



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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
ООП/ОПОП Материаловедение и технологии материалов
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка полимерных гелей на основе хитозана для применения в качестве тест-среды коррозии металлов

УДК: 544.773.432:678.048.2

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б92	Ли Хуатин		14.06.2023

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Лямина Г.В.	К.Х.Н доцент		14.06.2023

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук И. В.	К.Т.Н доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОКД, ИШНКБ	Сечин А. И.	Д.Т.Н профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель специализации «Наноструктурные материалы», доцент	Г.В. Лямина	К.Х.Н доцент		14.06.2023

**Результаты обучения по направлению
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-2	Способен использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях
ОПК(У)-3	Готов применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен сочетать теорию и практику для решения инженерных задач
ОПК(У)-5	Способен применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов
ПК(У)-2	Способен осуществлять сбор данных, изучать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования, разработке и использованию технической документации, основным нормативным документам по вопросам интеллектуальной собственности, подготовке документов к патентованию, оформлению ноу-хау

ПК(У)-3	Готов использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов
ПК(У)-4	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
ПК(У)-5	Готов выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации
ПК(У)-6	Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
ПК(У)-7	Способен выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
ПК(У)-8	Готов исполнять основные требования делопроизводства применительно к записям и протоколам; оформлять проектную и рабочую техническую документацию в соответствии с нормативными документами
ПК(У)-9	Готов участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами
Профессиональные компетенции университета	
ДПК (У)- 1	Способен применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов
ДПК (У)- 2	Готов реализовывать технологии производства объемных наноматериалов и изделий на их основе, включая технологии получения и предварительной подготовки сырья



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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов
Отделение школы Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Г.В.Лямина

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154Б92	Ли Хуатин

Тема работы:

Разработка полимерных гелей на основе хитозана для применения в качестве тест-среды коррозии металлов	
Утверждена приказом директора ИШНПТ	Приказ № 61-8/с от 02.03.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:

14.06.2023 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Разработать гидрогели на основе хитозана, глицерина и частиц костной ткани, имитирующие среду, характерную для организма человека, для тестирования металлов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Составить литературный обзор по теме ВКР; 2. Изучить скорость изменения массы растворов при образовании пленки при комнатной температуре, 35 °С, 50 °С, 65 °С и 70 °С; 3. Рассчитать энергии активации процессов растворения; 4. Определить краевые углы смачивания пленок; 5. На основании данных ИК-спектроскопии выявить влияние компонентов матрицы геля на ее структуру; 6. Исследовать процессы на границе раздела металл (ВТ6СВ, Ti-6Al-4V) – гель; магний AZ91A - ASTM B 93 – гель.
Перечень графического материала	нет

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	И.В. Кашук, к.т.н., доцент, Доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	А.И. Сечин, д.т.н., Профессор ООД ШБИП

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском языках: все разделы

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент отделения материаловедения	Лямина Г.В.	к.х.н		24.04.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б92	Ли Хуатин		24.04.2023



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

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки - 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Отделение школы - Отделение материаловедения
Уровень образования - Бакалавриат
Период выполнения - Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела	Максимальный балл раздела
24.04.2023	1. Литературный обзор	15
30.04.2023	2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоемкость	15
25.05.2023	3. Социальная ответственность	25
19.05.2023	4. Методика эксперимента	10
14.06.2023	5. Результаты и их обсуждение	35

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Доцент отделения материаловедения	Лямина Г.В.	к.х.н		24.04.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
Руководитель специализации «Наноструктурные материалы»	Лямина Г.В.	к.х.н.		24.04.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б92	Ли Хуатин		24.04.2023

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

Студенту:

Группа	ФИО
154Б92	Ли Хуатин

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	22.03.01Материаловедение и технологии материалов

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>

Перечень графического материала

1. *Оценка конкурентоспособности ИП*
2. *Матрица SWOT*
3. *Диаграмма Ганта*
4. *Бюджет НИ*
5. *Основные показатели эффективности НИ*

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук И.В.	К.Т.Н доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б92	Ли Хуатин		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 154Б92		ФИО Ли Хуатин	
Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Тема ВКР:

Разработка полимерных гелей на основе хитозана для применения в качестве тест-среды коррозии металлов	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: гидрогелей на основе природных полимеров. Область применения: анализ металлов на коррозионную устойчивость. Рабочая зона: лаборатория ТПУ (ауд. 211 15 корпуса). Размеры помещения (климатическая зона*): 8 м x 5 м x 3,2 м. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: ультразвуковая ванна, сушильный шкаф. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Настройте гель, наблюдайте и записывайте изменения веса и объема.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Специальные: должностная инструкция работника. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 02.12.2019). ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979). ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации : 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные производственные факторы: шум на рабочем месте, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные производственные факторы: электрический ток. Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: противозумные наушники, вентиляция, кондиционирование воздуха, перчатки, респираторы.
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на селитебную зону: Нет. Воздействие на литосферу: обработка затвердевших гелей Воздействие на гидросферу: смывание остаточного геля. Воздействие на атмосферу: Испарение используемого продукта.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар, взрыв, выброс отравляющих веществ, вызывающих загрязнение атмосферы. Наиболее типичная ЧС: пожар в лаборатории.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А. И.	д.т.н. профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154Б92	Ли Хуатин		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 69 страниц, 12 рисунков, 31 таблицу, 41 источник.

Тема: Разработка полимерных гелей на основе хитозана для применения в качестве тест-среды коррозии металлов.

Цель работы: получить гели на основе растворов хитозана и частиц животных костей, имитирующие среду организма человека, для тестирования медицинских сплавов.

Актуальность: расширение круга сплавов, применяемых в медицине и создание тест системы, позволяющей более точно предсказывать поведение металлов в среде организма.

Область применения: оценка коррозионной устойчивости металлов.

Ключевые слова: гидрогель, хитозан, сплав ВТ6СВ, сплав Ti-6Al-4V, сплав AZ91A-ASTM B93, коррозионные испытания.

Объекты исследования: гидрогели на основе хитозана, сплавы ВТ6СВ, Ti-6Al-4V, AZ91A-ASTM B93.

В процессе исследования получены гидрогели на основе хитозана, частиц костной ткани и различных добавок (хлорид натрия, раствор Рингера, глицерин). Проведены испытания коррозионностойких и биоразлагаемых сплавов.

В результате показано, что прозрачная матрица без фазового расслоения может быть получена с помощью уксусной кислоты и глицерина; на основании данных гравиметрии и ИК-спектроскопии установлено, что взаимодействие между компонентами геля осуществляется только с помощью водородных связей; установлено, что, гели не оказывают существенного влияния на сплавы титана в течение месяца, магниевые сплавы подвергаются коррозии через сутки.

Экономическая значимость работы: возможность сокращения числа животных в процессах тестирования и более надежное предсказание устойчивости медицинских сплавов.

В будущем планируется разработать электрохимическую ячейку с полимерным гелем для проведения количественных коррозионных испытаний.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1. Литературный обзор	13
1.1 Коррозионная устойчивость медицинских сплавов	13
1.2 Получение пленок из хитозана	18
2. Экспериментальная часть	21
2.1 Приборы и материалы	21
2.2 Подготовка плёнки гидрогеля на основе хитозана	21
2.3 Исследование процесса образования пленки гидрогеля	22
2.4 Краевой угол смачивания пленок	22
2.5 Исследование полимерных пленок методом ИК-спектроскопии	22
2.6 Изучение взаимодействия гелей со сплавами	23
3. Результаты и их обсуждение	24
3.1 Изучение процесса образования пленок	24
3.2 Краевой угол смачивания пленок	26
3.3 ИК-спектры полимерных гелей на основе хитозана	27
3.4 Изучение взаимодействия гелей со сплавами	29
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	31
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения	31
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	31
4.1.2 SWOT-анализ	33
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	35
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	35
4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования	36
4.2.3 Бюджет научно-технического исследования	38
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	44
4.4 Выводы по разделу	45

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	47
5.1 Введение	47
5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	48
5.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	48
5.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	49
5.3 Производственная безопасность	50
5.3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	50
5.4 Экологическая безопасность	58
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
5.6 Выводы по разделу	63
ВЫВОДЫ	64
список литературы	65

ВВЕДЕНИЕ

Медицинские сплавы обычно используются при создании хирургических приспособлений, искусственных органов, твердых и мягких тканей и пр. Основными проблемами при их использовании являются попадание металла в окружающие ткани из-за коррозии в организме и дегенерация самого имплантируемого материала, что может привести к токсичным побочным эффектам, несвоевременному разрушению сплава. Поэтому, помимо хороших механических свойств и соответствующих физических свойств, для медицинских сплавов также необходимы отличная коррозионная устойчивость.

Тестирование коррозионной устойчивости медицинских сплавов часто проводят в жидких электролитах по составу близких к человеческому организму. Однако медицинские сплавы контактируют не только с жидкостью, но и с костной тканью, мышечной тканью и другими компонентами в организме человека. Таким образом жидкость не является идеальной модельной средой в данном случае. Мы предлагаем для этих целей использовать гели, в частности материалы на основе хитозана.

Хитозан – природный биополимер, полисахарид, продукт деацетилирования хитина, обладающий высокой биологической активностью и устойчивостью в природной среде [1].

Высокое содержание воды и пористая структура гидрогелей может идеально имитировать внеклеточную матричную среду человеческой ткани [2].

Цель работы: получить гели на основе растворов хитозана и частиц животных костей, имитирующие среду организма человека, для тестирования медицинских сплавов.

Задачи:

1. Составить литературный обзор по теме ВКР;
2. Изучить скорость изменения массы растворов при образовании пленки

при комнатной температуре, 35 °С, 50 °С, 65 °С и 70 °С;

3. Рассчитать энергии активации процессов растворения;
4. Определить краевые углы смачивания пленок;
5. На основании донных ИК-спектроскопии выявить влияние компонентов матрицы геля на ее структуру;
6. Исследовать процессы на границе раздела металл (ВТ6СВ, Ti-6Al-4V) – гель; магний AZ91A - ASTM В 93 – гель.

1. Литературный обзор

1.1 Коррозионная устойчивость медицинских сплавов

Биомедицинские магниевые сплавы привлекают большое внимание благодаря своей биосовместимости, механической совместимости и разлагаемости, однако быстрая скорость коррозии ограничивает их практическое применение в различных областях техники и медицины [3].

Исмаили с коллегами исследовали коррозионное поведение и биосовместимость покрытий с оксидом графена, полученных методом микродугового оксидирования на магниевом сплаве. Авторы изготавливали тонкие квадратные листы магниевых сплавов AZ31 размером $10 \times 10 \times 2$ мм³ для проведения микродугового оксидирования. Потом помещали образцы сплава с покрытием и без покрытия в трехэлектродную ячейку, заполненную SBF-раствором со значением pH 7,44 и температурой 37 °C, и провели электрохимические испытания с помощью потенциостатагальваностата [4].

Электрохимические параметры образцов, полученные по результатам поляризационного теста в SBF-растворе, представлены в табл. 1.

Таблица 1. – Электрохимические параметры образцов сплава Mg-AZ31 без покрытия и с МДО/ОГ-покрытием с разным содержанием оксида графена в SBF-растворе по результатам поляризационного теста

Образец	β_c , мВ/декада	β_a , мВ/декада	$E_{\text{кор}}$, мВ, относительно стандартного каломельного электрода (СКЭ)	$I_{\text{кор}}$, А/см ²
Mg-AZ31	110.34	68.37	-1509.66	$6.02 \cdot 10^{-5}$
ОГ-0	103.04	139.33	-1552.92	$40.97 \cdot 10^{-6}$
ОГ-1	124.55	81.12	-1447.26	$34.94 \cdot 10^{-6}$
ОГ-2	101.97	102.88	-1499.27	$8.78 \cdot 10^{-6}$
ОГ-3	208.57	206.58	-1553.33	$1.21 \cdot 10^{-6}$

Электрохимические поляризационные кривые различных МДО-покрытий приведены на рисунке 1. Из рисунка видно, что композитные МДО/ОГ покрытия имеют более низкую скорость анодной реакции по сравнению с МДО-покрытием и необработанным сплавом. Изменение значений тока коррозии указывает на увеличение коррозионной стойкости при добавлении наночастиц оксида графена.

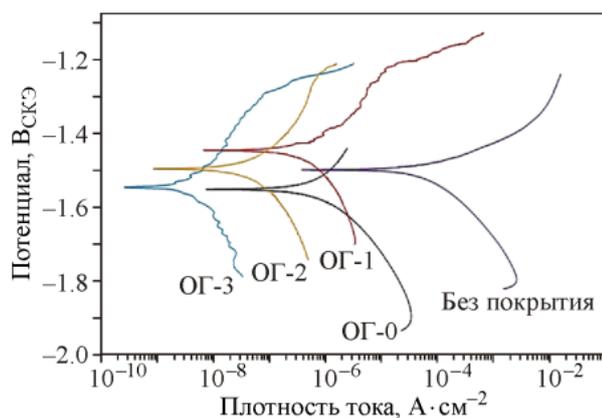


Рисунок 1. Потенциодинамические поляризационные кривые образцов Mg-AZ31 без покрытия и с МДО/ОГ-покрытием с разным содержанием оксида графена

Поскольку нанолиты оксида графена действуют как барьер для диффузии раствора электролита к границе раздела между покрытием и магниевым сплавом, путь диффузии электролита удлиняется и, следовательно, скорость коррозии подложки снижается.

На рисунке 2 показаны результаты измерения краевого угла смачивания (СА) для образцов магниевого сплава без покрытия, а также с МДО- и МДО/ОГ-покрытием. Как видно из графика, угол смачивания становится больше по мере увеличения содержания оксида графена. И повышение гидрофобности образца с покрытием привело к увеличению коррозионной стойкости.

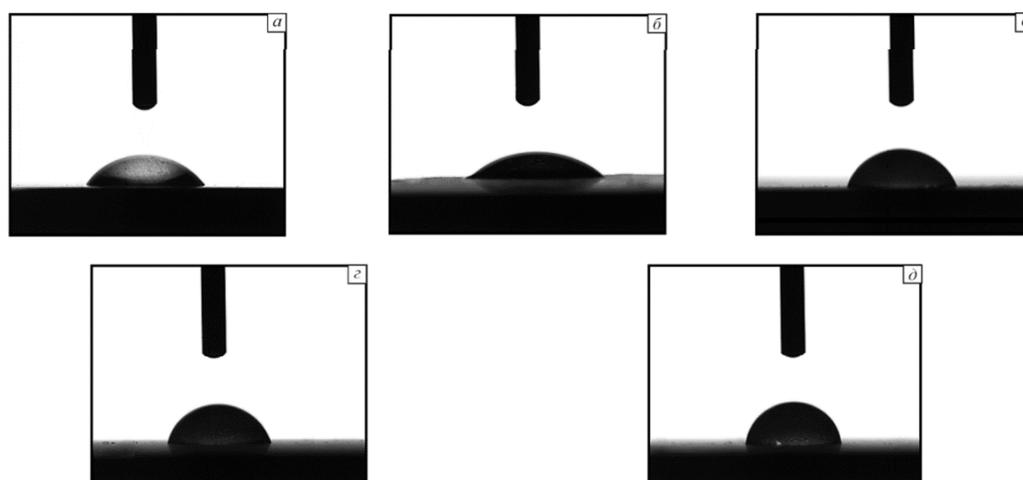


Рис. 2. Изображения углов смачивания водой образцов магниевого сплава без покрытия (а) и с МДО/ОГ-покрытием с разным содержанием оксида графена: ОГ-0 (б), ОГ-1 (в), ОГ-2 (г), ОГ-3 (д)

На рисунке 3, а показаны изменение pH SBF-раствора с магниевым сплавом в зависимости от времени экспозиции в растворе и скорость коррозии. Значение pH раствора образца с покрытием было ниже, чем у раствора без покрытия. Образец с покрытием ОГ-3 имел самое низкое значение pH во время эксперимента, что указывает улучшение коррозионной стойкости сплава с МДО/ОГ-покрытием.

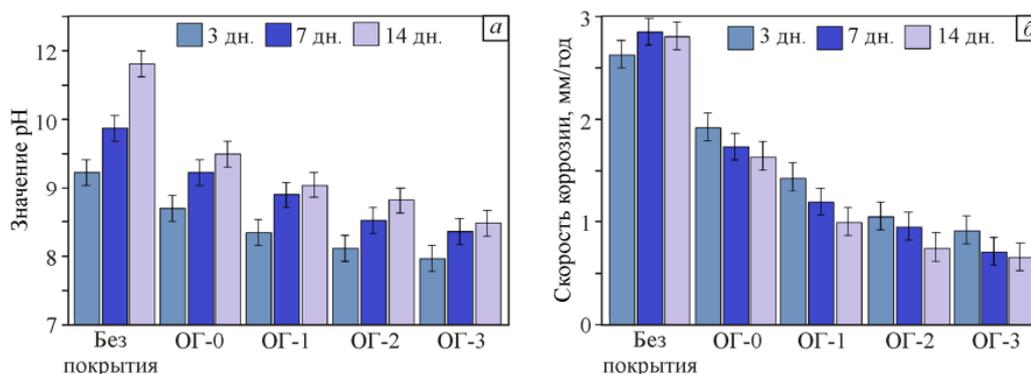


Рисунок 3. Значение pH (а) и скорость коррозии (б) образцов Mg-AZ31 без покрытия и с МДО/ОГ-покрытием с разным содержанием оксида графена в зависимости от времени выдержки в SBF-растворе

Полученные результаты указывают, что присутствие МДО/ОГ-покрытия на поверхности магниевого сплава AZ31 эффективно снижает скорость коррозии сплава.

В работе [5] ряд магниевых сплавов был изучен на предмет коррозии в условиях животного организма. В таблице 2 приведены данные по скорости коррозии магния и его сплавов в условиях животного организма.

Таблица 2 – Скорость коррозии магния и магниевых сплавов при имплантации

Сплавы на основе Mg	Срок имплантации, сут	Скорость коррозии, мм/год	Испытуемое животное
Чистый Mg	14	0,390	Кролик
	21	0,210	
	30	1,00	
	60	0,70	
AZ31	7	0,335	Крыса
	14	0,335	
	21	0,223	
Mg-0,8Ca	7	0,312	Крыса
	14	0,430	
	21	0,351	
	60	0,020	

В настоящее время коррозионная стойкость сплавов на основе магния в организме человека повышается путем легирования, а также обработки поверхности. В работе [6] авторы добавили алюминий в качестве легирующего элемента в сплавы на основе магния, и результаты показали, что содержание алюминия от 1,0 до 7,5% (по массе) повышает механические и коррозионные свойства магниевых сплавов. Al частично растворяется в твердом растворе Mg и выделяется в виде вторичной фазы $Mg_{17}Al_{12}$ по границам зерен. присущая инертность фазы $Mg_{17}Al_{12}$ действует как барьер для коррозии.

В работе [7] авторы добавляют кальций в качестве легирующего элемента в сплавы на основе магния, что способствует снижению скорости роста зерна при содержании кальция менее 0,5% (по массе). Также увеличение содержания кальция в сплаве привело к образованию новой фазы, фазы Mg_2Ca , выделяющейся по границам зерен. Кроме того, его высокое объемное содержание приводит к снижению коррозионных свойств сплава из-за образования ячеек микротоков.

В работе [8] авторы исследовали влияние добавления марганца в сплавы на основе магния на коррозионную стойкость сплавов. Уменьшение размера зерна в сплавах группы Mg-Al-Mn происходит при содержании кальция менее 0,4%. Кроме того, добавление марганца повышает коррозионную стойкость сплавов, содержащих алюминий, за счет превращения Fe и других примесей в безвредное интерметаллическое соединение β -Mn(Fe).

Одним из перспективных методов создания биопокровов для имплантатов является метод микродугового оксидирования. Микродуговой оксидный слой прочно связан с подложкой, имеет плотную структуру, высокую прочность, хорошую износостойкость, коррозионную стойкость, стойкость к высокотемпературным ударам и электроизоляционные свойства.

Золь-гель покрытия могут также обеспечивать защиту от коррозии магниевых сплавов [9]. Биоразлагаемый композитный материал на основе сплава системы Mg-6Zn-Ca и покрытия из диэтилфосфоэтилтриэтоксисилана был успешно испытан в среде, состав

которой соответствует составу жидкости организма. Коррозионная стойкость образцов с покрытием была увеличена в 6 раз.

Авторы работы [10] исследовали коррозионную стойкость образцов из кобальтового сплава Co–Cr–Mo, титана Ti–6Al–4V и стали 316L в исходном состоянии после механической полировки. Сравнивая стационарный потенциал ($E_{ст}$) с плотностью пассивного тока ($i_{пасс}$), Результаты (рис.4) показали, что сплавы на основе титана (Ti–6Al–4V) обладают более высокой коррозионной стойкостью, чем кобальтовый сплав и сталь 316L.

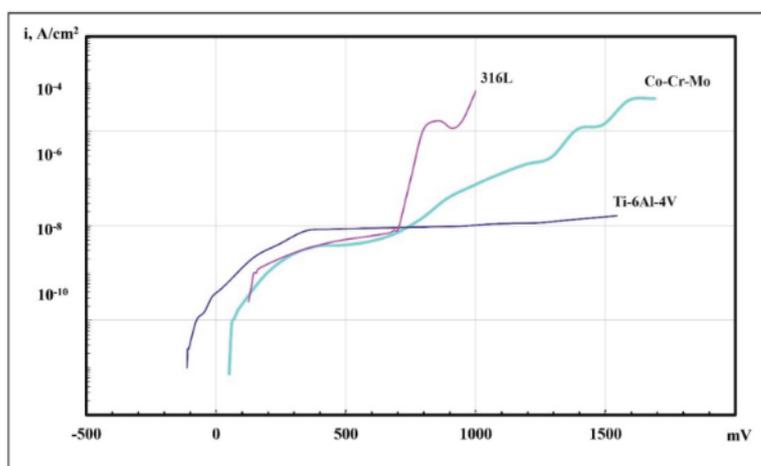


Рисунок 4. Анодные потенциодинамические кривые полированных образцов из сплавов на основе кобальта, титана (Ti–6Al–4V) и стали 316L, полученные в 0,9 % водном растворе NaCl при 37 °С

Г.В. Лямина с коллегами [11] использовали гель на основе сополимера метакриловой кислоты для оценки коррозионной стойкости сплавов ВТ1-0 и ВТ6 с покрытиями SiC, TiB₂ и ZrO₂. Коррозионную стойкость оценивали двумя методами: контролируя морфологию поверхности сплава до и после контакта с гелем и рассчитывая ток коррозии в ячейке с полимерным электролитом. Результаты (таблица 3) показывают, что SiC повышает устойчивость сплавов к электрохимической коррозии.

В работе [12] С.А. Божко и коллеги исследовали коррозионную стойкость магниевых сплавов Mg-Al-Zn с крупнозернистой и ультрамелкозернистой структурами до и после обработки поверхности сплава импульсным лазерным излучением на наносекундном уровне. Результаты показали, что такая

обработка значительно повышает устойчивость сплава к его растворению в растворе NaCl 0,9% только при условии в объеме образца изначально сформирована однородная ультрамелкозернистая структура.

Таблица 3. – Значения наклонов Тафеля (b) катодных ветвей, токов и потенциалов коррозии титановых сплавов, рассчитанные для четырех последовательных ЦВА кривых

Сплав	№	$I_{корр}$, мКА	$E_{корр}$, мВ	b , В	Сплав	№	$I_{корр}$, мКА	$E_{корр}$, мВ	b , В
BT1-0	1	16,8±0,2	-196±7	0,675	BT6	1	17,8±0,8	-388,6±0,7	0,689
	2	16,7±0,3	-222±4	0,751		2	19±0,8	-442,9±0,9	0,692
	3	18,4±0,6	-222,6±0,9	0,776		3	22,2±0,3	-512,2±0,3	0,690
	4	17,5±0,5	-226±2	0,778		4	24,6±0,3	-573,2±0,4	0,683
BT1-0+SiC	1	12,3±0,4	-108±3	0,419	BT6+ SiC	1	11,8±0,4	-443,8±0,3	0,475
	2	13,3±0,6	-100±5	0,416		2	21,7±0,5	-565,8±0,4	0,465
	3	15,2±0,5	-117±4	0,410		3	28,4±0,4	-597±1	0,457
	4	14,3±0,5	-141±2	0,417		4	29±1	-613±2	0,454
BT1-0+ ZrO ₂	1	24,1±0,6	-233±2	0,454	BT6+ TiB ₂	1	22,5±0,8	-286±2	0,587
	2	24,3±0,5	-222±2	0,448		2	25,6±0,7	-350±2	0,535
	3	26,2±0,3	-235±1	0,443		3	32,5±0,5	-441,7±0,9	0,520
	4	29,1±0,9	-240,2±0,3	0,456		4	37,1±0,7	-556±1	0,526
BT1-0+ TiB ₂	1	142±2	-771±2	0,476	BT6+ ZrO ₂	1	103,9±0,8	-731,3±0,7	0,513
	2	142,7±0,9	-772±3	0,470		2	117,2±0,4	-755±3	0,505
	3	154,2±0,8	-785±3	0,469		3	126,4±0,4	-758±2	0,498
	4	155±1	-784,3±0,5	0,465		4	128,1±0,8	-767,2±0,5	0,500

1.2 Получение пленок из хитозана

Хитозан – природный биополимер (рисунок 5), полисахарид, продукт деацетилирования хитина, обладающий высокой биологической активностью и устойчивостью в природной среде .

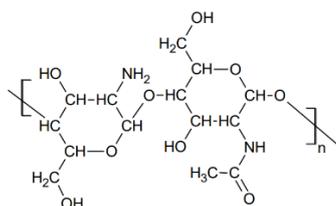


Рисунок 5. Структурная формула хитозана

Высокое содержание воды и пористая структура гидрогелей может идеально имитировать внеклеточную матричную среду человеческой ткани.

Авторы [13] получали пленки на основе хитозана методом полива раствора полимера в уксусной кислоте на поверхность стекла. Массовая

концентрация полимера в исходном растворе составляла 1–3 г/дл. Концентрация уксусной кислоты в растворе составляла 1.10 и 70 г/дл.

В качестве растворителя для хитозана традиционно используется водный 3%-ный раствор уксусной кислоты. Однако в этом случае растворитель испаряется с низкой скоростью.

В работе [14] О.С. Арзамасцев с коллегами использовали различные растворители для получения пленок хитозана, пытаясь приготовить пленки с высокой скоростью испарения. Согласно полученным данным (рисунок 6), использование растворителей, содержащих спирт, ускорило процесс формирования пленки в 2 раза из-за более интенсивного испарения растворителя.

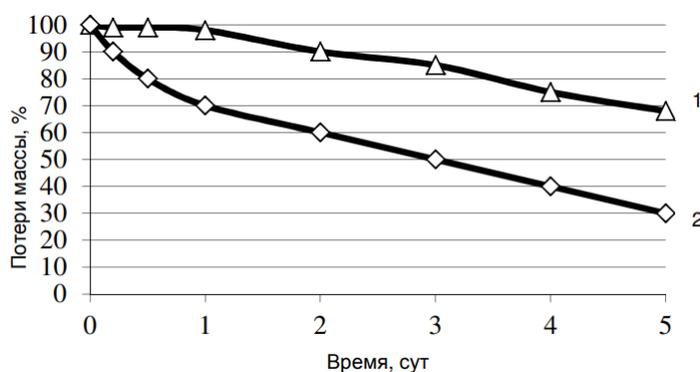


Рисунок 6. Кривые изменения массы сформированных пленок хитозана при использовании различных растворителей: 1 – 3 % раствор уксусной кислоты; 2 – 3 % раствор уксусной кислоты-этиловый спирт (1:1)

Для приготовления раствора хитозана авторы [15] использовали 0,1 Н раствор соляной кислоты. ПОЗ растворяли в дистиллированной воде и добавляли N,N'-метилден-бис-акриламида в количестве 0,5 моль.% растворяли в 1 масс.% водном растворе ПОЗ в качестве сшивающего агента. Затем раствор хитозана и раствор ПОЗ были смешаны в следующих объемных соотношениях для получения раствора полимера: ХТ:ПОЗ: 80:20; 60:40; 40:60. Далее в раствор смеси добавляют глицерин в количестве 0.3 об.% по отношению к объему смеси ХТ:ПОЗ в качестве пластификатора. Приготовленный раствор перемешивали на магнитной мешалке до полной гомогенизации, затем отливали полученных 1 масс. % растворов полимеров на пластиковые чашки Петри и сушили при комнатной температуре в течение нескольких дней.

Высушенные образцы пленки были сшиты путем термообработки в термостате при 100°C в течение 4 часов.

Авторы [16] измеряли ММ хитозана вискозиметрически в водном растворе уксусной кислоты с концентрацией 0.33 моль/л в присутствии 0.3 моль/л NaCl при 21°C. Потом поливали водный раствор хитозана, содержащих бензойную кислоту (БК), с различным содержанием компонентов на подложки разной природы – лавсан, стекло, тефлон. Высушили пленку при постоянной температуре до достижения постоянной массы.

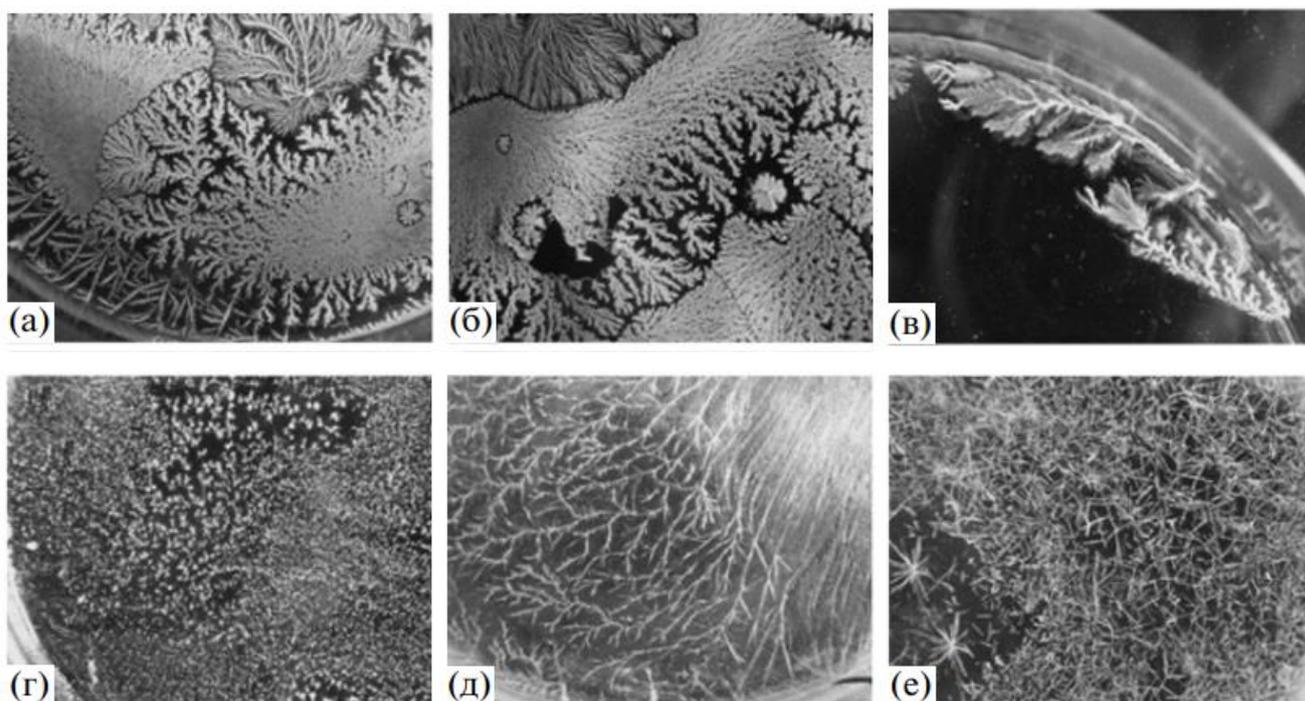


Рисунок 7 – Характерная структура пленок хитозан–БК, получаемых на стекле при нормальных условиях (а, б); при замедленной скорости удаления растворителя, $T = 20^{\circ}\text{C}$ (в, г); при $T = 65^{\circ}\text{C}$ (д); е – кристаллы БК, полученные при нормальных условиях. Концентрация хитозана в исходном растворе 1.0 (а, б), 0.5 (в), 3 (г) и 0.25 мас. % (д).

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель данного раздела ВКР заключается в оценке перспективности разработки и планировании финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках НИ. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы: будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала разработки;
- планирование научно-исследовательской работы;
- расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Темой НИР является «Разработка полимерных гелей на основе хитозана для применения в качестве тест-среды коррозии металлов»

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В процесс исследования рассматривались две конкурирующие разработки:

- 1) Китайская гелевая компания, Китай
- 2) Компания Кобаяши Фармасьютикал, Япония.

В таблице 4.1 представлено сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 4.1– Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. устойчивость к старению	0.15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
2. Высокая прочность	0.05	5	3	2	0,25	0,15	0,1
3. вязкость разрушения	0.1	4	1	3	0,4	0,1	0,3
4. Коррозионная стойкость	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
5. Безопасность	0.02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
6. Эффективность работы	0,06	5	2	2	0,3	0,12	0,12
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Реализация продукта	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
2. Уровень охвата рынка	0.14	4	5	3	0,56	0,7	0,42
3. Предполагаемая цена	0.09	5	5	3	0,45	0,45	0,27
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
5. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
6. Срок выхода на рынок	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
7. Наличие сертификации разработки	0,03	5	4	4	0,15	0,12	0,12
Итого	1	63	47	47	4,76	3,43	3,45

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что предлагаемое в данной ВКР решение обладает конкурентоспособностью.

Разработанная технология очень конкурентоспособна. Цена на разработанный метод значительно ниже, чем у конкурентов, и сопоставима с европейскими аналогами. При использовании этой технологии производительность пользователя может быть улучшена. Основным преимуществом данной технологии является обеспечение качества и сохранности груза на всем пути следования, скорости доставки и современных технологий транспортировки и хранения подвески.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта проведен SWOT-анализ, где детально продуманы сильные и слабые стороны научно-технической разработки. На втором этапе проведения SWOT-анализа составлены интерактивные матрицы проекта, в которых осуществлено выполнение анализа соответствия параметров SWOT каждого с каждым. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.2 - 4.5.

Таблица 4.2 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	-	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	-	+	-	+	-
	B5	+	+	-	-	-

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	+	-
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-
	B5	-	-	-	-	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	-
	У2	-	+	-	-	-

Результаты выполнения SWOT-анализа представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Результаты SWOT-анализа

<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>С1. Низкая стоимость исходного сырья</p> <p>С2. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции</p> <p>С3. Взаимосвязи ТПУ с потенциальными заказчиками</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал</p>		<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Невысокие объемы производства</p> <p>Сл3. Риск нарушения правил безопасности и возникновения различных непредвиденных ситуаций</p> <p>Сл4. Вероятность получения брака</p> <p>Сл5. Большой срок поставок материала, используемого при проведении научного исследования</p>	
<p>Возможности</p> <p>В1. Использование оборудования ИШНПТ ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Внедрение технологии в производство</p> <p>В4. Участие в грантах</p> <p>В5. Выход на зарубежные рынки</p>	<p>Направления развития</p> <p>В2С2. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции позволит расширить спрос</p> <p>В3С2С4. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции и экологичность технологии являются основанием для внедрения технологии в производство</p> <p>В4С2С4. Высокий уровень физико- и термомеханических свойств продукции и экологичность технологии позволит участвовать в грантах</p> <p>В5С1С2. Низкая стоимость исходного сырья и высокий уровень физико-механических свойств продукции является хорошим основанием для выхода на зарубежные рынки</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>В1Сл4. Новейшее оборудование позволит на ранних стадиях исследования выявить и предотвратить появление брака</p>	
<p>Угрозы</p> <p>У1. Появление зарубежных аналогов и более</p>	<p>Угрозы развития</p> <p>У1С1С2. Более ускоренные темпы разработки и производства и поиск</p>	<p>Уязвимости:</p> <p>У2Сл2. Разработка новых технологий для увеличения объема производства</p>	

ранний их выход на рынок У2. Разработка новых технологий конкурентами и снижение цен	технологического решения для ускорения технологического процесса	У1Сл4. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения брака
---	--	--

Результаты проведенного SWOT-анализа учтены в процессе дальнейшей разработки структуры работ, которые необходимо выполнить в научно-исследовательском проекте.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование работ предполагало определение структуры работ по проведению научного исследования, определение участников каждого вида работ, установление продолжительности работ, построение графика проведения исследований. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по выполнению НТР представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	инженер
	4	Выбор методов исследования	инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	инженер, научный руководитель
	6	Проведение эксперимента	инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ полученных результатов НИР	инженер
	8	Корректировка расчетов	научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	9	Оценка эффективности результатов	инженер
	10	Составление пояснительной записки	инженер
	11	Подготовка к защите темы	инженер

4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Определение трудоемкости выполнения научного исследования проведено экспертным путем в человеко-днях. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;
 $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни; $t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Исходя из рассчитанной ожидаемой трудоемкости работ, была определена продолжительность каждого этапа работы (в рабочих днях T_p), учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, а также возможность выполнения нескольких видов работ в один временной промежуток. Далее с помощью формулы 2 рассчитана продолжительность одной работы в рабочих днях:

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, рабочие дни; $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	1		4		2.2		2,2	3
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	1	4	4	2.2	2.2	2.2	3
3. Обзор научной литературы		4		10	0	6.4	6.4	10
4. Выбор методов исследования		8		14	0	10.4	10.4	15
5. Планирование эксперимента		10		18	0	13.2	13.2	19
6. Проведение эксперимента		6		14	0	9.2	9.2	14
7. Анализ полученных результатов НИР		4		8	0	5.6	5.6	8
8. Оценка эффективности результатов		4		8	0	5.6	5,6	8
9. Составление пояснительной записки		6		14	0	9.2	9.2	14
10. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		4		10		6.4	6.4	9
11. Социальная ответственность		8		10		9	9	13
Итог	2	61	8	120	2.2	84.6	84,6	116

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – студент-инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T _{Ki} кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1 Исп2	3	■	■										
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	3			■	■								
3	Обзор научной литературы	Исп2	10		■	■				■	■				
4	Выбор методов исследования	Исп2	15				■	■	■						
5	Планирование эксперимента	Исп2	19					■	■	■	■				
6	Проведение эксперимента	Исп2	14							■	■				
7	Анализ полученных результатов НИР	Исп2	8								■	■	■	■	■
8	Оценка эффективности результатов	Исп1 Исп1	8								■	■			■
9	Составление пояснительной записки	Исп1 Исп2	14								■	■	■		■
10	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Исп2	9									■	■		■
11	Социальная ответственность	Исп2	13									■	■	■	■

Примечание: ■ Исп 1 (научный руководитель), ■ – Исп 2 (инженер)

4.2.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением.

Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции,

образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Затраты на получение образца нано-порошок Fe₂O₃

Наименование статей	Кол-во/1 изд	Цена, руб./г(кг)	Итого затраты, руб.
порошок свиных костей	2,0г	300руб./г	600
Хитазан	0.5кг	700руб./кг	350
Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72, л	1л	200руб./ л	200
Уксусная кислота, л	1л	622руб./ л	300
Маски	1	15	15
Мыло туалетное ГОСТ 28546- 2002 ГОСТ 790-89	1	37	37
Перчатки резиновые, технические ГОСТ 20010-93, пар	1	12	12
Итого:			1514 руб

Расчет амортизации специального оборудования

Расчет амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов (таблица 4.11).

Таблица 4.11 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Спектрометр ИК-фурье ИнфраЛЮМ ФТ-08 (LUMEX, Россия)	1	5	1260	1260
2	Микроскоп МЕД 20Т (Levenhuk, США)	1	10	57	57
3	Ультразвуковая ванна ГРАД 28-35 (Grade Technology, Россия, 55 Вт)	1	10	35	35
4	Весы ALC-110d4 Acculab, Россия, точность ±0,0001	1	10	50	50
5	Аквадистиллятор ДЭ-4 ТЗМОИ, Тюмень Медико, Россия	1	10	45	45

Итого:	1447 тыс. руб.
---------------	----------------

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (3)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для осциллографа, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0,1. \quad (5)$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Спектрометр ИК-фурье:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} \times m = \frac{0,2 \times 1260}{12} \times 4 = 84 \text{ тыс. руб} \quad (6)$$

Микроскоп:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} \times m = \frac{0,1 \times 57}{12} \times 4 = 1,9 \text{ тыс. руб.} \quad (7)$$

Ультразвуковая ванна:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} \times m = \frac{0,1 \times 35}{12} \times 4 = 1,166 \text{ тыс. руб.} \quad (8)$$

Весы:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} \times m = \frac{0,1 \times 50}{12} \times 4 = 1,667 \text{ тыс. руб.} \quad (9)$$

Аквадистиллятор:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} \times m = \frac{0,1 \times 45000}{12} \times 4 = 1,5 \text{ тыс. руб.} \quad (10)$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 84 + 1,9 + 1,166 + 1,667 + 1,5 = 90,233 \text{ тыс. руб}$$

Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p, \quad (11)$$

где $Z_{он}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 8).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_0} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}, \quad (12)$$

где Z_m – должностной оклад работника за месяц; F_0 – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая

неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_0} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}. \quad (14)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_0) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (15)$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_0) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (16)$$

где Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.13 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	Z_{mc} , руб	k_{np}	k_{∂}	k_p	Z_m , руб	$Z_{\partial n}$, руб	T_p , раб.дн.	Z_{ocn} , руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	10	21473
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	84,6	147 466,26
Итого:								168 939,26

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \times 21473 = 3220,95 \text{руб.} \quad (17)$$

– для инженера:

$$Z_{\text{бон}} = K_{\text{бон}} \times Z_{\text{осн}} = 0,15 \times 202199,6 = 30329,94 \text{руб.} \quad (18)$$

$$Z_{\text{бон обо}} = Z_{\text{допрук.}} + Z_{\text{бонинж.}} = 3220,95 + 30329,94 = 33550,89 \text{руб.} \quad (19)$$

где $k_{\text{дон}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{внеб} = K_{внеб}(З_{осн} + З_{бол}) = 0,3 \times (21473 + 3220,95) = 7408,2 \text{руб.} \quad (20)$$

Для инженера:

$$З_{внеб} = K_{внеб}(З_{осн} + З_{бол}) = 0,3 \times (202199,6 + 30329,94) = 69758,86 \text{руб.} \quad (21)$$

$$З_{внеб\ обо} = З_{внеб\ рук.} + З_{внеб\ инж.} = 7408,2 + 69758,86 = 77167,06 \text{руб.} \quad (22)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2022 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = K_{накл} * (З_{осн} + З_{доп}) \quad (23)$$

где $k_{накл} = 0,2$ – коэффициент накладных расходов.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ «Седиментационная и агрегативная устойчивость наночастиц оксида железа в водных растворах гуминовых кислот» по форме, приведенной в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
90233	1514	168 939,26	25340,89	58 284,05	344 311,19	68 862,24	413 173,43

4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегрального показателя ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НТР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НТР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1. устойчивость к старению	0,3	5/1.5	3/0.9	3/0.9
2. Высокая прочность	0,1	4/0,4	5/0,5	4/0,4
3. вязкость разрушения	0.2	3/0,6	5/1	4/0,6
4. Коррозионная стойкость	0,1	5/0.5	2/0.2	2/0.2
5. Безопасность	0.2	4/0.8	3/0.6	2/0.6
6. Эффективность работы	0,1	3/0.3	2/0.2	2/0.2
ИТОГО	1	27/4.1	20/3.4	17/2.9

$$I_{p-вар1} = 4,1; I_{p-вар2} = 3,4; I_{p-вар3} = 2,9.$$

На основании полученных интегрального финансового показателя и интегрального показателя ресурсоэффективности был рассчитан интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{вари}$) по формуле:

$$I_{вари} = \frac{I_{p-вари}}{I_{финр}}. \quad (21)$$

$$I_{вар1} = \frac{4,1}{0,91} = 3,55, I_{вар2} = \frac{3,4}{0,955} = 3,93, I_{вар3} = \frac{2,9}{1} = 2,9$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НТР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.16).

Таблица 4.16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,91	0,955	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,1	3,4	2,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	3,56	2,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	Вар.1/Вар.2 = 1,2 Вар. 1/Вар. 3= 1,4	Вар. 2/Вар. 1 = 0,83 Вар. 2/Вар. 3 = 1,16	Вар. 3/Вар. 1 = 0,71 Вар. 3/Вар. 2 = 0,86

Вариант 1: $0,91 + 4,1 + 4,5 = 9,51$.

Вариант 2: $0,955 + 3,4 + 3,56 = 7,915$.

Вариант 3: $1 + 2,9 + 2,9 = 6,8$.

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (данная разработка), т. к. показатель его сравнительной эффективности по отношению к каждому из сравниваемых вариантов больше 1.

4.4 Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НТР как наиболее предпочтительного и рационального по сравнению с остальными.

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работы – 116 дней; общее рабочих дней, в течение которых работал инженер, – 84,6; общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель, – 10;

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 413 173,43 рублей;

4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

1) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,1, по сравнению с 3,4 и 2,9;

2) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,5, по сравнению с 3,56 и 2,9 и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Введение

Раздел «Социальная ответственность» направлен на разработку проектных решений по предотвращению аварийных ситуаций на производстве, а также снижению воздействия на окружающую среду различных категорий опасных отходов.

В настоящей работе предлагается гидрогель на основе хитозана для имитации экологических свойств человеческого организма для изучения процесса коррозии металлических имплантатов. Результаты работы представляют научный и практический интерес в области исследований медицинских имплантатов.

Научная деятельность осуществляется в лабораториях кафедры нанотехнологий и наноматериалов Томского политехнического университета. Лаборатория расположена на втором этаже 15 корпуса ТПУ. Полы покрыты ламинатом, стены выложены плиткой, потолки окрашены влагоотталкивающей эмульсией, не содержащей токсинов, представляющих угрозу для здоровья и жизни человека. Лаборатория имеет 4 окна, через которые может проходить естественный свет.

Объект исследования – гидрогель на основе хитозана, изготовленный из хитозана и различных сшивающих агентов. Производство гидрогелей на основе хитозана происходит в лаборатории с рабочей площадью 5*8 м, оснащенной следующими видами оборудования:

- весы аналитические «Acculab ALC-210D4», Германия;
- магнитная мешалка «MS-3000 Biosan», Латвия;
- спектрофотометр «PD-303 Arpel», Япония;
- рабочее место, оснащенное ПК;
- шкаф для хранения лабораторной посуды – 3 шт.;
- вытяжной шкаф – 2 шт.;
- шкаф для хранения химикатов – 2 шт.;
- стол с рабочей поверхностью – 4 шт.;

- раковина – 2 шт.

Рабочий процесс, связанный с объектом исследования, осуществляется на рабочем поле: готовят раствор уксусной кислоты концентрацией 2%, добавляют в раствор уксусной кислоты хитозан, после растворения хитозана добавляют различные типы сшивающих агентов и оставляют при комнатной температуре в течение нескольких дней. Гидрогелевая пленка на основе хитозана была приготовлена, и гидрогелевая пленка на основе хитозана была испытана.

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Научно-исследовательская работа была выполнена в Научно-образовательном инновационном центре «Наноматериалы и нанотехнологии», ТПУ. Рабочее место, где была выполнена основная работа, находится в 206 аудитории 15 корпуса ТПУ по адресу проспект Ленина, 2Ас1.

Правовая норма трудового законодательства, а именно Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ [17], регулирует трудовую деятельность лаборантов, выполняющих научно-исследовательскую работу.

Режим рабочего времени. Начало, окончание или общая продолжительность рабочего дня определяется соглашением работников лаборатории и работодателя. Реализуется в режимах: нормированного рабочего времени (пятидневная с двумя выходными днями (ТК РФ ст. 100)) и гибкого рабочего времени (ТК РФ ст. 102).

Трудовое законодательство Российской Федерации регулирует трудовую деятельность работников лабораторий применительно к вредным и опасным условиям труда. Для предотвращения вредного и опасного воздействия химических веществ работники бесплатно обеспечиваются средствами индивидуальной защиты (ст. 221 ТК РФ).

Оплата труда работников лабораторий, работающих во вредных и (или) опасных условиях труда, повышена и устанавливается работодателем в размере не менее 4% от заработной платы (ст. 147 ТК РФ).

Виды компенсаций при работе во вредных условиях труда, и т.д. В лаборатории вредные условия труда 2 класса (допустимые условиями труда) согласно [18]),

Отчего: работникам предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый семидневный отпуск (ст.117 ТК РФ), работники должны проходить обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры для пригодности и предупреждения проф. заболеваний (ст.213 ТК РФ).

Согласно ПНД Ф 12.13.1-03 (Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)) [19], в химико-аналитических лабораториях могут работать лица старше 18 лет, прошедшие медицинский осмотр. Допускается после прохождения вступительного инструктажа по соблюдению техники безопасности.

Согласно ГОСТ Р 56748.1-2015 (Нанотехнологии. Наноматериалы. Управление рисками. Часть 1 Общие положения) [20], выбор мер безопасности НЧ производится путем оценки рисков НК, в которых участвуют сами работники. Выбор мер безопасности должен основываться на точных или предполагаемых литературных данных об опасности, уровнях воздействия НЧ.

5.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Рабочее место находится на втором этаже учебного корпуса Томского государственного Томского политехнического университета № 15. Лаборатория представляет собой помещение размером 8 х 5 м высотой 3,2 м, в лаборатории 4 окна (видимый свет), и обычно без перерыва могут работать 4 человека.

При проведении лабораторных работ работник лаборатории находится в положении стоя или сидя. Следовательно, при организации рабочего места

лаборанта требуется соблюдение нормативов ГОСТ 12.2.032-78 [21] и ГОСТ 12.2.033-78 [22].

Лаборатория оборудована отоплением и вентиляцией. Для внутренней отделки используются диффузные светоотражающие материалы, а поверхность пола отвечает следующим требованиям: ровная, легко моющаяся, антистатическая, без выбоин. Аптечки первой помощи и огнетушители хранятся в помещении. Расположение столешницы облегчает работу за ней, а также осмотр и обслуживание расположенного на ней оборудования.

5.3 Производственная безопасность

Исследование выполнялось в лаборатории Томского политехнического университета (ауд. 210а 15 корпуса). Для проведения исследования применяли, ультразвуковая ванна, сушильная печь, электронные весы, оптической микроскоп и т. д.

5.3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Условия труда в лабораториях и электрооборудовании могут привести к возникновению вредных и опасных для работающих факторов. Работает как в лаборатории, так и на ноутбуке (ПК) по ГОСТ 12.0.003-2015 [23], характеризующийся факторами, указанными в таблице 5.1:

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Превышение уровня шума, ультразвук	ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности СП 51.13330.2011 Защита от шума
2. Отклонение показателей микроклимата	ГОСТ 12.1.005-88. общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
3. Вещества, обладающие избирательной токсичностью на органы-мишени и (или) системы при многократном или продолжительном воздействии	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общесанитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
5. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

Анализ уровня шума и ультразвука

Гигиенические нормативы по шуму устанавливает национальным законодательством [24].

Источником фактора является длительная эксплуатация ультразвуковой ванны ODA-LQ40, центрифуги 5702. Заболевания рабочих: потеря слуха, головная боль. Эти приборы провоцируют возникновение звуковых колебаний в рабочей зоне. Допустимый уровень звукового давления на рабочем месте не должен превышать значения, указанного в таблице 5.2[25].

Таблица 5.2 – Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах [26]

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, дБ
12,5	80
16	80 (90)
20	100
25	105
31,5-100,0	110

В лаборатории уровни звукового давления на рабочем месте составляют: Ультразвуковая ванна ODA-LQ40 - 80 дБ (17,7 кГц) и 57..60 дБ (22 кГц) Центрифуга 5702 - <64 дБ (17,7 кГц). В лаборатории уровень звукового давления не превышает допустимого [27]. Снижают действие этого фактора, поглощая крышку бани и центрифугу.

Длительным воздействием шума обуславливается возникновение определенных заболеваний нервной системы.

Воздействие шума, превышающего норму, вызывает замедление зрительно-моторных реакций, снижения слуха и т. п. [28].

Чрезмерный шум плохо влияет на здоровье человека. Например, повышение артериального давления, биохимические изменения структуры головного мозга, замедление зрительно-моторной реакции, снижение слуха, головная боль, шумовая болезнь и др.

Показатели уровня шума в лаборатории соответствуют нормативам.

При превышении норм по шуму требуется принимать меры по снижению уровня шума и защите работников от его воздействия в соответствии с [29], используя в том числе такие меры, как: применение

противошумных наушников; установление звукоизолирующих кабин; использование поглотителей звука;

Кроме того, должны быть разумно организованы технологическое оборудование и рабочие места, установлены шумозащитные зоны, разумно организованы режим и режим труда и отдыха персонала.

Анализ показателей микроклимата

В лаборатории такие факторы, как отклонение температуры и влажности от стандарта, могут возникать по разным причинам. Определение оптимальных и допустимых температурно-влажностных метеорологических условий по ГОСТ 12.1.005-88[30]:

- Для холодного периода года: температура 21-23 °С, влажность 40-60%, скорость движения воздуха в помещении 0,1 м/с;
- Для теплого периода года: температура 22-24 °С, влажность 40-60%, скорость движения воздуха в помещении 0,2 м/с.

Для работы в зимнее время года обеспечивается отопление помещения. В летний период рабочая температура поддерживается постоянным кондиционированием.

Помимо этого, необходимо, чтобы размеры помещения соответствовали нормам вместимости оборудования и рабочих. Согласно по ГОСТ 12.4.113-82 [31] Помещения, в котором производились работы, имеет параметры: 1. Лаборатория НМНТ ИШНПТ ТПУ: длина - 8 м, ширина - 5 м, высота – 3.2 м, общая площадь - 40 м² , общий объем - 120 м³ . В данной лаборатории посменно проводились работы студентами по 8 человека в соответствии с НТД.

Вещества, обладающие избирательной токсичностью на органы-мишени и (или) системы при многократном или продолжительном воздействии.

Для безопасной работы с вредными химическими веществами является необходимо знание свойств, особенностей их токсичного действия и симптомов отравления. Неосторожность при работе с химическими

реактивами может привести к острым и хроническим отравлениям, раздражению дыхательных путей, химическим и термическим ожогам.

Рассмотрим используемые в работе реактивы:

1. *Хитозан* - натуральный биорасщепляемый продукт, нетоксичный, диацетилованный линейный полисахарид, построенный из глюкозаминовых звеньев. Представляет собой порошок или мелкие эластичные чешуйки от белого (бело-розового) до серого цвета с характерным перламутровым блеском, при температуре выше 100 °С осмолается. Нерастворим в воде и в большинстве органических растворителей, растворим в слабых растворах органических кислот, минеральных кислотах.

В воздухе находится в виде аэрозоля.

Малотоксичное соединение, не оказывает раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки, не проникает через неповрежденные кожные покровы.

ПДК в воздухе рабочей зоны 2,0 мг/м³, 3 класс опасности.

Показатели токсичности (класс опасности и среднесуточная предельно допустимая концентрация) оксидов железа, используемых в работе, приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Показатели токсичности материалов согласно ГОСТ 12.1.005-88

Соединение	Показатель	
	Класс опасности	Величина ПДК с. сут. (мг/м ³)
Хитозан	III	2
Спирт этиловый (C ₂ H ₅ OH)	IV	1000

Нанопорошковые материалы могут вызывать раздражение слизистой оболочки и кожного покрова, засорение дыхательных путей организма. Для обеспечения безопасности труда при контакте с наноматериалами обязательно должны применяться средства индивидуальной защиты (маски, респираторы), технические средства (приточная и вытяжная вентиляции), а также необходимо проводить инструктаж обслуживающего персонала. Индивидуальной защитой служат противогаз марки БКФ, респираторы типа «Астра-2», «Лепесток-200», защитные очки, спецодежда из хлориновой ткани.

Анализ освещенности рабочей зоны

Работая в плохом качестве или в условиях низкой освещенности, люди будут чувствовать усталость глаз и усталость, что приведет к снижению трудоспособности. В некоторых случаях это может вызвать головную боль. Во многих случаях причина заключается в том, что уровень освещения слишком низкий, слепящий эффект источника света и неравномерный баланс яркости на рабочем месте. Импульсы освещения также могут вызывать головные боли, в основном из-за использования электромагнитных балластов для газоразрядных ламп с рабочей частотой 50 Гц.

Освещение на рабочем месте должно соответствовать характеру визуальной работы: равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и отсутствие резких теней, количество освещения постоянно во времени (без пульсации луча), лучшая направленность и большая часть луча. Хороший спектральный состав, все элементы осветительной установки должны быть долговечными, безопасными от взрыва, пожара и электричества.

Исследование гидрогелей на основе хитозана освещения низкой точности. В таблице 5.5 перечислены различные типы спецификаций освещения для промышленных объектов с визуальной работой пятой категории [32].

Таблица 5.5 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий (для категории IVг)

Искусственное освещение				
Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации	
при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	UGR, не более	Кп, %, не более
Всего	В том числе от общего			
-	-	200	25	20

Лаборатория расположена на цокольном этаже – нормальная освещенность достигается за счет искусственного освещения люминесцентными лампами.

По нормам освещения и отраслевым нормам освещения в помещении при работе с ПК рекомендуется 300 - 500 лк при общем освещении.

Определим количество светильников, необходимое для освещения лаборатории при $E = 300$ лк. Общее освещение осуществляется светильниками ARS/R. Оптическая часть светильника ARS/R включает в себя экранирующую решетку, которая выполнена из зеркального алюминия и монтируется к корпусу посредством скрытых пружин. В одном светильнике 4 ЛЛ мощностью по 18 Вт.

- Световой поток лампы – 1150 лм.

- Коэффициент отражения потолка – 70%, стен – 50%, пола – 10%.

Помещение имеет размеры:

Длина $A = 8$ м;

Ширина $B = 5$ м;

Высота $H = 3.2$ м.

Площадь помещения таким образом составит:

$$S = 5 \times 8 = 40 m^2$$

Коэффициенты отражения светового потока от потолка, стен, соответственно равны: $q_{\text{п}} = 70\%$, $q_{\text{с}} = 50\%$, $q_{\text{з}} = 10\%$. Уровень от рабочей поверхности до потолка составляет:

$$H = h - h_{\text{р}} - h_{\text{с}},$$

$$H = 3.2 - 0.73 - 0 = 2.47 \text{ м},$$

где h – высота потолков, м;

$h_{\text{с}}$ – расстояние от светильника до потолка, м (при высоте помещения менее пяти метров принимается равной 0 м);

$h_{\text{п}}$ – высота рабочей поверхности над уровнем пола, м (принимается равной 0,73 м).

Для освещения используются светильники типа ОД мощностью 40 Вт, для которых оптимальность расположения светильников составляет $\lambda = 1,4$.

Расчетная длина между двумя рядами светильников:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 3.2 = 4,48 \text{ м}.$$

Число рядов светильников:

$$n = B/L = 5/4,48 = 1,12,$$

где B – ширина помещения, м.

Выбираем $n = 1$ ряд светильников. Тогда индекс освещения:

$$i = \frac{S}{H \cdot (A + B)} = \frac{40}{1 \cdot (5 + 8)} = 1.25$$

$$\text{Коэффициент использования светового потока } \eta = \frac{q_n + q_c + q_z}{3} = 43\%$$

Их количество рассчитывается по следующей формуле:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_z}{U \cdot n \cdot \Phi_l},$$

где E – требуемая горизонтальная освещенность, лк;

- S – площадь освещаемого помещения, м²;

- K_z – коэффициент запаса;

- U – коэффициент использования;

- Φ_l – световой поток одной лампы, лм;

Коэффициент запаса зависит от степени загрязнения помещения, частоты технического обслуживания светильника, интенсивности эксплуатации светильников и принимает значения от 1, до 2. Для чистых помещений с трехгодичным циклом обслуживания равен 1,5.

Для $p_n = 70\%$, $p_c = 50\%$, $U = 0,54$.

Подставим результаты в формулу:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_z}{U \cdot n \cdot \Phi_l},$$

для количества светильников получим:

$$N = \frac{300 \cdot 40 \cdot 1,5}{0,54 \cdot 4 \cdot 1150} \approx 8$$

Таким образом, количество светильников ARS/R, необходимое для освещения лаборатории при $E = 300$ лк равно 8.

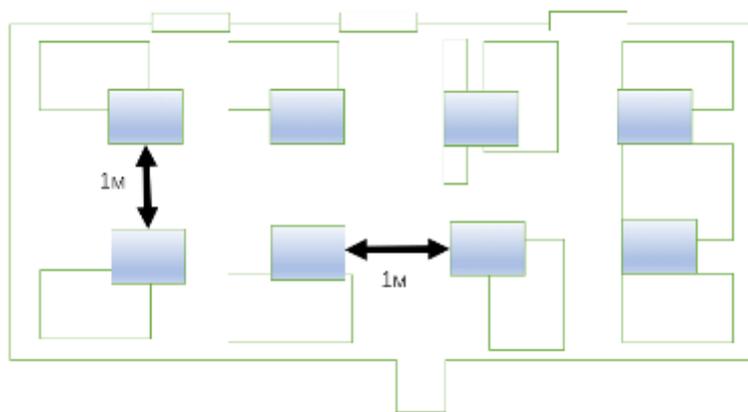


Рисунок 5.1 – План размещения светильников

Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током.

Причинами электротравм в большинстве случаев (80-90 %) служит прямой контакт с токоведущими элементами электрических установок, работа с ними без предварительного снятия напряжения. Главными причинами электротравм являются халатность и невнимательность – неправильные подача напряжения и отключение источника тока, неудовлетворительное состояние изоляции. Другими словами, причины электротравм можно систематизировать следующим образом: технические причины (неисправность оборудования, неправильная его эксплуатация), организационные (невыполнение правил техники безопасности), а также психофизиологические (усталость, сниженное внимание).

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроприборами по ГОСТ 12.019-79 [33]. Лаборатория относится к категории повышенной опасности.

Все электроустановки с напряжением свыше 36 В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены. Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения производится общим рубильником. В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

При поражении электрическим током необходимо как можно быстрее освободить пострадавшего от действия электрического тока, отключив электроприбор, которого касается пострадавший. Отключение производится с помощью отключателя или рубильника.

При невозможности быстрого отключения электроприбора необходимо освободить пострадавшего от токоведущих частей деревянными или другим не проводящим ток предметом источник поражения.

Во всех случаях поражения электрическим током необходимо вызвать врача.

5.4 Экологическая безопасность

Наночастицы, благодаря малому размеру, могут проникнуть практически в любые среды и даже в организмы. Поступая из разных источников в окружающую среду, наночастицы, способны проникать в самые разные области нашего мира.

Схема миграции наночастиц представляет собой взаимное перемещение наночастиц между средами обитания (воздух, гидросфера и литосфера), а также миграцию в различные биологические объекты (человек и наземные обитатели, растительный и животный мир водной системы, почва и отложения и т.д.).

Наночастицы могут представлять опасность для любого элемента экосистемы, однако степень этой опасности пока не известна. На сегодняшний день сформированы пять основных шагов для определения рисков, связанных с повсеместным применением наноматериалов [34]:

1. Составить программу систематических исследований, ориентированных на определение возможного риска, связанного с наночастицами;

2. Разработать методы обнаружения наночастиц в воздухе и воде;

3. Создать методы определения возможной токсичности наноматериалов;

4. Сформировать модели, способные предсказать возможное воздействие наноматериалов на окружающую среду и здоровье человека;

5. Изыскать способ оценки воздействия наночастиц на окружающую среду и здоровье.

Защита селитебной зоны. аэрозоли НЧ CaCO_3 и реагентов способны преодолеть фильтры вентиляции, попасть в атмосферу, на близлежащую жилую территорию; НЧ CaCO_3 проникают в альвеолярную область легких, раздражают слизистую, накапливаются в организме жителей.

Здание 15 корпуса ТПУ, в котором находится лаборатория, находится в жилой зоне (150-200 м). Отчего лаборатории подразделяются на IV категорию по интенсивности гигиенического класса по выделению вредных веществ. Лаборатория расположена в общежитии университета и имеет придомовую благоустроенную территорию, на которой запрещен выгул собак (санитарный заповедник).

Защита атмосферы. Одной из возможных экологических опасностей при разработке гидрогелей на основе природных полимеров является улетучивание уксусной кислоты. Для получения гидрогелей на основе природных полимеров к 20 мл 2% уксусной кислоты добавляли 400 мг хитозана вместе с другими тестируемыми веществами. Средства защиты атмосферы от выбросов включают очистку примесей в специализированном оборудовании, таком как циклоны, улавливающие частицы размером более 5 мкм с эффективностью до 0,95, и рукавные фильтры, улавливающие частицы размером более 0,1 мкм с эффективностью до 0,95. 0,999. ; Диффузия чистых

выбросов в атмосферу. Количество пара, присутствующего в период исследования, не превышало ПДК [35].

Защита гидросферы. Для приготовления гидрогелей на основе природных полимеров необходимые материалы и отходы после использования могут быть хорошо собраны и переработаны, но выброс избыточных химических веществ все равно может нанести вред потреблению воды людьми, животными и растениями. Для создания замкнутой системы водоснабжения производственные сточные воды очищают до требуемого качества механическими, химическими, физико-химическими, биологическими и термическими методами. Сточные воды, содержащие органические растворители, очищают экстракцией, ректификацией, абсорбцией, обратным осмосом и ультрафильтрацией. Отходы, образующиеся в ходе исследования, имеют очень низкую концентрацию в воде и не наносят вреда окружающей среде.

Защита литосферы. При приготовлении гидрогелей на основе природных полимеров несостоявшиеся гидрогели и остаточные нанопорошки превращаются в твердые отходы. Попадая в литосферу, порошкообразный материал может изменять микробную и ферментативную активность почвы, положительно взаимодействуя с обитающими в этой среде организмами. Утилизация отходов должна осуществляться в соответствии с действующим законодательством. Твердые отходы и порошкообразные системы собираются в специализированных сборниках и вывозятся на уничтожение. Утилизация одноразовых средств индивидуальной защиты должна быть помещена в специальные герметичные контейнеры.

Поэтому можно сказать, что в работе используются малоотходные технологии, исключая попадание вредных веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу, превышающие предельно допустимые нормы.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация, это сочетание опасных событий или событий, которые угрожают безопасности. В лаборатории возможны чрезвычайные

ситуации (ЧС): пожар; разлив конц. веществ; случайное высвобождение НЧ CaCO_3 и превышение ПДК.

Под пожаром понимается неконтролируемое горение вне специального очага, повлекшее материальный ущерб. Согласно [36], под пожарной безопасностью понимается такое состояние объекта, при котором выявленная возможность устраняет возможность возгорания и возгорания и подвергает людей пожарной опасности, а также защищает материальные ценности.. Причины возгорания в лаборатории: реагенты (спирт,) токи короткого замыкания электрооборудования, перегрузка, неисправность ноутбука или электросети. Специфика лаборатории связана с наличием электрооборудования и ЛВЖ (этанол), от чего в помещении вероятнее возникновение пожаров категорий: А (пожары твердых горючих веществ и материалов (дерево, бумага, пластмасса)), В (пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (спирт, кислоты)), Е (пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением) [37]. Изоляция приборов должна защищать человека от поражения электрическим током [38].

В зависимости от степени пожара лабораторное помещение относится к категории П-2, поскольку в его суспензии содержатся пыль и волокна [39].

При использовании электронного оборудования возможен пожар из-за электрических и неэлектрических свойств.

Причины неэлектрических пожаров:

а) Неосторожная пожарная обработка (курение, автоматическое отопление, использование открытого огня);

б) Самовозгорание и самовозгорание вещества.

Причины электрических пожаров: короткие замыкания, перегрузки по току, искры и дуги, статическое электричество и т. д.

Чтобы устранить причину пожара в лаборатории, необходимо принять следующие меры:

а) персонал лаборатории должен принять пожарную инструкцию;

б)Требовать от работников знать местонахождение устройств пожаротушения и уметь их использовать;

в)необходимо обеспечить правильную термическую и электрическую работу оборудования;

г)Противопожарное оборудование и основное противопожарное оборудование должны содержаться в хорошем состоянии и в видимом и легкодоступном месте.

В лаборатории имеется 2 огнетушителя ОУ-2, предназначенных для тушения различных веществ и материалов, кроме щелочноземельных металлов и электроустановок напряжением до 1000 В. При тушении электрооборудования под напряжением колпак не должен быть близко к электрооборудованию и к пламени, а расстояние не должно превышать 1 метра.

Согласно ГОСТу 12.1.004-91 [40], в лаборатории корпуса №15 соблюдаются нормы пожарной безопасности. При ЧС срабатывает пожарная сигнализация, и оповещающая о эвакуации через два возможных выхода, согласно плану эвакуации (рис. 5.2). Предотвращение возгорания обеспечивается: сетевыми фильтрами, нанесенными на деревянные поверхности красками, наличием полиэтиленовыми клеенок, выполнением мебели из керамики.



Рисунок 5.2 – План эвакуации этажа

Первичные средства пожаротушения являются: порошковый огнетушитель АВСЕ-1 Триумф, песок, пожарный кран, аптечки Мирал. При пожаре в лаборатории, работники обязаны позвонить в пожарную службу, выключить вентиляцию, включить пожарную тревогу, покинуть здание.

5.6 Выводы по разделу

Таким образом, в лаборатории представленные элементы производства обладают физическими, химическими свойствами и обеспечивают их безопасность. Расчеты освещенности показывают соответствие лабораторным стандартам. Влажность, температура и скорость ветра в помещении соответствуют лабораторным стандартам. Реагенты и НЧ CaCO_3 менее экологически безопасны, но высокотоксичны для атмосферы, горных пород и гидросферы. А наночастицы карбоната кальция оказывают воздействие на слизистую дыхательных путей человека. Гарантируется пожарная безопасность.

В соответствии с постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31 октября 2007 г, № 79, каждый индивидуальный наноматериал следует рассматривать как новую продукцию и относить к веществам, потенциально опасным для здоровья человека. До официального установления класса опасности наноматериалов (в рамках их гигиенического нормирования) рекомендуется придерживаться алгоритма определения степени потенциальной опасности (согласно МР 1.2.2522-09).

А реагенты и НЧ CaCO_3 , имеющие в данном случае значительное негативное воздействие на окружающую среду, указываются 2 категорией – умеренным негативным воздействием на окружающую среду (по обращению с отходами производства и потребления в части, касающейся отходов II класса опасности (с проектной мощностью менее 0,3 тонны в час) и отходов III класса опасности (менее 1 тонны в час)) [41].

ВЫВОДЫ

1. На основании литературных данных показано, что микроскопия и электрохимические методы являются основными при изучении медицинских сплавов; поведение металлов, применяемых в медицине не проводят с использованием гелей.
2. Краевые углы смачивания для гелей ХТ-Гл-Н₂О, ХТ-Гл-NaCl, ХТ-Гл-Рингер, ХТ-Гл-кость составляют 55,49, 56, 57° .
3. Установлено, что энергия активации испарения воды из гелей ХТ-Гл-кости; ХТ; ХТ-Гл составляет до и после перегиба 10 ± 1 и 6 ± 1 ; 14 ± 2 и 8 ± 7 14 ± 2 и 7 ± 5 кДж/моль · К, соответственно.
4. На основании ИК-спектров гелей показано, что взаимодействие между компонентами гелей осуществляется только с помощью водородных связей, глицерин является «сшивающим» агентом. Наличие частиц костной ткани не приводит к значительному изменению структуры.
5. Гель состава ХТ-Гл-кость не оказывает существенного влияния на сплавы ВТ6СВ, Ti-6Al-4V в течение месяца, через 30 дней проявляется незначительное окисление поверхности.
6. Гель состава ХТ-Гл-кость оказывает существенное влияния на окисление AZ91A-ASTM В: через сутки после контакта начинается коррозия. Отличием процессов на границе раздела раствор Рингера / сплав и ХТ-Гл-Рингер-кость / сплав является наличие язвенной коррозии.
7. Рассчитаны бюджетные расходы научной исследования 413 173,43 рублей.
8. В пятом разделе мы изучали правила производственной и экологической безопасности, которые необходимо соблюдать во время экспериментов. Изучены правовые нормы для обеспечения безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Абилова Г.К., Махаева Д.Н., Ирмухаметова Г.С., Хуторянский В.В. Гидрогели на основе хитозана и их применение в медицине // Вестник Казахского национального университета. Серия химическая. 2020. Т. 97. № 2. С. 16-28.

2 Chu Min. Biological characteristics of hydroxyapatite/chitosan complexed with metformin for bone defects in rats // Chinese Tissue Engineering Research. 2021, 25(28)

3 Mingo B., Arrabal R., Mohedano M., Llamazares Y., Matykina E., Yerokhin A., Pardo A. Influence of sealing post-treatments on the corrosion resistance of PEO coated AZ91 magnesium alloy // Appl. Surf. Sci. – 2018. – V. 433. – P. 653–667.

4 Esmaili S., Ahmadi T., Noorbakhsh A.A., Bakhsheshi-Rad H.R., Berto F. Коррозионное поведение и биосовместимость покрытий с оксидом графена, полученных методом микродугового оксидирования на магниевом сплаве // Физическая мезомеханика. 2022. Т. 25. № 4. С. 122-138.

5 Walker J., Shadanbaz S., Kirkland N.T. et al. Magnesium alloys: predicting in vivo corrosion with in vitro immersion testing // Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials. 2012. Vol. 100. P. 1134–1141.

6 Мухина И. Ю., Уридия З.П. Магний – основа сверхлегких материалов // Металлургия машиностроения. 2005. №6. С. 29–31.

7 Мухина И.Ю., Бобрышев Б.Л., Антипов В.В., Кошелев А.О., Бобрышев Д.Б. Структура и свойства сплавов системы Mg–Al–Zr при литье в кокиль и формы из ХТС // Литейное производство. 2014. №8. С. 6–10.

8 Уридия З.П., Мухина И.Ю. Закономерности взаимодействия легирующих элементов и формирование наноструктурированного состояния литейных магниевых сплавов системы Mg–Zn–Zr // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2017. №6 (54). Ст. 01. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 16.12.2018). DOI: 10.18577/2307-6046-2017-0-6-1-1.

9 Wang D., Bierwagen G.P. Sol-gel coatings on metals for corrosion protection // Progress in Organic Coatings. 2009. Vol. 64. P. 327–338.

10 Орлов А.А., Сопельник Д.О., Тевс М.Д., Заиров А.В. Исследование коррозионной стойкости биомедицинских материалов // В сборнике: Уральская школа молодых металловедов = Ural School for Young Metal Scientists. Материалы XXI Международной научно-технической Уральской школы-семинара металловедов - молодых ученых. Екатеринбург, 2022. С. 306-310.

11 Лямина Г.В., Зыкова Ю.А., Князева Е.П. Применение полимерного геля как модельной среды для оценки коррозионной устойчивости металлов // Вестник Томского государственного университета. Химия. 2016. № 4 (6). С. 22-30.

12 Божко С.А., Манохин С.С., Токмачева-Колобова А.Ю., Карлагина Ю.Ю., Лигачев А.Е. Влияние импульсного наносекундного лазерного излучения на коррозионную стойкость магниевого сплава системы Mg-Al-Zn // Физика и химия обработки материалов. 2019. № 6. С. 28-35.

13 Мударисова Р.Х., Кулиш Е.И., Кузина Л.Г., Колесов С.В. Модифицированные хитозановые пленки с регулируемыми транспортными свойствами // Вестник Башкирского университета. 2008. Т. 13. № 4. С. 919-921.

14 Арзамасцев О.С., Артеменко С.Е., Абдуллин В.Ф., Арзамасцев С.В. Интенсификация процесса получения пленок хитозана // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 2 (60). С. 112-114.

15 Абилова Г.К., Әбілқәрім М., Ирмухаметова Г.С. Сшитые пленки на основе хитозана и поли (2 - этил - 2 - оксазолина) для буккальной доставки лекарств // Вестник Казахского национального медицинского университета. 2019. № 4-1. С. 105-109.

16 Федосеева Е.Н., Федосеев В.Б. Взаимодействие хитозана и бензойной кислоты в растворе и пленках // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 2011. Т. 53. № 11. С. 1900-1907.

17. Российская Федерация. Трудовой кодекс Российской Федерации: Трудовой кодекс РФ № 197-ФЗ (ред. от 01.03.2022): [принят Государственной думой 21 декабря 2001 года]. – Москва, 2001. – 290 с.

18. Российская Федерация. Законы. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон N 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020): [принят Государственной думой 23 декабря 2013 года]. – Москва, 2013. – 28 с.

19. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения): Утверждены Федеральным государственным агентством «Центр экологического контроля и анализа» 4 сентября 2003 г. - Москва: Минприроды РФ, 2003. - 30 с.

20. ГОСТ Р 56748.1-2015. нанотехнологии. наноматериалы. Управление рисками. Часть 1 Общие положения: Дата введения 2016-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200127486> (дата обращения: 1.04.2022). - Текст: Электронный.

21. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979)

22. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979)

23. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: дата введения 2017-03-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 1.04.2022). – Текст: электронный.

24. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (дата введения: 01.11.2015)

25. ГОСТ 12.1.001-89. Ультразвук. Общие требования безопасности: дата введения 1991-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200273> (дата обращения: 1.04.2022). – Текст: электронный.

26. ГОСТ 12.1.001-89. Ультразвук. Общие требования безопасности: дата введения 1991-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200273> (дата

обращения: 1.04.2022). – Текст: электронный.

27.ГОСТ 12.1.001-89. Ультразвук. Общие требования безопасности: дата введения 1991-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200273> (дата обращения: 1.04.2022). – Текст: электронный.

28 .ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация (дата введения: 01.07.1990)

29 .Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Карачаево-Черкесской республике. – 2011. – URL: <http://09.rospotrebnadzor.ru/content/vliyanie-shuma-na-organizm-cheloveka> (дата обращения: 01.11.2021)

30 .ГОСТ 12.1.005-88. общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

31 .ГОСТ 12.4.113-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности

32 .СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (дата введения: 08.05.2017)

33 .ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда.Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

34 .МР 1.2.0024-11. Контроль наноматериалов, применяемых в химической промышленности. Методические рекомендации

35 .ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (дата введения: 01.01.1989)

36.ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Термины и определения(дата введения: 01.07.1982)

37 .Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021): [принят Государственной думой 4 июля 2008 года]. – Москва, 2008. – 117 с.

38.ГОСТ 12.2.007.0-75. Изделия электротехнические. Общие требования

безопасности: дата введения 1978-01-01. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 13 с.

39.Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 10.07.2012 N 117-ФЗ (последняя редакция)

40.ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования: дата введения 1992-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 1.04.2022). – Текст: электронный.

41.Российская Федерация. Постановление. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: Постановление от 31 декабря 2020 г. N 2398: [принят правительством РФ от 31.12.2020]. – Москва: Правительство РФ, 2020. – 11 с.