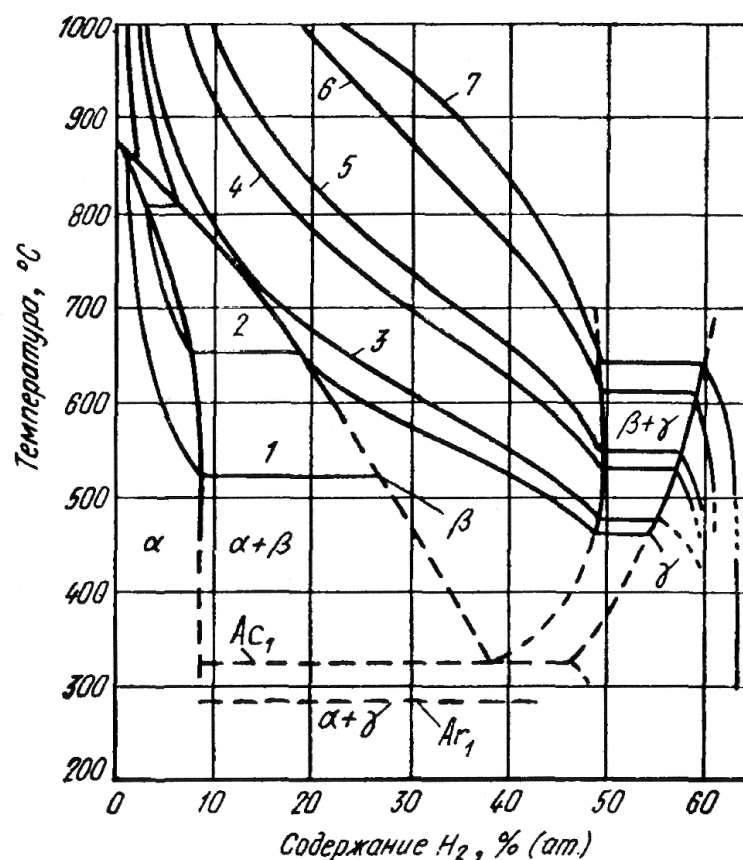


Рис. 1. Фазовая диаграмма титан-водород

атм:

1 – 0,001 атм; 2 – 0,005 атм; 3 – 0,01 атм; 4 – 0,05 атм; 5 – 0,1 атм;
6 – 0,5 атм; 7 – 1 атм[1]

Две линии на рисунке изображают преобразование бета-фазы в альфа-фазу и гамма-фазу. Температура, соответствующая процессу конверсии, находится от температуры нагрева Ac_1 до температуры охлаждения Ar_1 . Решетка из гидрида титанового сплава представляет собой тетрагональную решетку. Было обнаружено, что температура перехода AC_3 снижается с 1293k до 973k после добавления 1% мас. AC_3 - температура фазового перехода $\alpha + \beta \rightarrow \beta$

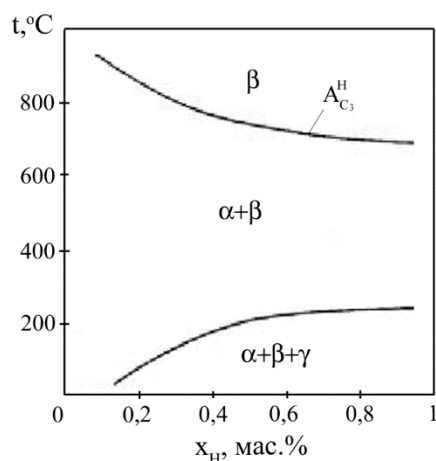


Рис. 2. Фазовая диаграмма температурно-концентрационных отношений водородсодержащего титанового сплава ВТ6 [4]

Водород в β -твердом растворе будет иметь тот же эффект, что и другой β -стабилизатор во время закалки, образуя фазовый состав титанового сплава.

В результате повышения устойчивости β -фазы по отношению к α -фазе во время гидрирования наблюдается снижение температуры, при которой начинается и заканчивается мартенситное превращение и происходит увеличение температурного диапазона, при котором прямые и обратные преобразования происходят. В присутствии водорода диффузионная подвижность основных легирующих элементов будет уменьшаться [5].

Следовательно, гидрирование титана и его сплавов может вызвать новые фазовые и структурные превращения в дополнение к изменениям фазового состава, поэтому необходимо изучить влияние водорода на структуру и фазовое превращение титана и его сплавов в различных структурных условиях.

1.4 Метод электронно-лучевого сплавления (EBM)

Электронно-лучевая плавка (Electron Beam Melting) представляет собой метод получения добавок для металлических изделий. Электронно-лучевое плавление (EBM) аналогично селективному лазерному плавлению (SLM) - основное отличие состоит в том, что EBM использует электронный эмиттер

вместо лазера в качестве источника способности плавления. В этом методе используется мощный электронный пучок для расплавления металлического порошка в вакуумной камере и укладка слоя для формирования желаемой формы в соответствии с контуром модели. В отличие от метода спекания, метод электронно-лучевой плавки дает вещество с особенно высокой плотностью и прочностью. [6].

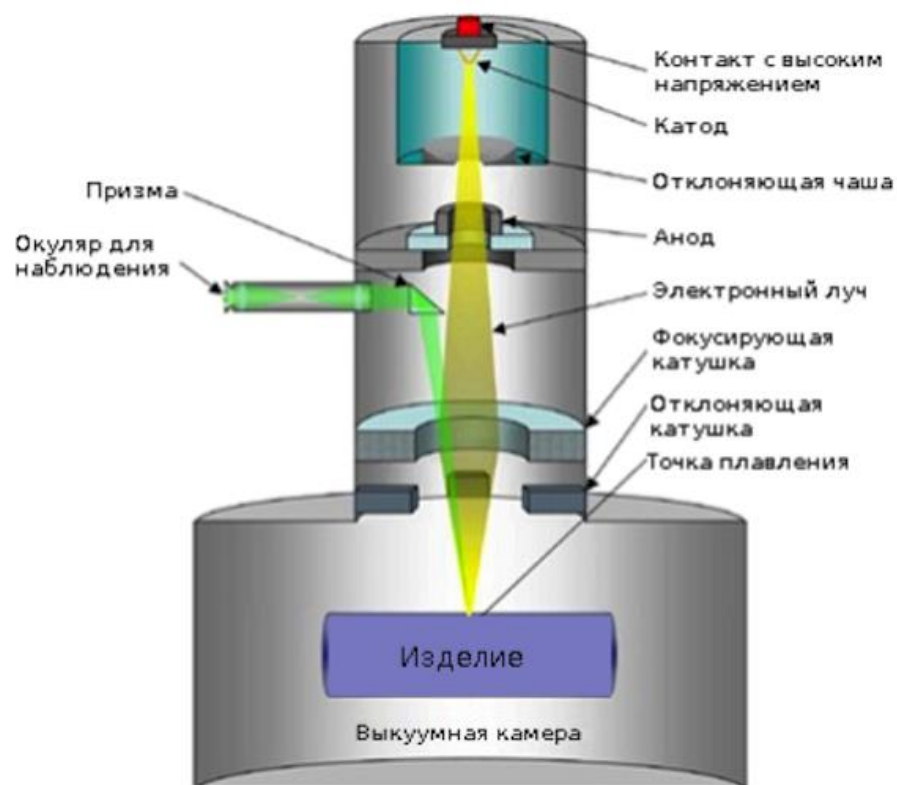


Рис.3. установка EBM

Технология

Электронно-лучевая плавка (Electron Beam Melting). В этой технике излучатель обладает очень высокой энергией для плавления материала. Использование мощного электронного пучка в вакуумной камере для плавления и нанесения слоя металлического порошка для получения желаемой модели материала.[7]

Процесс

Во-первый желаемый металлический порошок выливается на специальную платформу путем заливки или распыления, а затем его раскатывают и сплющивают валиком;

Во-вторых, согласно координатам, полученным с помощью компьютерного управления, поверхность материала бомбардируется электронами высокоэнергетической электронно-лучевой пушки. (Одновременно можно выполнить несколько частей. Это ускоряет процесс производства продукта.) Во-третий вакуум, создаваемый в вакуумной камере, составляет менее 1×10^{-4} Па, что способствует нагреву металла. В такой вакуумной среде свойства материала изменяются во время плавки.

В-четвертых, температура в вакуумной камере при печати составляет 640-700 ° С. Таким образом, все изделие равномерно нагревается, а после печати оно равномерно охлаждается по всей поверхности.

ГЛАВА 2. Материал и методы исследования

2.1 Материал исследования

Конструкционные α -сплавы, β -сплавы и $\alpha + \beta$ -сплавы используются при изготовлении крупных сварных и сборных авиационных конструкций. Цилиндры, используемые для изготовления, могут работать при внутренних давлениях в широком диапазоне температур от 196 до 450 ° С, а также многих других конструктивных элементах.

Таблица 1. технологические свойства ВТ6

Свариваемость:	без ограничений.
----------------	------------------

Таблица 2. механические свойства при T=20°C материала ВТ6

Прокат	Размер	Напр.	σ_b (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	KCU (кДж / м ²)
Пруток			900-1100		8-20	20-45	400
Пруток			1100-1250		6	20-45	300
Штамповка			1100-1250		10-13	35-60	400-800

Твердость ВТ6 после закалки и старения , Пруток	НВ 10 ⁻¹ = 293 - 361 МПа
Твердость ВТ6 после отжига , Штамповка	НВ 10 ⁻¹ = 255 - 341 МПа

Таблица 3. Физические свойства ВТ6

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	l	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	1.15		8.37	4450		1600

100		8.4	9.21			1820
200		8.7	10.88		0.586	2020
300		9	11.7		0.67	2120
400		10	12.56		0.712	2140
500			13.82		0.795	
600			15.49		0.8979	

α - Титановый сплав

α титановый сплав представляет собой однофазный сплав, состоящий из твердого раствора α -фазы с ГПУ решеткой. У них стабильная организация, износостойкость выше, чем чистый титан, антиокислительная способность. При 500-600 °С сохраняют свою прочность и сопротивление ползучести.[8].

α -сплавы характеризуются однофазной структурой. Они не упрочняются термической обработкой. Повышение их прочности достигается холодной пластической деформацией [9].

Кислород и азот имеют большую растворимость в α -фазе, оказывают значительное усиливающее действие на титановый сплав, но пластичность уменьшается. Растворимость водорода в α -фазе очень мала (примерно 0,1 масс.%). Превышение предела растворимости приведет к образованию гидроксида, в последствии возможно водородное охрупчивание. Содержание водорода в титановом сплаве обычно контролируется ниже 0,015% [8]

Алюминий улучшает стабильность альфа-фазы [9].

β - Титановый сплав

β -титановый сплав представляет собой β -фазовый твердый раствор, состоящий из однофазного сплава с ОЦК кристаллической решеткой [8].

β -сплав имеет высокопрочную и хорошую свариваемость, но плохую термическую стабильность [9].

β -сплавы в основном используются для изготовления лопастей компрессоров, пружин и крепежных деталей, которые работают при температурах ниже 350 °С [9].

Элементы, которые могут увеличить стабильность β -фазы, называются β -стабилизаторами. В этой группе элемент подразделяется на две подгруппы. Эвтектоидное разложение β -фазы происходит при достаточно низкой температуре в сплаве титана и первой группы элементов. Например Cr, Fe, Mn. Эти элементы называются β -эвтектоидными стабилизаторами. Во второй группе титановых сплавов β -твердый раствор поддерживается при комнатной температуре при достаточно высокой концентрации, и эвтектоидное разложение не происходит. Такой элемент называется изоморфным β -стабилизатором. Например V, Mo [9].

$\alpha + \beta$ титановый сплав

Большинство промышленных титановых сплавов имеют полную полиморфную трансформацию $\alpha + \beta \rightarrow \beta$ при температуре в диапазоне 750-1020 °С в зависимости от содержания и типа легирующих элементов и примесей (α - или β -стабилизаторов) [8].

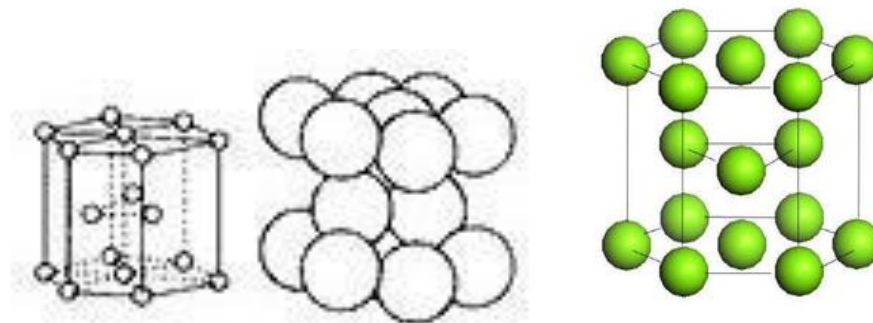


Рис. 4. Элементарная ячейка ГПУ структуры

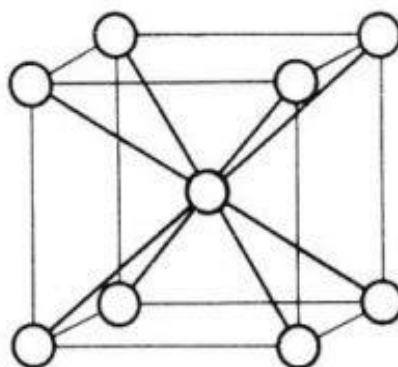


Рис. 5. Элементарная ячейка ОЦК структуры

Первая категория включает низколегированный сплав $\alpha+\beta$ -мартенсит (псевдо α -сплав). Среди них помимо алюминия также присутствует небольшое количество элемента, который стабилизирует β -фазу в пределах, близких к растворимости в α -титане. Этот тип сплава включает сплавы ОТ4-0, ОТ4-1, ОТ4, ВТ4 и сплавы ВТ20 (6% Al-2% Zr-Mo-1% V) с 1-5% Al и 0,8-2,0% Mn. Прочность на растяжение составляет от 500 до 950 МПа из-за этого легирования [8].

Вторая категория включает сплавы $\alpha+\beta$ -мартенситные сплавы среднего сорта: ВТ6С, ВТ6, ВТ14, ВТ23, ВТ23М (структура) и ВТ3-1, ВТ8, ВТ9 (теплота). Эти сплавы гасятся от температуры в β -области до α' -фазы. Самый прочный паяемый сплав ВТ23 используется для комплексного легирования четырех β -стабилизаторов с использованием более дешевых легирующих элементов из хрома и железа [8]. Третья категория включает высоколегированный сплав $\alpha+\beta$ -мартенсит [9].

2.2 Газофазное гидрирование с использованием автоматического композитного Gas Reaction Controller LP

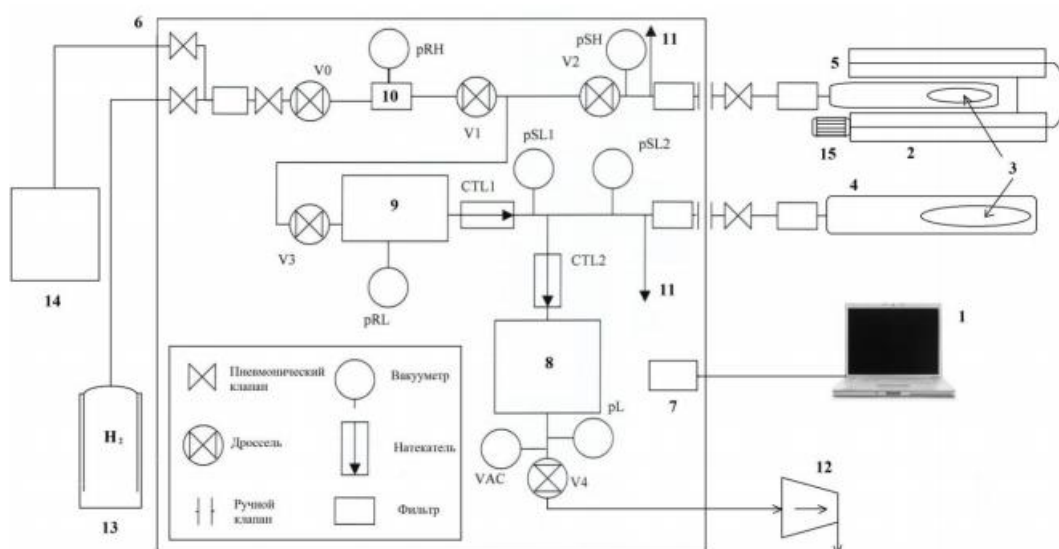


Рис. 6. Схема Gas Reaction Controller

На рисунке 6 показан автоматически интегрированный контроллер впрыска газа, который включает компьютер программного обеспечения LabVIEW, (1), печь высокой или низкой температуры (2), Вакуумная камера (3), имеющая низкое (4) и высокое (5) давление и контроллер (6). Контроллер состоит из электронной системы управления (7) и вакуумного блока. Секция вакуума включает контрольный объем (8), резервуар низкого давления (9), резервуар высокого давления (10), пневматические регулирующие клапаны и ручные клапаны, игольчатые клапаны, манометры, регулирующие клапаны и фильтры. Когда максимально допустимое давление превышено, система для удаления водорода (11) используется для обеспечения безопасности между каждым устройством всей системы. Для создания вакуумной среды в вакуумной колонне (12) используются мембранный насос и турбомолекулярный насос, которые могут создавать предварительный вакуум. Водород, используемый в реакции, подается в вакуумную систему через цилиндр (13) или генератор (14). Чтобы предотвратить повреждение кабеля из-за выделения огромного тепла, между печью и контроллером установлена система охлаждения (15).[10]

Целью создания комплекса автоматического контроллера газовой реакции является определение количества водорода, поглощаемого твердыми веществами и порошками в широком диапазоне температур и давлений. Принцип работы GRC представлен на рисунке 7.

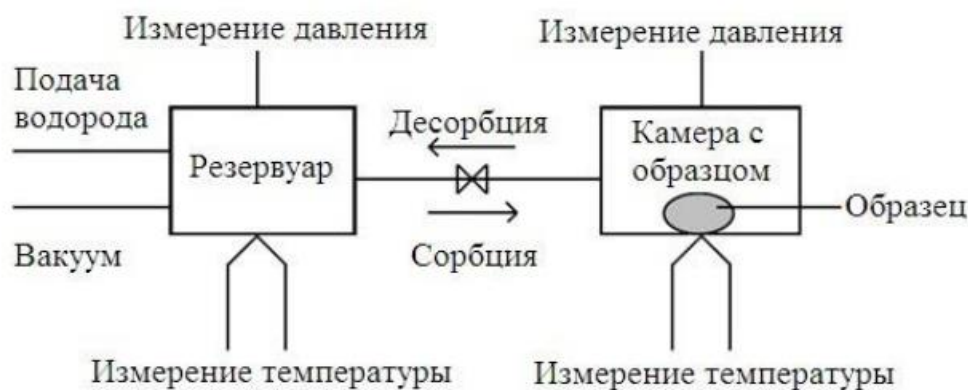


Рис. 7. Принцип работы Gas Reaction Controller LP

Требуемый водород добавляется в бак, и молярный объем (N_0) доставляемого водорода определяется путем изменения температуры и давления внутри камеры. После этого между резервуаром и реакционной камерой открывается клапан для переноса водорода из резервуара в реакционную камеру, и во время реакции металл гидрируется водородом для поглощения определенного количества водорода. Наконец, после завершения реакции можно получить сумму молярного количества водорода в вакуумной реакционной камере и молярной массы (N_g) непрореагировавшего водорода в резервуаре.

Молярное количество водорода, добавляемого в твердое вещество (N_s), можно рассчитать по формуле (1).

$$N_s = N_0 - N_g$$

(1)

Если известно, что количественное количество водорода (N_{so}) присутствует в твердом веществе до реакции, содержание водорода в этой части должно быть введено до начала реакции. Начальная концентрация водорода в твердом веществе затем изменяется на формулу (2).

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

До и после реакции образца температура в камере, а также объем камеры и давление варьировались для изменения количества водорода. Подставляя формулу (3) в формулу (1).

$$B(T) = B_0 - A_0/RT - c/T^3, C(T) = -B_0b + A_0a/RT - B_0c/T^3, D(T) = B_0bc/T^3 \quad (3)$$

Постоянное значение для водорода, $A_0 = 0,1975$, $a = -0,00506$, $B_0 = 0,02096$, $b = -0,04359$, $c = 504$. [10]

Используя уравнения (3) и (4), число молекул газа рассчитывается по известным уравнениям (5) при известных объемах, давлениях и температурах.

$$n = (pV/RT)/(1 + B(T) n/V + C(T) n^2/V^2 + D(T) n^3/V^3) \quad (5)$$

Из формулы (6) можно определить относительный процент поглощенного водорода (wt).

$$wt = N_S \cdot M_G / m \cdot 100 \quad (6)$$

где m – масса водорода и M_G – молярная масса газа ($2 \cdot 1,0079$ для водорода).

Значение n определяется экспериментально. Количество поглощенного водорода определяется по абсолютной величине (см^3) и относительной величине (мас.%). Абсолютное количество поглощенного водорода равно молярному объему поглощенного водородом твердого вещества, умноженному на 22413,6. Уравнение 6 используется для расчета относительного количества поглощенного водорода.

Если молярная масса образца известна, отношение (x) атома газа к атому образца может быть рассчитано по уравнению (7).

$$x = 2N_S/n/M = 2M/M_G \cdot wt/100 = M \cdot wt/100.79 \quad (7)$$

2.3 Измерение концентрации водорода при помощи анализатора RHEN602

Анализатор RHEN600 измеряет количество водорода в большом количестве металлов и неорганических материалов путем плавления материала в инертном газе. Устройство использует программу, которая работает под Windows. Образец помещают в восстановительную среду графитового тигля, чтобы расплавить его в потоке инертного газа. Водород в образце выделяется в виде молекул и измеряется в индуцированных теплом клетках.

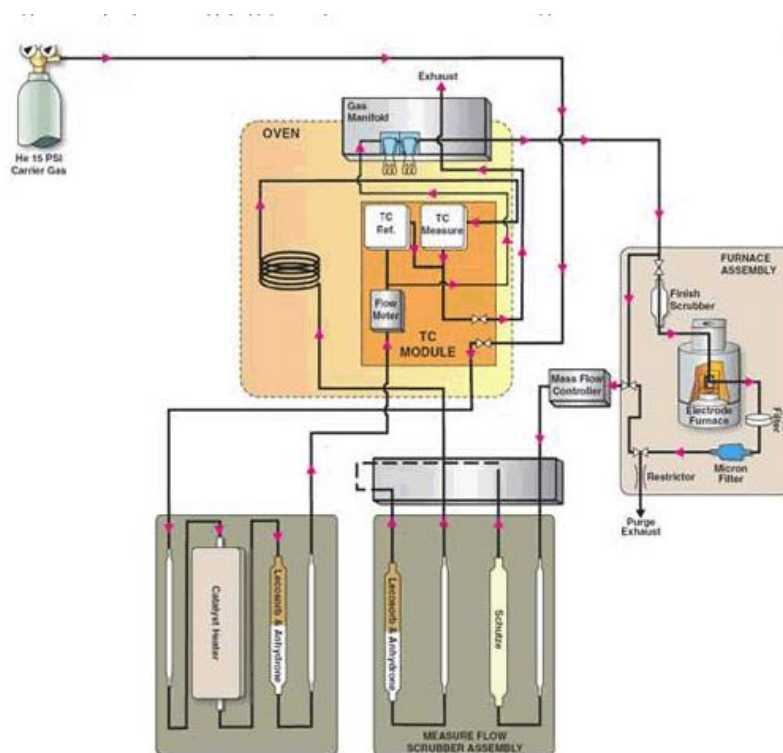


Рис. 8. Схема анализатор RHEN600

Одним из методов определения содержания водорода в исследуемом материале является метод экстракции водорода в среде инертного газа (аргон). На данном методе основана работа анализатора водорода RHEN602 фирмы LECO (рисунок 8). [10]

Принцип измерения содержания водорода основан на регистрации изменения теплопроводности в измерительной части термокондуктометрической (ТК) ячейки. На рисунке 4 приведена блок-схема

анализатора RHEN602 фирмы LECO. Принцип работы термокондуктометрической (ТК) ячейки основан на измерении теплопроводности проходящего газа. Провода, имеющие высокотемпературное удельное сопротивление (например, Pt, W, их сплавы, Ni и т. Д.), Помещаются в полость металлического блока детектора за счет теплопроводности. Когда DC проходит, потоки начинают нагреваться. Когда нить промывают чистым газом-носителем, ее температура остается постоянной, поскольку она теряет постоянное тепло. Как только нить начинает промывать газ, содержащий примеси различной теплопроводности, температура нити начинает меняться. Это приводит к изменению сопротивления резки. Изменение сопротивления пряжи измеряли с помощью моста Уинстона. Если температуры двух нитей одинаковы, а сопротивление одинаково, мост находится в равновесии. Когда состав газа изменяется, сопротивление нити накаливания изменяется, возникает дисбаланс и формируется выходной сигнал. Детектор выполнен с возможностью реагировать на все компоненты, кроме газа-носителя[11, 12].

Особенности и преимущества:[10]

1. Программное обеспечение под Windows с гибкими настройками для производственных и исследовательских задач
2. Стандартный интерфейс включает информацию об образце и статистику
3. Передовая технология конструкции ячейки теплопроводности позволяет получать ещё большую точность и стабильность результатов.
4. Высокая чувствительность до 0.001 ppm Н
5. Вес пробы до 6 г позволяет улучшить точность и повысить пределы обнаружения
6. Программируемая скорость нагрева импульсной печи (возможность определения поверхностного и растворённого водорода)
7. Калибровка по газовой дозе или стандартному образцу
8. Предусмотренные методики

9. Встроенная самодиагностика

Сигналы, полученные от измерительной части блока ТС, оцифровываются с использованием аналого-цифрового преобразователя, а затем отправляются на ПК для дальнейшей обработки с использованием программного обеспечения.

Рассчитываются концентрацию водорода по формуле 8.

$$wt = kx + b \quad (8)$$

где k – калибровочная константа.

2.4 Изучение распределение по глубине водорода с помощью тлеющего разряда в плазменном спектрометре Profiler 2

Спектрометр тлеющего разряда является инструментом для измерения спектров методом атомно-эмиссионной спектроскопии для измерения спектра излучения различных элементарных атомов в плазме тлеющего разряда, которая представляет собой поэтапный процесс катодного распыления с исследуемой поверхности. дуюм Результатом спектрометра является контур многоэлементного анализа послойного образца. Наличие радиочастотного источника позволяет проводить анализ непроводящих материалов. Оптическая система такого атомно-эмиссионного спектрометра может быть использована для одновременного определения десятков компонентов.[10]



Рис. 9.Спектрометр тлеющего разряда Profiler 2

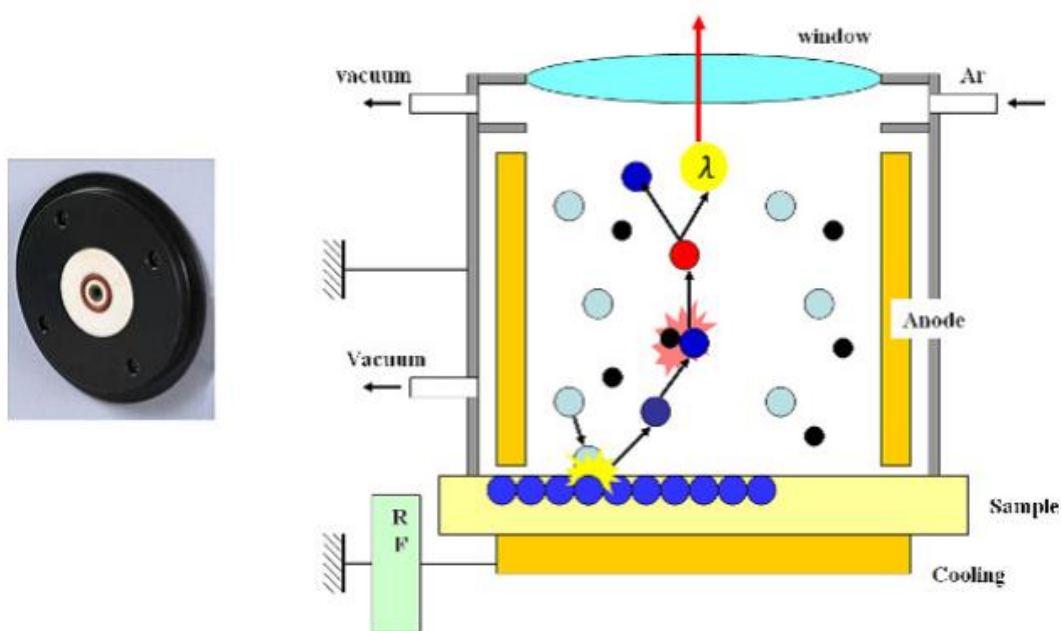


Рис. 10.СхемаСпектрометр тлеющего разряда Profiler 2

Материал анода - медь и имеет диаметр 4 мм. Поместите образец на катод. Затем, чтобы отделить анод от катода, необходимо керамическое уплотнительное кольцо. Соедините образец с источником с помощью керамического уплотнительного кольца. Газ во всем пространстве между анодной частью и образцом и керамическим уплотнительным кольцом должен быть отведен для приведения его в вакуумное состояние, а затем газообразный газ аргон подается в трубку. Атомы аргона ионизируются в

ионы после прохождения через электрическое поле. После этого под действием магнитного поля и электрического поля ионы аргона ускоряются в вакууме. Следовательно, ионы аргона обладают высокой энергией и могут взаимодействовать с поверхностью образца. Частицы, выброшенные с поверхности образца, снова падают в плазму, образуя новую плазму и снова выполняя серию реакций. Элементы, содержащиеся в образце, могут быть получены путем анализа спектра. Спектр представлен спектрометром.

Этот прибор может использоваться для анализа образцов с низкой проводимостью и низкой проводимостью. Геометрия источника света обеспечивает выброс только образца. Глубина распыления зависит от типа образца и обычно составляет от нескольких нанометров до 150-200 микрон.

Его основное преимущество состоит в том, что узкая линия в методе, основанном на возбуждении заряда люминесценции, имеет высокую температуру газа в искровом разряде, а тлеющий разряд противоположен противоположному. Поскольку ионная бомбардировка вызывает катодное распыление на поверхности образца, атомы образца, поступающие в область возбуждения спектра, имеют нетепловые свойства. Благодаря этой характеристике можно калибровать одну линию во всем диапазоне концентраций.

Изучение фазового состава, структурных параметров и анализа толщины слоя никеля на дифрактометре XRD-7000S

Рентгеновский дифрактометр XRD-7000 используется для анализа кристаллической структуры вещества в нормальных атмосферных условиях. Этот метод не является разрушительным. Дифракция возникает после того, как рентгеновские лучи, сфокусированные на образце, установленном вдоль оси спектрометра (гониометр), падают на образец. Изменение интенсивности дифрагированного рентгеновского излучения регистрируется, и угол поворота образца графически представлен. Получена дифракционная картина образца. Параметры решетки можно рассчитать по высоте пика или площади пика. Пиковые углы и профили могут использоваться для определения

размера частиц и кристалличности, а также для точного рентгеноструктурного анализа.

Фазовое состояние и основные параметры образца до и после гидрирования, а также анализ толщины слоя никеля можно определить с помощью дифрактометра XRD-7000S. Дифрактометр использует излучение $\text{Cu K}\alpha_{1/2}$. Основные параметры съемки дифрактограмм были следующие: скорость съемки – $2^\circ/\text{min}$; шаг съемки – 0.03° ; диапазон углов – $20-90^\circ$; набор данных в одной точке 1.5 секунды. Средний размер кристаллитов определялся при помощи основного отношения Дебая Шеррера.[10]

Чтобы наблюдать изменение глубины проникновения, можно изменить угол падения рентгеновского луча во время асимметричного сканирования. На рисунке 11 показан эксперимент.

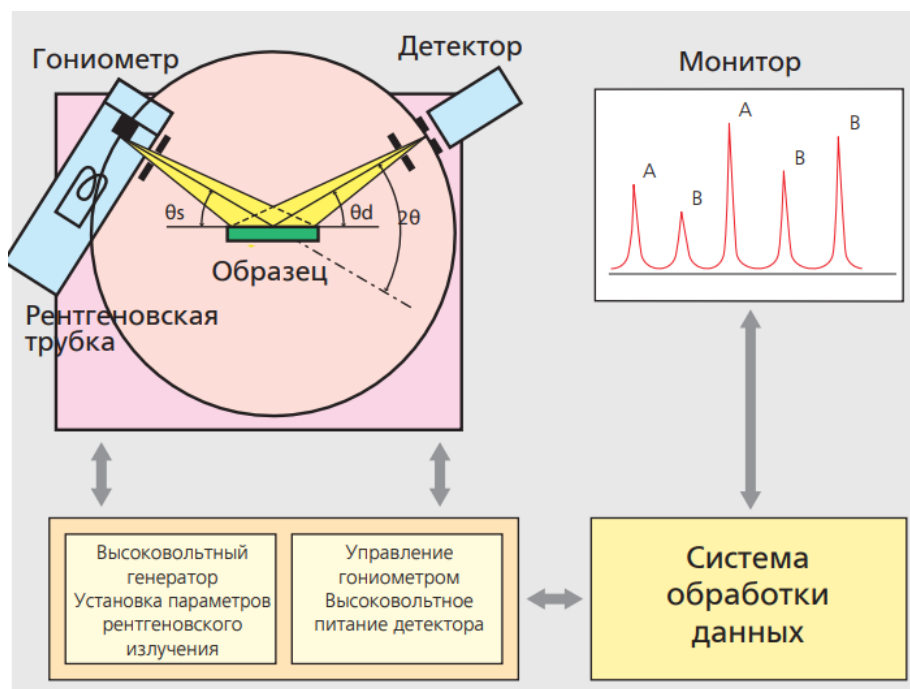


Рис. 11. Методы получения симметричных (пунктирная линия) и асимметричных (сплошная линия) тонкопленочных дифракционных картин

Когда угол падения постепенно уменьшается, сигнал с подложки постепенно исчезает. Рассчитаем толщину покрытия по уравнению (9):

$$h = \frac{\ln(1-R)\sin\alpha\sin(2\theta-\alpha)}{\mu(\sin\alpha+\sin(2\theta-\alpha))}$$

(9)

Где α - угол падения, θ - угол скольжения (угол Брэга), μ - коэффициент линейного поглощения, R - доля излучения. Когда толщина никелевого покрытия может быть определена, значение R составляет 0,95.

Кроме того, толщина слоя никеля в зависимости от времени магнетронного распыления определяется путем анализа распределения элементных распределений по глубине образца. XRD-7000S используется во многих отношениях. Например: анализ керамики и огнеупоров, анализ объектов окружающей среды, природных ресурсов, анализ черных и цветных металлов, машиностроение, автомобилестроение, судостроение, технологии.

ГЛАВА 3 Анализы данных и изображений экспериментальных результатов

Образцы были насыщены водородом. В итоге масса образцов изменилась. Результаты приведены в таблице.

Таблица 4. Качество и процентное содержание водорода до и после гидрирования ВТ6

Чистота/%	$M_1/\text{г}$ (без Н)	$M_2/\text{г}$ (+Н)	Коэффициент $T/\%$
0.27	0.2220	0.2231	0.49
0.34	0.5163	0.5171	0.15
0.53	0.3307	0.3308	0.03
0.38	0.3687	0.3691	0.1
0.61	0.2490	0.2494	0.16
0.68	0.2877	0.2875	/

$\rho=4.509\text{г/см}^3$ $T=650^\circ\text{C}$ $P=2\text{Атм}$ $t=98\text{м}$

CH_2 volume 143 водород из бассейна

Нагрев по профессии 6°C/мин до $T=650^\circ\text{C}$

можно привести таблицу- первый столбик это масса до водорода, второй- после водорода, третий-коэффициент поглощения.

Так же был построен график зависимости давления в камере от времени.

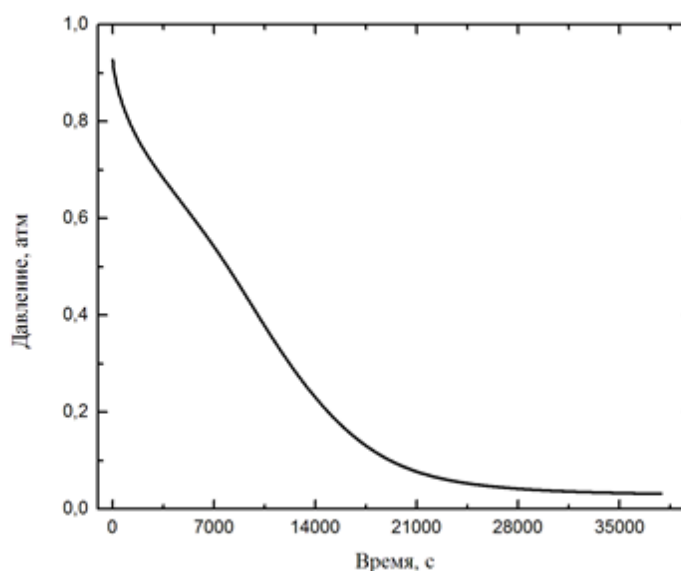


Рис. 12. Отношение времени и давления процесса гидрирования

Подготовленные образцы имели $\varnothing$ 10 мм и толщину 2 мм. Образец разрезали методом электроискровой резки (химический состав образца показан в таблице 5). Чтобы удалить оксидную пленку с поверхности образца, поверхность образца обрабатывается шлифовкой и полировкой после резки. Кроме того, образцы отжигали в вакууме при 750 ° С в течение 60 минут, чтобы удалить дефекты образца и поверхностное натяжение.

Таблица 5. Химический состав титанового сплава (в %)

Fe	C	Si	N	Ti	O	H	Примесей
0,18	0,07	0,1	0,04	98,6-99,7	0,18	0,12	0,3

Реакцию насыщения водородом проводили при температуре 600 ° С, а давление водорода в камере составляло 2 атм. Использовать автоматизированный комплексный регулятор газовой реакции LPB в течение одного часа [14]. После завершения реакции концентрацию водорода измеряли с использованием анализатора водорода RHEN602 от LECO. Кривая распределения водорода получена на плазменном спектрометре с тлеющим зарядом [15] GD-Profilер 2 от Horiba. Фазовый состав и структурные параметры насыщенных образцов исследовали на дифрактометре XRD-6000 с использованием $\text{CuK}\alpha$ -излучения.

3.1 Накопление и распределение водорода

Зависимость между временем наводороживания и содержание водорода показана на рисунке 13.

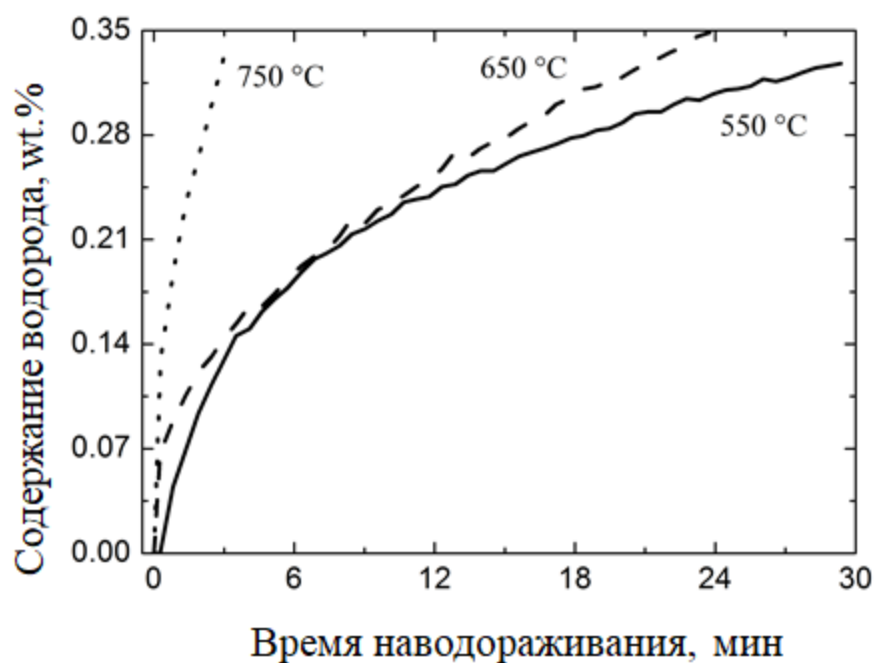


Рис. 13– Кривые сорбции водорода титановым сплавом в диапазоне температур 550 – 750 °С

Расчетным путем может быть получена скорость трех стадий гидрирования титанового сплава. Результаты показаны в таблице 6.

таблице 6 Скорость реакции на разных стадиях

Стадия гидрирования (разная фаза водорода)	Стадия 1(α)	Стадия 2 (α + β)	Стадия 3(β)
Скорость сорбции, масс.%/мин При температуре 550°С	0,029	0,011	0,004
Скорость сорбции, масс.%/мин При температуре 650°С	0,021	0,012	0,006
Скорость сорбции, масс.°%/мин При температуре 750°С	0,097	0,051	0,049

Видно, что при постоянной температуре 750 градусов в гидрировании титановых сплавов существует три разных стадии. На первой стадии (скорость поглощения составляет около 0,097 мас.% /мин) скорость реакции самая высокая, и все металлы находятся в альфа-фазе. Затем на второй стадии (скорость поглощения составляет около 0,051 мас.% /мин) скорость поглощения становится низкой, и часть металла представляет собой β -фазу, но большая часть металлической фазы представляет собой $\alpha + \beta$. Со временем, достигнув третьей стадии, скорость продолжала снижаться и оставалась на уровне 0,049 мас. % /мин. Металл завершает переход от чистой α к чистой β . В отличие от других температур, существует только скорость реакции, и процесс реакции аналогичен.

После насыщения водородом распределение элементов в образцах титанового сплава при различных температурах (550°C -750°C) показано на рисунке 14-16. После реакции гидрирования в газовой фазе в образце образуется поверхностный слой с высоким содержанием водорода. На рисунке показано, что интенсивность сигнала титана составляет около половины интенсивности сигнала водорода, из чего можно сделать вывод, что слой состоит из гидрида титана. В дополнение к этому, толщина гидридного слоя может быть оценена по кривой распределения элементов.

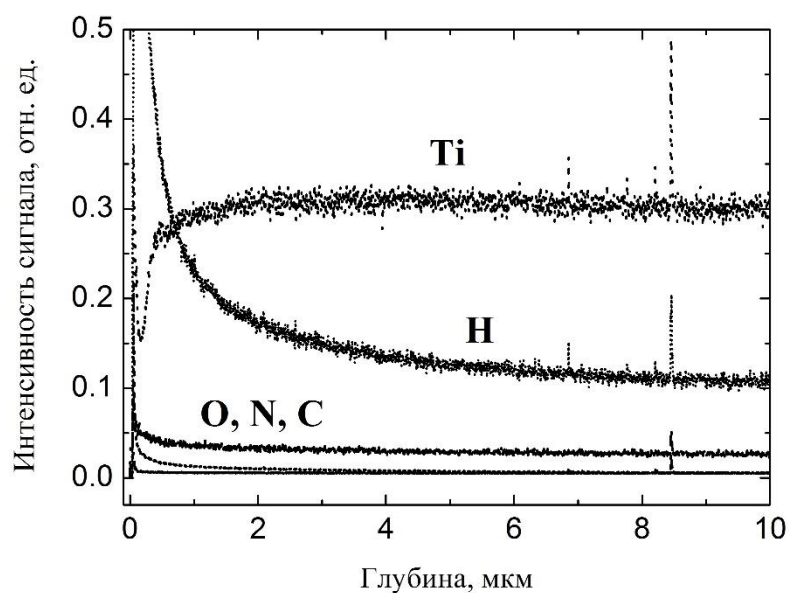


Рисунок 14. Профиль распределения элементов в образцах титанового сплава после насыщения водородом при 550 °С

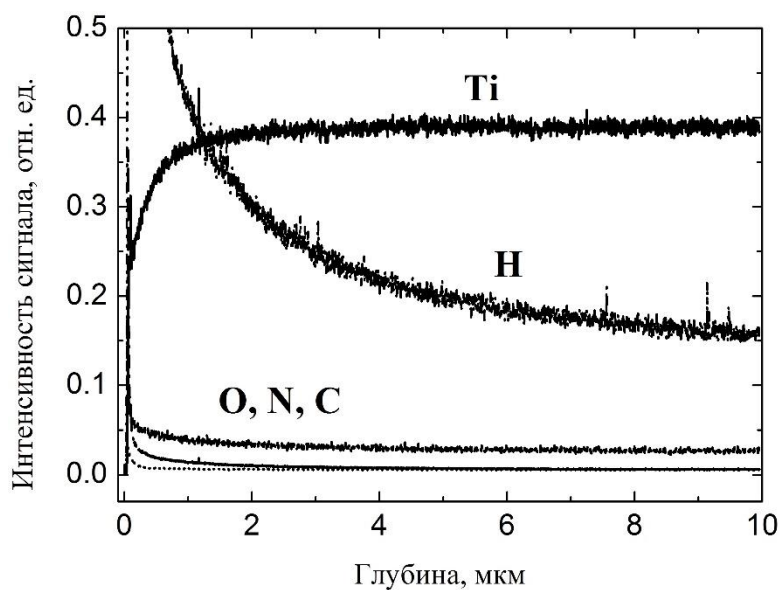


Рисунок 15. Профиль распределения элементов в образцах титанового сплава после насыщения водородом при 650 °С

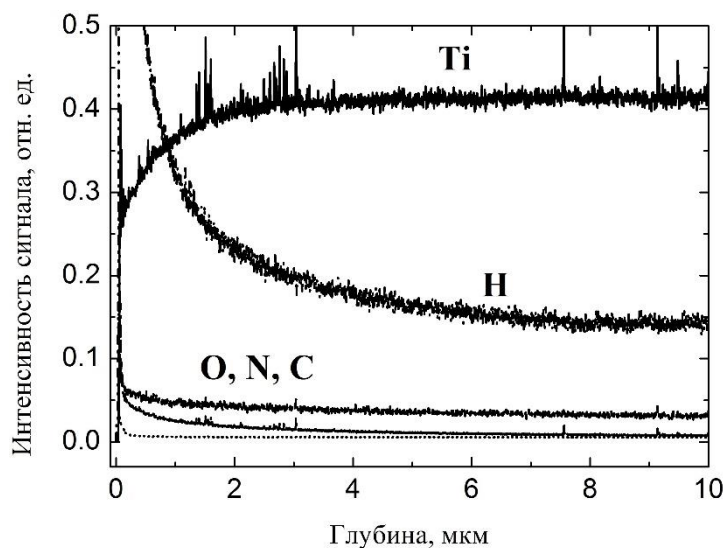


Рисунок 16. Профиль распределения элементов в образцах титанового сплава после насыщения водородом при 750 °С

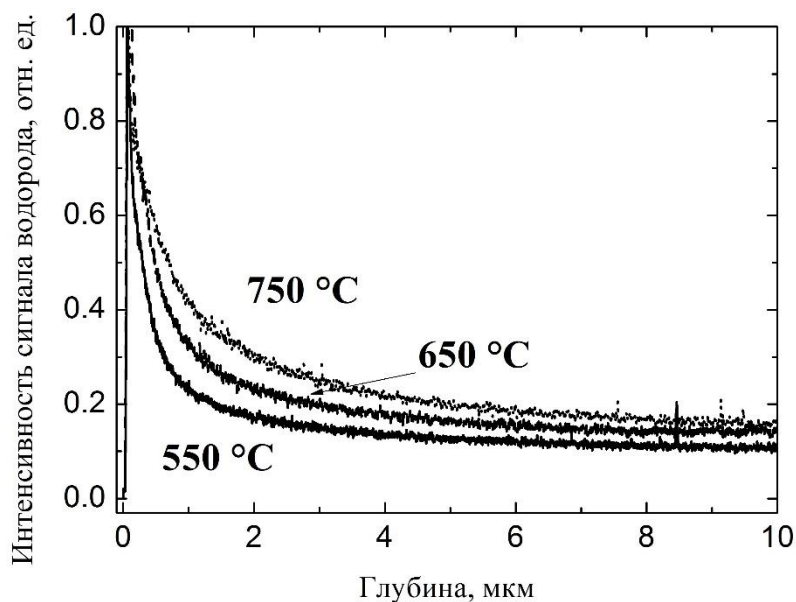


Рисунок 17. Профиль распределения водорода в образцах титанового сплава после насыщения водородом при 550-750 °С

После насыщения из газообразной среды распределение водорода в образце титанового сплава таково, что с увеличением глубины гидридного слоя уровень сигнала водорода не уменьшается до исходного значения. Когда водород из газообразной среды насыщается при высоких температурах, водород диффундирует на глубину образца и накапливается по всему объему образца при достаточном времени насыщения. Как видно из рис. 17, чем выше температура, тем больше содержание водорода.

Вывод

В настоящей работе проведено исследование накопления и распределения водорода в титановом сплаве ВТ6 при газофазном наводороживании. Показано, что при температуре 750 °С достигается наибольшая скорость сорбции водорода и максимальная концентрация водорода, при этом водород в материале распределен равномерно.

ГЛАВА 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Организация и планирование работ

В процессе организации реализации конкретных проектов необходимо разумно планировать ситуацию с занятостью участников и рабочее время каждого человека. В следующей таблице 7 перечислены люди и имена, вовлеченные в работу.

Таблица 7 Участники проекта

№ раб.	Исполнители	Имя
1	Научный руководитель (НР)	Кудияров Виктор Николаевич
2	Исполнитель (И)	Цзя Ваньцин

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

Таблица 8 Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР	НР – 100%
Определите тему и обсудите фактическое применение, связанное с темой.	НР, И	НР – 40% И – 60%
Разработать экспериментальный план и график	НР, И	НР – 100% И – 20%

Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30% И – 70%
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	НР – 100% И – 50%
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	НР – 100% И – 80%
Горячая обработка металлических материалов и сбор экспериментальных данных	НР	НР – 100% И – 90%
Экспериментальный анализ данных	НР, И	НР – 10% И – 90%
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И	НР – 40% И – 80%
Оформление графического материала	НР, И	НР – 100% И – 70%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

4.1.1 Продолжительность этапов работ

Существует два способа расчета продолжительности этапа работы.

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

Второй метод - опытно-статистический метод, который может быть реализован двумя способами: 1) аналоговый, 2) экспертный. Аналоговый метод возможен только при наличии устаревшего симулятора в поле зрения исполнителя. В большинстве случаев его можно применять только локально -

для отдельных элементов (этап работы). Так что выбирайте экспертный метод для оценки. Экспертные методы пригодны для использования при отсутствии информационных ресурсов, а эксперты в конкретных предметных областях проводят необходимые количественные оценки на основе своего профессионального опыта.

Рассчитайте время, необходимое для каждого шага работы, по следующей формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (4,1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} \quad (4.2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, $K_{вн} = 1,2$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, $K_{д} = 1,1$

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot T_{к} \quad (4,3)$$

где $T_{кд}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{к}$ – коэффициент календарности, решение по формуле:

$$T_{к} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22 \quad (4, 4)$$

где $T_{кал}$ – календарные дни ($T_{кал} = 365$);

$T_{вд}$ – выходные дни по кадровым вопросам. Вопросы применения ст. 111 ТК РФ, ($T_{вд} = 52$);

$T_{пд}$ – праздничные дни по кадровым вопросам. Вопросы применения ст. 112 ТК РФ, ($T_{пд} = 14$).

Таблицы 9 Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					Т _{РД}		Т _{КД}	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач	НР	4	5	4.4	3.67	-	4.48	-
Составление и утверждение ТЗ	НР	2	3	2.4	1.83	-	2.23	-
Определите тему и обсудите фактическое применение, связанное с темой.	НР, И	6	11	8	2.93	4.4	3.57	5.37
Разработать экспериментальный план и график	НР, И	4	6	4.8	4.4	0.88	5.37	1.07
Обсуждение литературы	НР, И	6	8	6.8	1.87	4.36	2.28	5.32
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	9	17	12.2	11.18	5.59	13.64	6.82
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	3	12	6.6	6.05	4.84	7.38	5.90
Горячая обработка металлических материалов и сбор экспериментальных данных	НР	40	50	44	40.3	36.3	49.17	44.29
Экспериментальный анализ данных	НР, И	16	19	17.2	1.58	14.19	1.93	17.31
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, И	6	8	6.8	2.49	4.99	3.04	6.09
Оформление графического материала	НР, И	15	20	17	15.58	10.91	19.01	13.31
Подведение итогов	НР, И	3	7	4.6	2.53	4.22	3.09	5.15
Итого:				144.2	94.41	90.68	115.19	110.63

Этап	НР	И	ноябрь			декабрь			февраль			март			апрель
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	4.4 8	-													
2	2.2 3	-													
3	3.5 7	5.3 7													
4	5.3 7	1.0 7													
5	2.2 8	5.3 2													
6	13. 64	6.8 2													
7	7.3 8	5.9 0													
8	49. 17	44. 29													
9	1.9 3	17. 31													
10	3.0 4	6.0 9													
11	19. 01	13. 31													
12	3.0 9	5.1 5													

НР- И-

4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Стоимость создания проекта включает в себя все затраты, необходимые для реализации каждой из задач, которые составляют эту разработку. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат: материалы и покупные изделия; заработная плата; социальный налог; расходы на электроэнергию (без освещения); амортизационные отчисления; командировочные расходы; оплата услуг связи.

4.2.1 Расчет затрат на материалы

Во-первых, расходы включают материальные затраты, приобретенные продукты, полуфабрикаты и другие материальные ценности, которые непосредственно потребляются при работе объекта проектирования. Для покупки большого количества предметов, например цены листа сплава Э110, мы используем метод взвешивания. Цена за единицу товара принимается за среднюю рыночную цену. Хотя цена на оптовую торговлю будет намного ниже, чем средняя рыночная цена, мало влияет на небольшое количество протестированных образцов.

Таблицы 11 Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Единица измерения	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Образец ВТ6	см ³	30	2	60
Резиновые перчатки	шт.	100	2	200
Шлифовальная бумага	шт.	60	5	300
Ручка	шт.	20	1	20
мешочек	шт.	10	1	10
Итого:				590

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 590 * 1,05 = 619,5$ руб.

4.2.2 Расчет заработной платы

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \frac{МО}{\frac{298}{12}} = \frac{МО}{24,83}$$

Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:

$$К_{\text{ПР}} = 1,1; К_{\text{доп.ЗП}} = 1,188; К_{\text{р}} = 1,3.$$

Поэтому необходимо добавить тарифы к базовой зарплате и оценить соответствующий коэффициент. Формула для расчета коэффициента выглядит следующим образом

$$К_{\text{и}} = К_{\text{ПР}} * К_{\text{доп.ЗП}} * К_{\text{р}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699.$$

Таблицы 12 Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	29568	1190.82	115	1,699	137170.56
СД	15 470	623.04	110	1,699	68926.92
Итого:					206097.48

4.2.3 Расчет затрат на социальный налог

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

$$С_{\text{соц.}} = С_{\text{зп}} * 0,3 = 206097.48 * 0,3 = 61829.244 \text{руб.}$$

4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Рассчитайте счет за электроэнергию, необходимый для теста. Вам нужно знать местную цену на электроэнергию, мощность устройства и сколько времени использовать, рассчитываемые по формуле:

$$\text{Сэл. об.} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность кВт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

$C_{\text{э}}$ – цена на 1 кВт·час; $C_{\text{э}} = 5,748$ руб./кВт.час (в ТПУ).

Поскольку спектральные данные были записаны, экспериментальное оборудование работало 24 часа, и данные были получены в режиме реального времени с помощью удаленного компьютера. Поскольку экспериментальный метод имеет излучение частиц высокой энергии, он минимизирует контакт между людьми и оборудованием. Эта операция приведет к тому, что рабочее время экспериментального оборудования будет больше рабочего времени человека.

В таких случаях $t_{\text{об}}$ определяется путем прямого учета, особенно если использование соответствующего оборудования ограничено.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_{\text{с}}$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{с}} = 1$ (оборудование малой мощности).

Результаты расчета стоимости электроэнергии следующие таблице

Таблице 13

п/п	Наименование оборудования	Время работы $t_{\text{об}}$ (ч)	Потребляемая Мощность $P_{\text{об}}$ (кВт)	Цена единицы оборудования, $C_{\text{э}}$ (кВт/ч);	Затраты на электроэнергию, руб.
.	Автоматизированный комплекс GRC	620	0,52		1853,2

.	Масс-спектрометр	410	0,04	5,748	94,3
.	Компьютер	620	0,22		784,0
.	Нагреватель	520	0,29		866,8
.	Источник питания	620	0,03		106,9
	Итого	2790	1.1		3705,2

4.2.5 Расчет амортизационных расходов

В учете затрат учитывается не только счет за электроэнергию оборудования, но и амортизация оборудования. Используется формула.

$$C_{AM} = \frac{H_A * C_{OB} * t_{pf} * n}{F_d}$$

где H_A – годовая норма амортизации; ($H_A=12,5\%$ по приложению 1)

C_{OB} – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования ($301*24=7224$ ч)

t_{pf} – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, задается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Результаты расчета нормы амортизации в таблице 5.7

Таблицы 14

№ п/п	Наименование оборудования	Количество (n).	Цена единицы оборудования, руб (C_{OB})	Общая стоимость оборудования, руб.	Время работы, t_{pf} (ч)	Амортизация руб
1.	Автоматизированный комплекс GRC	1	12000	12000	620	128,7

2.	Масс-спектрометр	1	7800	7800	410	55,3
3.	Компьютер	1	8000	8000	620	85,8
4.	Нагреватель	1	6800	6800	520	61,2
5.	Источник питания	1	5 700	5700	620	61,2
	Итого			40300	2790	392,2

4.2.6 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – 150 руб./день.

Время пребывания в командировке составило 10 календарных дней (с учетом дней приезда и отъезда); оплата проживания в общежитии 500 руб./день*8 дней = 4000 руб. (основные расходы за счет принимающей стороны); оплата проезда по ж.д. в обе стороны – 4720 руб.; аренда специальных приборов – 4000 руб.; консалтинговые услуги – 2000 руб. Итого по данному пункту $C_{\text{нп}} = (10 - 2) \cdot 150 + 4000 + 4720 + 4000 + 2000 = 15920$ руб.

4.2.7 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1$$

Для нашего примера это

$$C_{\text{проч}} = (590 + 206097.48 + 61829.244 + 3705.2 + 392,2 + 15920) \times 0,1 \\ = 28853.4124 \text{ Руб}$$

4.2.8 Стоимость всех проектов

Консолидировать и суммировать расходы по вышеуказанным разделам. Все затраты на этот эксперимент представлены в таблице 15 ниже.

Таблицы 15 Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	590
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	206097.48
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	61829.244
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	3705.2
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	392,2
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нп}}$	15920
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	28853.4124
Итого:		317387.5364

Исследование стоило всего 317387.5364 рублей. Этот эксперимент не имеет рыночного значения, только для изучения защиты материалов из сплава циркония в ядерных реакторах. Следовательно, оценка его экономической эффективности невозможно.

4.2.9 Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В нашем случае она составляет руб. 31738.75364 (10 %) от расходов на разработку проекта.

4.2.10 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(317387.5364 + 31738.75364) * 0,2 = 69825.258$

4.2.11 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае $C_{\text{НИР(КР)}} = 317387.5364 + 31738.75364 + 69825.258 = 418951.55 \text{руб.}$

4.3 Оценка экономической эффективности проекта

Так как работа носит исключительно научный характер, то оценка ее экономической эффективности невозможна.

ГЛАВА 5. Социальная ответственность

Введение

Работа проводилась в кафедре Общей физики на физико-техническом институте Национального исследовательского Томского политехнического университета. Данная научно-исследовательская работа выполнялась в помещении кафедры в ТПУ общей физики третьего корпуса Томского Политехнического университета в Н2. Помещение оснащено видео-дисплейными терминалами (ВДТ), персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ), компьютерными столами, стульями и противопожарной сигнализацией.

Для выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Накопление и распределение водорода в титановых сплавах при газофазном наводороживании» использовались некоторые инструменты. Главным из них является автоматизированный комплекс GRC. Автоматизированный комплекс GRC разработан для определения количества сорбированного газа различными твердыми телами в различных диапазонах температур и давлений. Принцип работы GRC можно понять из рисунка 7. При работе на комплексе Gas Reaction Controller LP на работников возможно воздействие следующих вредных факторов: Микроклимат; компьютер; опасность поражения электрическим током; воздействие высокой температуры; эксплуатация газовых баллонов (аргон), работающих под давлением. При неисправности в работе комплекса Gas Reaction Controller LP возможна утечка газа, возгорание. Итак, это необходимо исследовать его социальная ответственность. В разделе «социальная ответственность» рассмотрим все перечисленные вопросы. А также экологическую безопасность, типичную ЧС и меры, которые применяют при ее возникновении.

В данном разделе рассматривается исследование факторов безопасности в лаборатории.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Исследование правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности.

2. Исследование производственной безопасности.

3. Исследование экологической безопасности.

4. Исследование безопасности в чрезвычайных ситуациях.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

При работах с вредными и опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную, сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами.

При работе с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. Выдача работникам по установленным нормам молока или других равноценных пищевых продуктов по письменным заявлениям работников может быть заменена компенсационной выплатой в размере, эквивалентном, стоимости этих продуктов, если это предусмотрено коллективным договором и (или) трудовым договором [16].

Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований по безопасному ведению работ в отдельных сферах деятельности 78 осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации уполномоченными федеральными органами исполнительной власти.

Ведомственный контроль за охраной труда проводят министерства и ведомства, которые контролируют внутриведомственное соблюдение законодательства о труде. Для этого создают специальные службы охраны труда в виде отделов с аппаратом инженеров по охране труда, санитарных врачей и других специалистов.

Профсоюзный общественный контроль за охраной труда осуществляют общественные инспектора и комиссии по охране труда комитетов профсоюзов. Для исключения возможности несчастных случаев должны проводиться обучение, инструктажи и проверка знаний работников требований безопасности труда.

законодательный 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:

- 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.

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.

Эргономическими аспектами проектирования рабочих мест видеотерминала, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размер держателя документов, возможность различных размещение документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т. д.), характеристики рабочего стула, требования к поверхности рабочего стола, возможность настройки рабочего места и его элементов

Высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм, шириной не менее 500 мм, уровнем колен не менее 450 мм и удлиненным уровнем ног не менее 650 мм. Конструкция рабочего кресла должна предусматривать: - поверхность сиденья имеет ширину и глубину не менее 400 мм; - поверхность сиденья имеет закругленную переднюю кромку; - регулирует высоту поверхности сиденья, диапазон составляет 400-550 мм, а угол наклона регулируется так, чтобы 15 градусов, 5 градусов и обратно; -

высота опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширина - не менее 380 мм, 400 мм радиус кривизны горизонтальной плоскости; - угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30 градусов; - Отрегулируйте расстояние спинки переднего края сиденья до диапазона 260-400 мм; - Неподвижные или съемные подлокотники, длина не менее 250 мм, ширина 50-70 мм; - Отрегулируйте высоту подлокотника над сиденьем до 230 ± 30 мм.

Схема рабочей зоны представлена на рисунке 18.

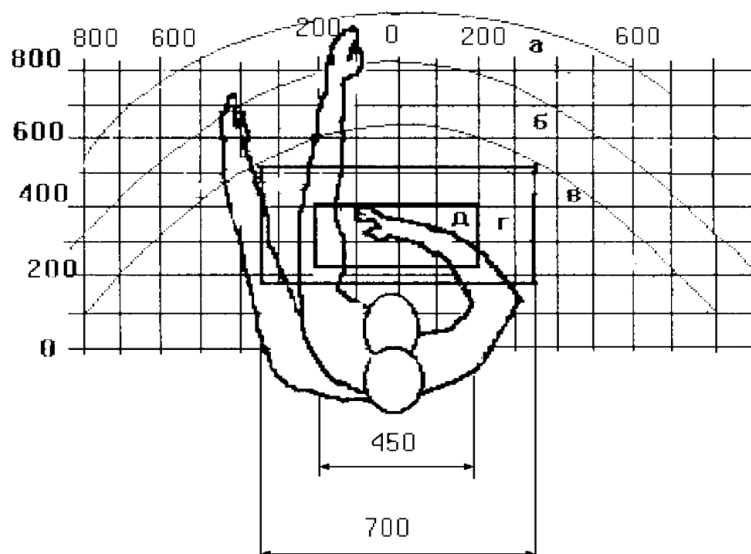


Рисунок 18 – Схема рабочей зоны с зонами досягаемости.

а - зона максимальной досягаемости; б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в - зона легкой досягаемости ладони; г - оптимальное пространство для грубой ручной работы; д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. На рабочем месте должны быть запасы сырья и материалов, не превышающие сменную потребность. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними. Производственный процесс должен быть организован так, чтобы не допускать выделения в воздух рабочей зоны пыли и вредных веществ. Все эксплуатируемые электроустановки должны соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации

электроустановок потребителей», и др. нормативных документов. Эксплуатация электрооборудования без заземления не допускается. Помещения опытно-производственной лаборатории обеспечиваются первичными средствами пожаротушения согласно действующим нормам. Все работники должны уметь пользоваться средствами пожаротушения и уметь оказывать первую помощь при несчастном случае. Не допускается загромождения рабочих мест, проходов, выходов из помещений и здания, доступа к противопожарному оборудованию [16].

5.2 Производственная безопасность.

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

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

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

При анализе производственного травматизма и профессиональных заболеваний необходимо учитывать весь комплекс факторов, воздействующих на формирование безопасных условий труда.[17]

Главными задачами анализа вредных и опасных факторов является установление закономерностей, вызывающих несчастные случаи, и разработка на основе этой закономерности эффективных профилактических мероприятий.

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

- все работающие (движущиеся) части станков, машин или цеховой транспорт, а также острые кромки и заусенцы деталей, заготовок, инструмента и оборудования

- запыленность и загазованность цеха или рабочей зоны

- некомфортный микроклимат цеха или участка

- повышенная температура оборудования или материалов

- повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте или в цехе

- отсутствие или недостаток естественного освещения и недостаточность искусственного освещения цеха и рабочего места

- электрическое оборудование токоведущие провода и кабели

- наличие вредных и токсичных веществ

Таблица 16 Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке технического состояния подводного перехода нефтегазопровода

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1)Подготовка образцов; 2)Исследование взаимодействия водорода с титаном; 3)Способы наводороживания сплавов из титана	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Превышение уровней шума и вибрации; 3. Повышенная загазованность воздуха рабочей	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток.	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБГ. Шум. Общие требования

4)Анализ полученных результатов;	среды.		безопасности [18], СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенически е требования к микроклимат у производстве нных помещений[19], СП 52.13330.2016 Естественноеи искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-0595*[20], ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопаснос ть.Защитное заземление, зануление[21]
----------------------------------	--------	--	---

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

Создание и проведение лабораторных работ предполагает интенсивное использование компьютеров, что подразумевает необходимость изучения психофизиологических характеристик и возможностей человека с целью создания компьютеров и программного обеспечения, обеспечивающих максимальную производительность и сохраняющих здоровье людей. Важную роль в этом деле играет эргономика.

При представлении лабораторного макета, макет рабочего места играет важную роль. Он должен соответствовать правилам охраны труда и отвечать требованиям легкости выполнения работы, экономии энергии и времени учащихся.

Работающее оборудование, перемещаемые детали заготовки, цеховой транспорт, а также наличие острых кромок заусенцев на деталях, заготовках, инструменте и оборудовании является источником производственного травматизма – порезов ушибов переломов и т.д. Оборудование при работе выделяет тепло, и разогретый металл при обработке служит источником ожогов и тепловых травм. Все токоведущее и токопоглощающее оборудование при не соблюдении техники безопасности работы на нем может привести к поражению электрическим током.

Одним из вредных веществ, часто находящимся в воздухе машиностроительных цехов является пыль, представляющая собой мельчайшие частицы твердого вещества. Пыль, способная некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называется аэрозолью, в отличие от осевшей пыли, называемой аэрогелью. Пыль оказывает вредное действие главным образом на дыхательные пути и легкие. В зависимости от ее состава и вида может оказывать также неблагоприятные воздействия на кожу и глаза. К ядовитой или токсичной относятся свинцовая, марганцевая, хромовая и др. Эта пыль, попадая в организм или оседая на коже, может вызвать острое или хроническое отравление.

По дисперсности (степень измельченности) различают пыль: крупнодисперсную – частицами размером более 10 мкм; среднедисперсную – частицами размером от 10 до 5 мкм, мелкодисперсную и дым с частицами размером менее 5 мкм. Мелкодисперсная пыль представляет для организма наибольшую опасность.

Вредные вещества (пары, газы, пыль), находящиеся в воздухе производственных помещений, через дыхательные пути, пищевой тракт могут попасть в организм человека и при определенных условиях вызвать острые и хронические отравления, а также, при выделении в атмосферу при постоянном воздействии и повышенной концентрации приводит к загрязнению окружающей среды

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

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

Длительное воздействие шума на человека может привести к частичной потере слуха, повышению кровяного и внутреннего давления, общей утомляемости и увеличению опасности травматизма. Воздействие вибрации оказывает патологическое воздействие на весь организм человека, вызывая общую утомляемость и снижение внимания, и как следствие травматизм при работе, а также хронические профессиональные заболевания.

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

В дополнение к шуму и вибрации. При разработке технологического процесса, при организации рабочих мест следует принимать все необходимые меры по снижению шума, до значений не превышающих допустимые применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87 [25]. В качестве средств индивидуальной защиты используют вкладыши, наушники, шлемы. Средства и методы коллективной защиты от шума делятся на

акустические, архитектурно-планировочные, организационно-технические. К организационно-техническим методам защиты относятся применение малозумных технологий, оснащение шумных машин дистанционным управлением, использование рациональных режимов труда и отдыха. Архитектурно-планировочные методы защиты от шума включают в себя рациональные акустические решения планировок зданий, рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов. Для устранения шума и вибрации в цехе применяются следующие мероприятия:

- а) Станки, установленные на фундаменты, виброизолированные от конструкции здания;
- б) Электродвигатели станков, установленные на демпфирующие прокладки;
- в) Сопряжение всасывающих и выхлопных воздуховодов производится при помощи гибких патрубков.

К числу факторов, ухудшающих здоровье пользователей компьютерной техники, относятся электромагнитные и электростатические поля, акустические шумы, изменения ионного состава воздуха и параметры микроклимата в помещении. Важную роль играют эргономические параметры экрана монитора (дисплея), состояние освещения на рабочем месте, параметры мебели и характеристики помещения, в котором расположено компьютерное оборудование.

С 30 июня 2003 г. введены новые Санитарно-эпидемиологические правила СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03 “Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы”. Требования Санитарных правил распространяются на вычислительные электронные цифровые машины персональные и портативные; периферические устройства вычислительных комплексов (принтеры, сканеры, клавиатуру, модемы внешние); устройства отображения информации (видеодисплейные терминалы — ВДТ) всех типов, условия и организацию работы с ПЭВМ и направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ. Рабочие

места с использованием ПЭВМ и помещения для их эксплуатации должны соответствовать требованиям Санитарных правил.

В соответствии с основными требованиями к помещениям для эксплуатации ПЭВМ (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03) эти помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м² и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) 4,5 м².

Для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ должны использоваться диффузионно-отражающие материалы с коэффициентом отражения от потолка – 0.7 - 0.8; для стен – 0.5 - 0.6; для пола – 0.3 - 0.5.

Опасным фактором при работе на ПК является электрический ток. Степень опасного воздействия на человека электрического тока зависит от:

- тип и величина напряжения и тока;
- частота электрического тока;
- текущие пути через организм человека;
- продолжительность воздействия на организм человека;
- условия окружающей среды.

Чтобы избежать поражения работающих электрическим током, оборудование необходимо заземлить. Для защиты от поражения электрическим током также применяют зануление и защитные отключающие устройства. Основными мероприятиями по защите от электропоражения являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей путем использования изоляции в корпусах оборудования;
- применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;
- защитного заземления;
- защитного зануления;
- защитного отключения;

- использование устройств бесперебойного питания.

Микроклимат производственных помещений - климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Во всех случаях в воздухе, поступающем внутрь зданий и сооружений через приемные отверстия систем вентиляции и через проемы для естественной приточной вентиляции, содержание вредных веществ не должно превышать 30% ПДК, установленных для рабочей зоны производственных помещений. Требуемое состояние воздуха рабочей зоны может быть обеспечено выполнением определенных мероприятий: 1. Механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими. 2. Применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадания их в рабочую зону. 3. Большое значение для оздоровления воздушной среды имеет надежная герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества. 4. Защита от источников тепловых излучений. 5. Устройство вентиляции и отопления. Вытяжная вентиляция устанавливается на рабочем месте заточки инструмента, а также на рабочем месте электросварщика. В качестве индивидуальных средств защиты у каждого рабочего должны быть защитные очки. Для удаления стружки из рабочей зоны станка – специальные крючки. В проектируемом цехе установлено большое количество электрооборудования.

5.3 Экологическая безопасность.

5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Вследствие относительной инертности титана считается, что он не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду. 100% титана можно использовать повторно, он не разрушается, и как результат этого не загрязняет окружающую среду. Другие металлы, когда подвергаются

действию загрязняющих веществ окружающей среды, разъедаются или разрушаются от коррозии и выделяют ионы металла в грунтовые воды, что является причиной возникновения проблем в окружающей среде. С учетом обязательств, связанных со "спецификацией по строительству без вреда окружающей среде", преимуществами титана считаются его наибольшая степень инертности и наибольший срок службы по сравнению со всеми остальными архитектурными металлами.

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

В процессе выполнения работы могут возникать отходы некоторых химических веществ, такие как: стирола, толуола, хлорсульфоновой кислоты и соляной кислоты, которые могут вызвать загрязнение гидросферы и травление литосферы. Стирол, толуол и хлорсульфоновая кислота используются для модификации мембран ПВДФ и соляная кислота используется для измерения обменной емкости модифицированной мембраны.

Для охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения, можно обработать отходы стирола и толуола методом экстракции. Полученный стирол и толуол после процесса экстракции можно использовать повторно.

Для охраны литосферы можно проводить эксперимент в пластиковом чулане.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

Таблица 17 - Анализ возможных ЧС

Чрезвычайная ситуация	Источники ЧС	Последствия ЧС
1	2	3
Пожар	Пожар, опасность взрывов,	разрушение машин, ожоги, отравления продуктами горения, летальные исходы
Ураганный ветер	Природный фактор	Разрушение машин, зданий, травмирование и раздавливание людей летающими предметами и их осколками, опасность взрыва, летальные исходы, обрыв линии электропередач
Ливневые дожди	Природный фактор	Затопление территории предприятия, разрушение зданий, летальные исходы

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

Пожар в помещении может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера. К причинам неэлектрического характера относятся:

- ☐ неисправность оборудования и нарушение процесса эксплуатации устройств;
- ☐ халатное и неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов);
- ☐ неисправность устройства или вентиляционной системы;
- ☐ самовоспламенение или самовозгорание веществ.

К причинам электрического характера относятся:

- ☐ короткое замыкание;
- ☐ перегрузка проводов;
- ☐ большое переходное сопротивление;
- ☐ искрение;
- ☐ статическое электричество.

К возникновению ЧС могут привести полное или частичное разрушение технологического оборудования.[22]

К основным причинам и факторам, связанным с отказами оборудования относятся:

- опасности, связанные с технологическими процессами;
- физический износ, коррозия, механические повреждения, температурные деформации оборудования или трубопроводов;
- ошибки обслуживающего персонала.

Основными причинами выбросов и утечек нефти могут быть:

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

Рассматриваются наиболее опасные варианты развития аварии:

- для технологических трубопроводов - связанные с порывом трубопровода на участке с максимальным давлением;
- для насосных - связанные с полным разрушением насоса.[23]

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

Организационные мероприятия касаются области управления ЧС. К ним относится планирование, комплексные проверки состояния объектов ГО, проведение на предприятиях контроля состояния сил и средств на предприятиях, установление персональной ответственности за проведение

тех или иных видов работ, направленных на повышение надежности функционирования объекта в условиях ЧС и т. п [24].

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

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов [25].

Чтобы избежать опасности пожара и взрыва, можно принять следующие мероприятия:

- 1) планирование защиты населения и территорий от пожара и взрыва на уровне предприятия;
- 2) эвакуация работающих;
- 3) создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
- 4) проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;
- 5) инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями. Пожарная защита должна обеспечиваться применением средств пожаротушения, а также применением автоматических установок пожарной сигнализации.

Должны быть приняты следующие меры противопожарной безопасности:

- обеспечение эффективного удаления дыма, т.к. в помещениях, имеющих оргтехнику, содержится большое количество пластиковых веществ, выделяющих при горении летучие ядовитые вещества и едкий дым;
- обеспечение правильных путей эвакуации;
- наличие огнетушителей и пожарной сигнализации;
- соблюдение всех противопожарных требований к системам отопления и кондиционирования воздуха.

Для тушения пожаров на участке производства необходимо применять углекислотные (ОУ-5 или ОУ-10) и порошковые огнетушители (например, типа ОП-10), которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем.

Предполагаются следующие действия при возникновении чрезвычайных и аварийных ситуаций:

- каждый работник, обнаруживший нарушения настоящей инструкции и правил по охране труда или заметивший неисправности оборудования, представляющую опасность для людей, обязан сообщить об этом непосредственному руководителю;
- в тех случаях, когда неисправность оборудования представляет угрожающую опасность для людей или самого оборудования, работник, её обнаруживший, обязан принять меры по прекращению действия оборудования, а затем известить об этом непосредственного руководителя. Устранение неисправности производится при соблюдении требований безопасности;

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации ППБ 01-2003 (п. 16) в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара.

В лаборатории обязательно показан план эвакуации: Заранее разработанный план (схема), в котором указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации (Рис.19).



Рис. 19. План эвакуации при пожаре

5.5. Выводы

В данной работе рассмотрены безопасность и гигиена труда при осуществлении разработка методики насыщения водородом углеродного материала, содержащего нанотрубки с помощью автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller. Были выявлены вредные и опасные факторы рабочей зоны, причины и средства защиты, рассмотрены чрезвычайные ситуации и поведение в них.

Социальная ответственность представляет диалектическую взаимосвязь между лицом (работодателем) и обществом (работником), характеризующаяся взаимными правами и обязанностями по выполнению

социальных норм и наложением воздействия в случае ее нарушения. На основе рассмотрения безопасности в процессе выполнения работы, было ясно, что студенты будущий руководитель должен нести социальную ответственность за принимаемые решения.

Список использованных источников

1. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Буханова А.А. Механические свойства титана и его сплавов. – М.: Металлургия, 1974. – 544 с.
2. Гидридные системы: Справочник / Колачев Б.А., Ильин А.А., Лавренко В.А., Левинский Ю.В. – М.: Металлургия, 1992. – 352 с.
3. Цвиккер У. Титан и его сплавы. – М.: Металлургия, 1979. – 511 с.
4. Ильин А.А., Мамонов А.М. Температурно-концентрационные диаграммы фазового состава водородсодержащих многокомпонентных сплавов на основе титана // Металлы. – 1994. – №5. – С. 71–78.
5. Ильин А.А., Мамонтов А.М., Носов В.К., Майстров В.М. О влиянии водорода на диффузионную подвижность атомов металлической подрешетки β -фазы титановых сплавов // Металлы. – 1994. – №5. – С. 99–103.
6. 3dtoday - <http://3dtoday.ru/wiki/SLM_print/>- Дата обращения 25.06.2014.
7. Электронно-лучевое сплавление (EBM)-<<http://spt.tpu.ru/technology/ebm/>>-Дата обращения 2015г.
8. В.Н. Моисеев. Титан в России. Статья подготовлена для опубликования в журнале „Металловедение и термическая обработка металлов, №8, 2005г.18 с.
9. Wei Hairong, Effect of alloying elements on the properties of titanium alloy, Rare Metal Materials and Engineering, 1978, 47-75с
10. Кудияров В.Н., Лидер А.М. physical and mathematical sciences изучение процессов сорбции и десорбции водорода при помощи автоматизированного комплекса Gas Reaction Controller LP №10, 2013г.3467с
11. Коротких А.Г. Теплопроводность материалов / А.Г. Коротких - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.
12. Волков Д.П., Кораблев В.А., Заричняк Ю.П. Приборы и методы для измерения теплофизических свойств веществ / Д.П. Волков, В.А. Кораблев, Ю.П. Заричняк – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2006.

13. MAXima_XRD-700 Рентгеновский дифрактометр SHIMADZU
<http://element-msc.ru/sitefiles/Items/c141-e006b-xrd-7000.pdf>
14. Kudiiarov V.N., Gulidova L.V., Pushilina N.S., Lider A.M. Application of automated complex Gas Reaction Controller for hydrogen storage materials investigation // Advanced Materials Research. - 2013. - Vol. 740. - p. 690-693.
15. Lider A. M., Pushilina N. S., Kudiiarov V. N. et al. Investigation of hydrogen distribution from the surface to the depth in technically pure titanium alloy with the help of Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy // Applied Mechanics and Materials. 2013. Vol. 302. - p. 92-96.
16. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 45н «Об утверждении норм и условий бесплатной выдачи работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, молока или других равноценных пищевых продуктов»
17. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
18. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБГ. Шум. Общие требования безопасности.
19. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
20. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
21. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
22. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
23. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.

24. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

25. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности