

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

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки: *Материаловедение и технологии материалов*

Отделение материаловедения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Исследование структуры и свойств слоистых материалов «оксидная керамика – стекло» УДК 620.22-419:666.1/.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4БМ6В	Кан Юлия Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Проф. отделения материаловедения	Кульков С. Н.	д.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доц. отделения социально- гуманитарных наук	Петухов О. Н.	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т. А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	Панин С.В.	Д.т.н., профессор		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по ООП 22.04.01

Код результата	Результат обучения
P1	Осуществлять сбор, анализ и обобщение научно-технической информации в области материаловедения и технологии материалов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов
P2	Работать с патентным законодательством и авторским правом при подготовке документов к патентованию и оформлению ноу-хау
P3	Выполнять маркетинговые исследования и анализировать технологический процесс как объекта управления, разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных решений в профессиональной деятельности
P4	Руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
P5	Внедрять в производство технологии получения керамических, металлических материалов и изделий, в том числе наноматериалов, быть готовым к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, позволяющих получать и диагностировать материалы и изделия различного назначения.
P6	Разрабатывать новые и модернизировать существующие технологии получения керамических, металлических материалов и изделий, в том числе наноматериалов
P7	Внедрять системы управления качеством продукции в области материаловедения, эксплуатировать оборудование, позволяющее диагностировать материалы и изделия из них, в том числе наноматериалы
P8	Действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения, выбирать наиболее рациональные способы защиты и порядка в действиях малого коллектива в чрезвычайных ситуациях
P9	Общаться в устной и письменной формах на государственном языке РФ и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности, подготавливать и представлять презентации планов и результатов собственной и командной деятельности, формировать и отстаивать собственные суждения и научные позиции
P10	Самостоятельно осваивать новые методы исследования, изменять научный, научно-педагогический и производственный профиль своей профессиональной деятельности
P11	Применять принципы рационального использования природных ресурсов, основные положения и методы социальные, гуманитарные и экономические подходы при решении профессиональных задач с учетом последствий для общества, экономики и экологии.
P12	Использовать основные категории и понятия общего и производственного менеджмента в профессиональной деятельности

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

Инженерная школа новых производственных технологий

Отделение материаловедения

Направление подготовки: *Материаловедение и технологии материалов*

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП _____ С.В.
Панин _____
(Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
4БМ6В	Кан Ю. В.

Тема работы:

Исследование структуры и свойств слоистых материалов «оксидная керамика – стекло»	
Утверждена приказом директора ИШ НПТ	Приказ №1490/с от 5.03.2018

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	С развитием технологий возросли возможности медицины в частности в области эндопротезирования. В настоящее время оксидная керамика активно используется в медицине для изготовления различных видов протезов. Исследования направлены получение износостойкого покрытия для обеспечения высоких эксплуатационных свойств материала.
---------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Аналитический обзор литературы Объект и методика исследования Результаты исследования Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Социальная ответственность
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Исследование структуры и свойств алюмооксидных керамик Презентация ВКР в PowerPoint

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
<i>Финансовый менеджмент...</i>	<i>О. Н. Петухов, доц. отделения социально-гуманитарных наук</i>
<i>Социальная ответственность</i>	<i>Т. А. Раденков, асс. отделения контроля и диагностики</i>
<i>Раздел ВКР на иностранном языке</i>	<i>А. С. Парнюгин, доц. отделения иностранных языков</i>
<i>Раздел ВКР на иностранном языке</i>	<i>М. С. Бурков, доц. отделения материаловедения</i>

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

3 Исследование переходного слоя на границе слоистого материала «керамика-стекло»

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор отделения материаловедения	Кульков С.Н.	д.ф.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4БМ6В	Кан Ю. В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 115 с., 35 рис., 29 табл., 21 источников.

Ключевые слова: слоистые материалы, покрытие, корундовая керамика, стекло, переходный слой.

Объектом исследования является переходная зона, возникающая при формировании стеклокристаллического слоя на границе между корундовой керамикой и стеклом марки ХЛС 2.

Целью работы является изучение переходного слоя на границе керамика/стекло.

В процессе исследования проводилась оптическая и электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, анализ пористости.

В результате исследования был установлен фазовый состав и свойства структуры керамических слоистых материалов Al_2O_3 /стекло ХЛС 2, определено влияние количества слоев стекла на структуру и свойства корундовой керамики.

Область применения: исследуемые материалы имеют перспективы в применении в технологии слоистых материалов в имплантационной медицине и в областях машиностроения.

В будущем планируется продолжить исследования фазового состава, также необходимо провести испытания на механические и триботехнические свойства керамического композита, варьируя пористость образцов по глубине слоистого композита. Также запланировано нанесение составов биостекол с целью выяснить характер образования переходного слоя «корундовая керамика-биостекло».

Материалы данной научно-исследовательской конференции будут опубликованы в качестве статьи на конференции. Данная ВКР размещена в электронно-библиотечной системе ТПУ

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1)

ГН 2.2.5.1827-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» Дополнение № 1 к ГН 2.2.5.1313-03 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 21 декабря 2003 г.)

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция

СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления

СанПиН 2.2.2.540-96 Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ

СанПиН 2.2.3.1385-03 Гигиенические требования к предприятиям производства строительных материалов и конструкций

НПАОП 0.00-1.64-13 «Правила техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов»

СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления

ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы (ССОП). Земли. Общие требования к рекультивации земель (с Изменением N 1)

СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений

СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности

СП 29.13330.2011 Полы

СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1)

СанПин 2.2.3.1384-03 Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ

СНиП 21-01 Пожарная безопасность зданий и сооружений

СП 5.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)

СНиП 2.09.02–85* Производственные здания промышленных предприятий

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение

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

СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование

ОГЛАВЛЕНИЕ

Реферат	5
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	6
ОГЛАВЛЕНИЕ	8
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 Керамические материалы для биомедицинского применения	12
1.1 Анализ имплантационных материалов	12
1.2 Биоинертные материалы на основе оксида алюминия.....	15
1.3 Биоактивные стекла.....	18
1.4 Нанесение биоактивного покрытия на биоинертную подложку.....	19
1.5 Износостойкость имплантационных материалов	27
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	32
2.1 Оптическая микроскопия.....	33
2.2 Гидростатическое взвешивание	38
2.3 Растровая микроскопия.....	39
2.4 Рентгеноструктурный анализ.....	41
3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ НА ГРАНИЦЕ СЛОИСТОГО МАТЕРИАЛА «КЕРАМИКА-СТЕКЛО»	45
3.1 Изучение морфологии слоя методом оптической микроскопии.....	45
3.2 Анализ пористости	53
3.3 Растровая микроскопия.....	53
3.4 Рентгенофазовый анализ	55
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	61
4.1 Предпроектный анализ	61
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	61
4.1.2 SWOT-анализ	62
4.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации	63
4.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	65
4.2 Инициация проекта	66
4.2.1 Цели и результаты проекта.....	66

4.2.2	Организационная структура проекта	67
4.2.1	Ограничения и допущения проекта.....	67
4.3	Планирование научно-исследовательских работ.....	68
4.3.1	Иерархическая структура работы	68
4.3.2	Структура работ в рамках научного исследования	68
4.3.3	Контрольные события проекта	69
4.3.4	План проекта.....	70
4.4	Составление сметы затрат	71
4.4.1	Затраты на амортизацию оборудования.....	71
4.4.2	Затраты на основные и вспомогательные материалы	72
4.4.3	Затраты на заработную плату.....	72
4.4.4	Отчисления на социальные нужды.....	73
4.4.5	Затраты на электроэнергию.....	73
4.4.6	Смета затрат на НИР	74
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	77
	Введение.....	77
5.1	Производственная безопасность	78
5.1.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	78
5.1.2	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	79
5.1.2.1	Воздействие вредных производственных факторов на человека.....	79
5.1.2.2	Воздействие опасных производственных факторов на человека.....	80
5.1.3	Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	81
5.2	Экологическая безопасность.....	83
5.2.1	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	83
5.2.2	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	84
5.2.2.1	Защита селитебной зоны.....	84
5.2.2.2	Защита гидросферы.....	84
5.2.2.3	Защита литосферы.....	84
5.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	85

5.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований	85
5.3.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	86
5.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	89
5.4.1	Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.....	89
5.4.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		92
Список публикаций студента.....		93
Список использованных источников		94
Приложение А		97

ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием медицины возникает необходимость в совершенствовании материалов, применяемых в сфере протезирования. При изготовлении материалов медицинского назначения к исходным материалам предъявляются ряд требований в отношении биологической совместимости исходных компонентов и их воздействию на организм. В качестве главного компонента биоактивных материалов широкое распространение получил гидроксиапатит, который характеризуется высоким показателем биологической совместимости, несмотря на невысокие механико-физическими свойствами. Содержание гидроксиапатита повышает резорбцию протеза, способствуя его интеграции в организм человека. Недостаточная прочность и устойчивость к внешним нагрузкам сужает область применения, исключая возможность использования протезирования кости, подвергающейся значительным нагрузкам.

Целью данной работы являлось экспериментальное определение основных закономерностей формирования структуры и фазового состава переходных зон на границе между слоем стекла и керамической подложкой для применения выявленных результатов при разработке слоистых материалов «керамика-стекло».

Поставленная цель включала несколько задач:

1. изготовление образцов;
2. получение шлифов;
3. анализ структуры методом оптической микроскопии.

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлось изучение морфологии структуры слоев стекла и керамики. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы уделялось внимание к структуре и анализу полученных образцов.

При выполнении практики использовались готовые цилиндрические образцы алюмооксидной керамики. В работе исследован технический глинозем марки Г00, Ачинский глинозёмный комбинат) с размером порошинок $z=3,5$ мкм, полученный традиционным методом термического разложения гидроксида алюминия (ГОСТ 30558-98). Таблетки диаметром 23 мм формовали на гидравлическом прессе при нагрузке $P = 28,5$ кН, далее спекали в 1400 °С, где длительность нагрева составляла 6 часов с выдержкой 1 час.

Образцы для исследования структуры были получены методом припекания алюмосиликатного стекловидного покрытия на подложке. В качестве материала покрытия было выбрано стекло ХЛС-2. Данная марка стекла содержит различные модификации минералов встречающихся в виде $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$, нефелина.

В качестве технологической связки использовали клеевой раствор на основе воды и карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ – простого эфира целлюлозы с гликолевой кислоты) в соотношении (2:1).

Для изучения характера покрытия стекло нанесли на гладкую горизонтальную поверхность цилиндрического образца и на шероховатую поверхность излома.

Образцы с нанесенным покрытием спекали при температуре 1200 °С, при нагреве и выдержке в печи 4 часа и 10 мин, соответственно.

Целью данной работы является получение образцов слоистого материала на подложке из алюмооксидной керамики. Полученный опыт откроет новые возможности для последующего применения стеклообразного покрытия.

В связи с этим в работе были поставлены следующие задачи:

1. Изготовить образцы слоистого материала на основе алюмооксидной керамики и стекловидного покрытия путем послойного нанесения раствора стекла со связкой.
2. Выбрать на основе визуального наблюдения необходимое количество слоев стекла, наиболее подходящее для спекания с керамической подложкой, для дальнейшего исследования;
3. Подготовить поперечные срезы и косые срезы образцов для исследования структуры и характеристик адгезии полученного слоистого материала;
4. Оценить результаты, анализировать экспериментальные данные.

2.1 Оптическая микроскопия

Для изучения структуры изготовили шлифы образцов с полученным покрытием. Шлифом называют специальным образом приготовленную для исследования одну из плоскостей образца исследуемого материала. Приготовление микрошлифа керамики аналогично приготовлению микрошлифа металлического сплава, включает в себя операции: подготовка поверхности, шлифование, полирование.

Выбор числа образцов, места вырезки и сечения материала, по которому проходит плоскость микрошлифа, определяется целью металлографического исследования, размерами, формой и особенностями структуры изучаемого объекта.

Для изучения покрытия на разных по шероховатости поверхностях были получены косые шлифы. Также наряду с косыми шлифами были изготовлены шлифы цилиндрической формы образцов. Для изучения структуры удобны простые формы образцов следующих размеров: цилиндр или параллелепипед с диаметром или стороной основания 10-20 мм и высотой 10-15 мм. Цилиндрическая конфигурация и образцы в форме параллелепипеда позволяют изготовить качественный шлиф без трещин, царапин и повреждения кромок. Образцы малых размеров или сложной конфигурации после вырезки для

изготовления шлифов помещают в пластмассы или легкоплавкие сплавы в приспособления; схемы установки показаны на рисунке 2.1.1. Наиболее часто для холодной заделки шлифов используют эпоксидные смолы. Они обладают достаточной твердостью, малой объемной усадкой при отверждении и хорошо соединяются с большинством металлических образцов.

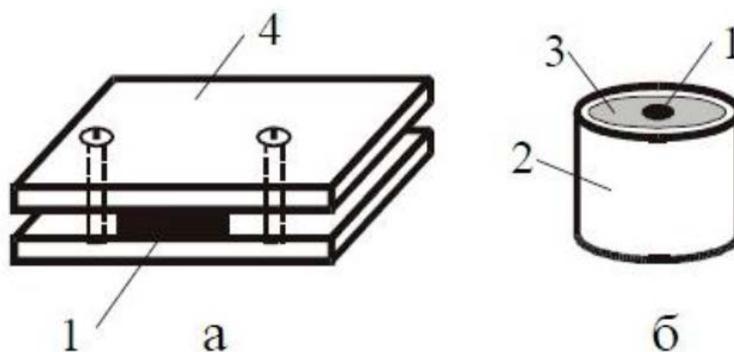


Рисунок 2.1.1 – Приспособления для приготовления микрошлифов: а) шлиф, зажатый в струбцине; б) шлиф, залитый эпоксидной смолой [18]

Производят с помощью напильника или наждачного круга обработку шлифа на плоскость. Далее производят шлифовку вручную или на шлифовальных станках. Шлифование осуществляют на наждачной бумаге номера № 4-5, последовательно уменьшая размер абразива. Направление движения образца по наждачной бумаге при смене номера бумаги следует менять направление перпендикулярно предыдущему, а шлифование на одном номере вести до исчезновения рисок от предыдущей шлифовальной бумаги. При смене номера бумаги следует удалять со шлифа частички абразива. После шлифования на последней бумаге шлиф тщательно промывают в воде, чтобы частички абразива не попали на полировальный круг.

Чтобы свести к минимуму вдавливание абразивных частиц в поверхность шлифов, шлифовальную бумагу предварительно натирают парафином (например, при изготовлении микрошлифов из алюминия),

Полирование служит для удаления мелких рисок, появившихся в ходе шлифования, и получения гладкой зеркальной поверхности шлифа.

Полученные образцы подвергли шлифованию и полированию алмазными пастами с зернистостью от 60 мкм до 1 мкм, представленные в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Основные характеристики полировальных алмазных паст

Обозначение зернистости (ГОСТ 9206-70)	Размеры абразивных частиц, мкм	Концентрация алмазного порошка, %	
		нормальная Н	повышенная П
60/40	60-40	10	20
40/28	40-28	7	14
28/20	28-20	7	14
20/14	20-14	5	10
14/10	14-10	5	10
10/7	10-7	3	6
7/5	7-5	3	6
5/3	5-3	2	4
3/2	3-2	2	4
2/1	2-1	1	2
1/0	1-0	1	2

Для наблюдения поведения стекла на поверхностях излома и на гладкой поверхности были изготовлены косые шлифы. Если образец имеет тонкий поверхностный слой, отличающийся от основного металла по структуре и фазовому составу, то используют косые шлифы, плоскость которых расположена под острым углом к поверхности образца. Косые шлифы позволяют более детально исследовать структуру тонкого поверхностного слоя, облегчают измерение его микротвёрдости или толщины. Цилиндрические образцы разламывали, на образовавшуюся поверхность излома, а также на гладкую поверхность наносили впоследствии слой стекла. Чтобы получить косой шлиф у полученного образца спиливают острый край, для одновременного изучения шлифа слоя стекла на гладкой стороне, так и на поверхности излома.

Исследование структуры методом оптической микроскопии, предложенное П. П. Аносовым в 1831 году, широко используется для

изучения строения металлов и для технического контроля их качества в промышленности.

Применение белого света позволяет наблюдать структуру металла при общем увеличении от нескольких десятков до 2000-3000 раз. Однако полезное увеличение, определяемое условиями дифракции света, как будет показано, не может быть выше 1500 раз. При таком увеличении можно обнаружить элементы структуры размером до 0,2 мкм, что в большинстве случаев меньше размеров многих фаз, присутствующих в сплавах. Данное свойство позволяет успешно применять метод оптической микроскопии для наблюдения структуры многих металлических сплавов и керамики.

Классический метод исследования и контроля металлических материалов включает изучение строения структуры шлифа в оптическом микроскопе. Исследование микроструктуры шлифа называется микроанализом.

Микроанализ позволяет определить величину и форму мелких зерен, качество термической обработки, а также выявить мельчайшие дефекты в металле (волосяные трещины, неметаллические включения). Для микроанализа применяется микрошлиф и микроскоп.

Для изучения структуры микрошлифов применяли программное обеспечение SIAMS в совокупности с оптическим металлографическим микроскопом ЛабоМет-И. На рисунке 2.1.2 металлографический микроскоп является инвертированным, и предназначен для наблюдения и исследования изображения структуры при прямом освещении в отражённом свете непрозрачных объектов в виде шлифов и срезов)металлов, сплавов и других.



Рисунок 2.1.2 – Оптический микроскоп металлографический ЛабоМет-И

SIAMS – это первый сетевой панорамный анализатор изображений российского производства. Программное обеспечение позволяет получать изображения, обрабатывать их, а также автоматически анализировать в соответствии с международными стандартами и ГОСТ. В комплексе с микроскопом и камерой программное обеспечение внесено в реестр средств измерений и имеет свидетельство об утверждении типа и свидетельство об аттестации программного обеспечения средств измерений.

К функциональным возможностям анализатора SAIMS 800 относятся в первую очередь: удобство съемки изображений в одной панораме, что обеспечивает удобство для оператора и простоту обращения с оборудованием. Работа в SIAMS позволяет решать разнообразные задачи от анализа размеров зерна, пористости, дефектов до изучения слоев и покрытий. В комплексе с устройством оптического анализа применение SIAMS помогает сократить время при изучении материала.

Важной особенностью оптической микроскопии как метода исследования является недостаток, связанный с субъективным выбором участка исследования, что не полностью отображает структурную картину в целом.

2.2 Гидростатическое взвешивание

Гидростатическое взвешивание – метод измерения плотности жидкостей и твердых тел, основанный на законе Архимеда: на всякое тело, погруженное в жидкость (или газ), действует со стороны этой жидкости (газа) поддерживающая сила, равная весу вытесненной телом жидкости (газа), направленная вверх и приложенная к центру тяжести вытесненного объема.

Полученные при помощи керамических технологий и порошковой металлургии, материалы содержат поры. Их подразделяют на две группы: закрытые поры, которые не контактируют с окружающей средой и открытые поры, проводящие окружающую среду.

Пористость и плотность материалов принято характеризовать следующими показателями:

1. Истинная (теоретическая) плотность $\rho_{и}$, г/см³ – плотность беспористого материала. Кажущаяся плотность $\rho_{к}$, г/см³ – плотность материала, содержащего поры.
2. Относительная плотность $\rho_{к}/\rho_{и}$.
3. Истинная пористость $\Pi_{и}$, – суммарный объем всех пор, выраженный в процентах или долях к общему объему материала.
4. Кажущаяся (открытая) пористость – объем открытых пор, заполняемых водой при кипячении, выраженный в процентах к общему объему материала.

Схема установки для гидростатического взвешивания представлена на рисунке 2.2.1.

Первоначально путем взвешивания, измерения линейных размеров и расчета объема образца материала определили кажущуюся плотность — $\rho_{к}$. Если материал образца имеет минимальную пористость (менее 0,5 %), то значение экспериментально определенной плотности можно считать за истинную (теоретическую) плотность $\rho_{и}$. Однако, предполагая наличие пористости у полученных образцов больше 0,5 %, предпочтём другой подход измерения истинной пористости. С целью закрытия открытых пор образцы с предполагаемой пористостью более 0,5 % перед взвешиванием в жидкости

пропитывают расплавленным парафином, лаком «Цапон» или веществом, не растворимым в жидкости. Плотность подготовленных таким образом образцов будет кажущейся ρ_k .

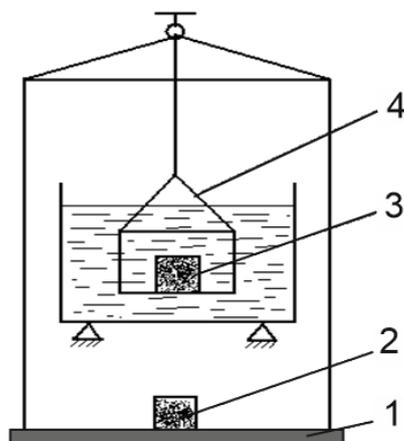


Рисунок 2.2.1 – Схема приспособления для гидростатического взвешивания: 1) чашка весов; 2) образец, взвешиваемый на воздухе; 3) образец, взвешиваемый в жидкости; 4) корзинка

Взвешиваем образцы вначале на воздухе, а потом в жидкости. При этом выясним объем порового пространства внутри образцов.

2.3 Растровая микроскопия

Метод растровой электронной микроскопии основан на принципе взаимодействия электронного пучка с исследуемым объектом. На рисунке 2.3.1 показаны виды излучения, фиксирующиеся при взаимодействии пучка электронов с веществом.

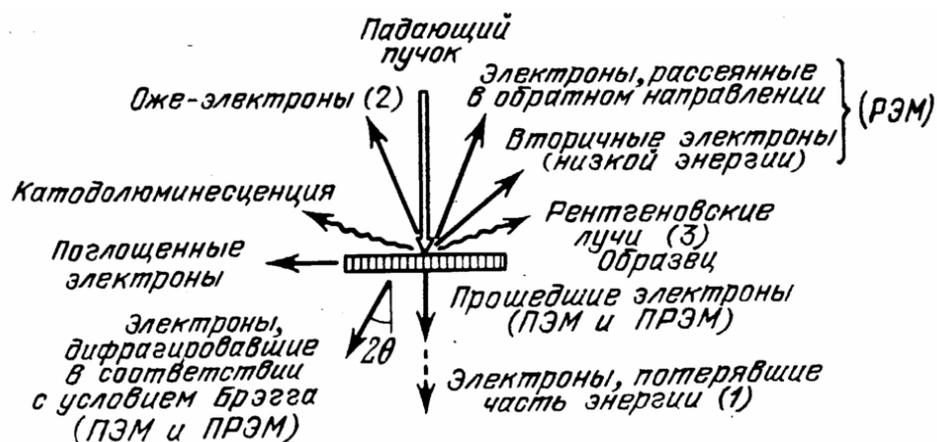


Рисунок 2.3.1 – Возникающие излучения при взаимодействии первичного электронного пучка с веществом [19]

Возникающий при взаимодействии материала образца с падающим первичным электронным пучком энергетический спектр электронов изображен на рисунке 2.3.2. Особое значение в растровой микроскопии представляет регистрация вторичных электронов, энергия которых невелика, не превышает 50-100 эВ. Интерес к ним вызван тем, что их количество определяется рельефом поверхности. Электроны зонда, входя в вещество, испытывают потери энергии на торможение и рассеяние, возбуждая атомы решетки и их электроны. Возбужденные электроны, получившие энергию, достаточную для выхода из вещества объекта, покидают его и могут улавливаться детектором, как вторичные электроны, которые преобразуются на выходе этого детектора в электрический сигнал.

Способ получения изображения во вторичных электронах в РЭМ является наиболее распространенным. Сам процесс формирования изображения в растровом микроскопе подобен процессу формирования оптического изображения, видимого в оптическом микроскопе. Это обуславливает сходство по внешнему виду изображений, полученных в РЭМе, и в оптическом микроскопе.



Рисунок 2.3.2 – Энергетический спектр электронов [19]

В отличие от прямолинейного распространения световых лучей вторичные электроны распределяются по искривленным траекториям, что не препятствует детектору эффективно улавливать излучения вторичных электронов. Таким образом, для формирования изображения важны не пути электронов к детектору, а только количество электронов, попадающих на детектор от данной точки объекта.

2.4 Рентгеноструктурный анализ

Рентгеноструктурный анализ является основным методом определения структуры кристаллов. При исследовании кристаллов он даёт наибольшую информацию. Это обусловлено тем, что кристаллы обладают строгой периодичностью строения и являются природной дифракционной решёткой для рентгеновских лучей. Однако он доставляет ценные сведения и при исследовании тел с менее упорядоченной структурой, таких, как жидкости, аморфные тела, жидкие кристаллы, полимеры и другие. Дифракционная картина зависит от длины волны используемых рентгеновских лучей и строения объекта. Для исследования атомной структуры применяют излучение с длиной волны $\sim 1 \text{ \AA}$, т.е. порядка размеров атома.

В 1912г. Лауэ и его сотрудники открыли явление дифракции рентгеновских лучей при их прохождении через кристалл. Это явление положило

начало бурному развитию целого направления в физико-химических методах исследования веществ. В настоящее время рентгенографический анализ (рентгенография или дифракция рентгеновских лучей) является самым распространенным из дифракционных методов анализа. Рентгенография основана на получении и анализе дифракционной картины, возникающей в результате интерференции рентгеновских лучей, рассеянных электронами атомов облучаемого объекта.

Для получения пучка рентгеновских лучей используют рентгеновские трубки, в которых рентгеновские лучи возникают в результате торможения электронов на металлическом аноде.

Существуют три классических метода получения дифракционного эффекта от кристалла: 1) полихроматический метод (метод Лауэ), основанный на использовании сплошного спектра рентгеновского излучения; 2) метод вращающегося монокристалла, основанный на использовании монохроматического излучения; 3) метод порошка (или метод Дебая–Шеррера), в котором условия дифракции монохроматического рентгеновского излучения обусловлены большим числом различно ориентированных систем плоскостей.

В методах (1) использовать монокристаллический образец исследуемого вещества.

Во втором подходе проводят рентгено съемку отражением от полированной поверхности образца. В этом случае стандартные вещества не снимаются и фазовый анализ проводится определением соотношения отношения интенсивности линий компонент образца.

Так как наиболее часто встречается поликристаллическое строение веществ, то особенно важным с практической точки зрения становится метод изучения порошков. Методика Дебая–Шеррера заключается в изготовлении навесок порошков исследуемых образцов, смешанных в известной пропорции со стандартами. В ряде случаев большое число линий на рентгенограммах затрудняет фазовый анализ. Отдельные фазы дают уже значительно более четкие рентгенограммы. Для наиболее точного анализа прибегают к

механическому разделению фаз путем измельчения и последующего центрифугирования.

Несмотря на неточность второго способа метода получения дифракции, ввиду простоты и универсальности данный метод обрел широкое распространение.

Рассеянное излучение регистрируется счетчиком или фотопленкой. Полученная информация о распределении интенсивности рассеянного излучения по углам рассеяния затем обрабатывается в соответствии с теорией рассеяния. Конечным результатом обработки экспериментальных данных могут быть координаты атомов, формирующие кристаллическую решетку исследуемого вещества.

На основе накопленной базы данных расшифрованных структур может быть решена и обратная задача: по рентгенограмме поликристаллического вещества можно установить кристаллический состав этого вещества, тем самым выполнить фазовый анализ.

Рентгеноструктурный анализ позволяет не только анализировать фазовый состав, но также проводить оценку содержания каждой фазы в смеси. Последнее и является главной задачей количественного фазового анализа.

Основным принципом количественного фазового анализа является прямая пропорциональная связь между интенсивностью дифракционных линий и содержанием фазы в смеси.

Интенсивность линий элементов с возрастанием содержащих их фаз возрастает. Однако данное заключение не точно отображает наличие той или иной фазы в смеси, так как верно определить фазовый состав возможно при минимальном количестве фазы.

При дальнейшем повышении температуры в исследуемой системе реализуются следующие процессы: в температурном интервале 650-980 °C протекает химическое превращение γ - Al_2O_3 в θ - Al_2O_3 на рисунке 2.4.1 (b); в температурном интервале 980-1280 °C протекает химическое превращение θ - Al_2O_3 в α - Al_2O_3 , представленное на рисунке 2.4.1 (a).

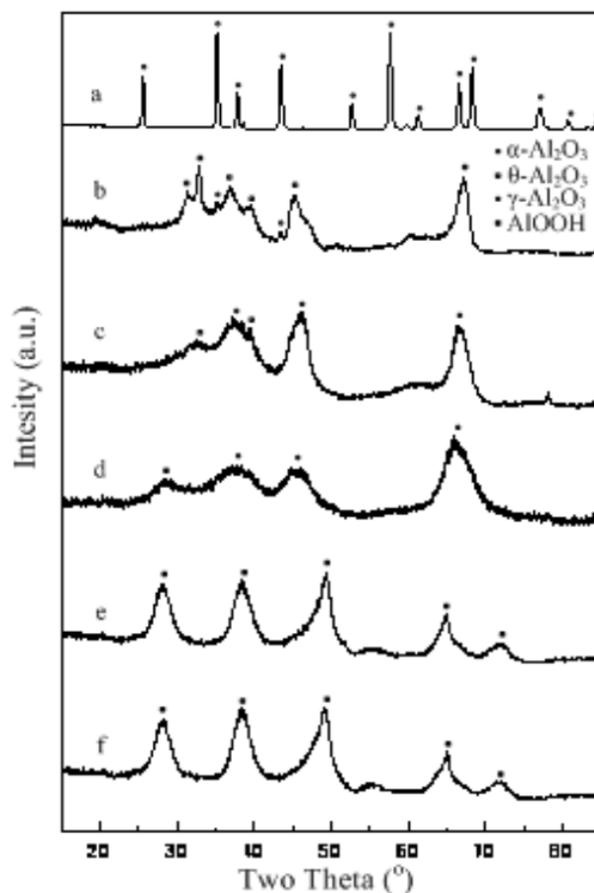


Рисунок 2.4.1– Рентгенограммы оксидных температуры фаз алюминия в зависимости от температуры прокаливания: а) 1280 °С; б) 980 °С; в) 650 °С; д) 450 °С; е) 200 °С; ф) 120 °С [20]

Большое практическое значение имеет рентгенографическое изучение кристаллической и стекловидной фаз в керамике. Сущность эксперимента заключается в облучении объекта исследования рентгеновским излучением и регистрации рассеянного излучения.

Фазовый анализ при помощи рентгенограмм активно применяется в лабораторной и заводской практике в области керамической технологии.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского подхода к изучению слоистых материалов «керамика-стекло», разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, **сегмент рынка** – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками. В таблице 4.1 представлена классификация потребителей результатов научного исследовательского проекта.

Таблица 4.1 – Классификация потребителей результатов НИР

Вид исследований	Потребители	Цели приобретения
Фундаментальные и поисковые исследования	Государство, общество	Развитие науки, общественный прогресс, пополнение существующей базы знаний, создание заделов для прикладных исследований
Прикладные исследования	Государство, региональные структуры	Удовлетворение общественных нужд (оборона, образование, экология и т.п.), поддержание престижа и авторитета на международном уровне
	Корпорации, промышленные предприятия, фирмы (ЗАО НЭВЗ-Керамикс, г. Новосибирск)	Разработка новых продуктов, повышение конкурентоспособности, максимизация прибыли

<i>Продолжение таблицы 4.1</i>		
Разработки	Государство, региональные структуры	Обеспечение общественных нужд, поддержание национальных интересов
	Корпорации, промышленные предприятия средний и малый бизнес	Производство новых продуктов, повышение конкурентоспособности, получение экономического эффекта

Для оценки дальнейших перспектив по реализации необходимо выделить потенциальных потребителей нового слоистого материала «керамика/стекло». Проведем анализ сегментов рынка композитов, применяющихся в сфере медицины. Выявим ключевые признаки потребителей для разрабатываемого товара. Результаты анализа составят представление о потенциальных потребителях.

Так как основные потребители керамических композитов – это крупные коммерческие организации, которые специализируются в сфере реализации биоинертных имплантатов кости, то можно подразделить их на следующие категории.

4.1.2 SWOT-анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Все сильные и слабые стороны проекта, которые проявились или могут появиться описаны в таблице 4.2 [21].

Таблица 4.2 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно–исследовательского проекта: С1. Возможность изменения морфологии поверхности С2. Сочетание разных материалов. С3. Дешевизна метода</p>	<p>Слабые стороны научно–исследовательского проекта: Сл1. Известная технология. Сл2. Отсутствие оборудования и технологической оснастки проекта</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<i>Продолжение таблицы 4.2</i>		
<p>Возможности: В1. Комбинирование нескольких слоев для модификации материала. В2. Возможность реализации проекта в различных областях медицины В3. Дальнейшее изучение свойств слоистых материалов для повышения биокондуктивности</p>	<p>В1С1: Оригинальная идея – создание градиента свойств композита В2С2. Высокий потенциал в сфере имплантологии В2С3 Обогащение свойств материала новыми свойствами</p>	<p>В1Сл1: Возможно сужение потребительской аудитории в рамках доступности доставки В2Сл2: Сложность организации помещения для мелкого производства</p>
<p>Угрозы: У1. Высокое качество продукта конкурентов У2. Длительный срок изготовления (мелкосерийное и единичное производство)</p>	<p>У1С2: Среди конкурентов развита технология изготовления за счет большего опыта У2С3: Создание предприятия по изготовлению имплантатов сопряжено с финансовым риском, затраты на материалы и технологическую оснастку не окупаются в случае единичного изготовления</p>	<p>У1Сл2: Из-за недостатка опыта обращения с оборудованием изделие может уступать в качестве обработки и по технологическим параметрам.</p>

Цель SWOT-анализа заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

4.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Для оценки степень готовности научно-исследовательского проекта к коммерциализации заполнили специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. В таблице 4.3 выявили результаты перечня вопросов.

Таблица 4.3 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	3

<i>Продолжение таблицы 4.3</i>			
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	3
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	4	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	3
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	3
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
ИТОГО БАЛЛОВ		46	45

При проведении анализа по таблице, приведенной выше, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по значению показателя $B_{\text{сум}}$.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Проведенный анализ показал, что следует повысить уровень команды для коммерциализации научной разработки, также повысить качество проработки механизма реализации научно-исследовательского проекта и продвижения результатов проекта на рынок.

4.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности. К варианту возможной коммерциализации объекта исследования следует отнести организацию совместного предприятия, где в качестве консультанта выступает ИФПМ СО РАН г. Томск, а НЭВЗ-Керамикс г. Новосибирск – есть технический исполнитель. Данный вид сотрудничества между предприятиями называется инжиниринг. Так как в рамках магистерской диссертации производятся исследования, то целесообразно использовать в качестве производителя товара/услуги компанию с соответствующей технологической оснасткой и ресурсами.

Инжиниринг – сфера деятельности по проработке вопросов создания объектов промышленности, инфраструктуры и др., прежде всего в форме предоставления на коммерческой основе различных инженерно-консультационных услуг.

На данном этапе в ходе магистерской диссертации запланировано получение экспериментальных данных о методике получения нового материала, представляющего интерес для дальнейшей коммерциализации в области медицины.

4.2 Инициация проекта

Для получения эффективного результата научно-исследовательского проекта определяются на этапе инициации основные цели, задачи, кроме того фиксируются изначальные финансовые ресурсы.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

4.2.1 Цели и результаты проекта

Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 4.4, таблице 4.5.

Таблица 4.4 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Российский научный фонд РФ	Выполнение условий договора по НИР, получение отчета по НИР
ИФПМ СО РАН	Отчисления в бюджет организации из средств РФ. Публикации, аффилированные с ИФПМ СО РАН
Сотрудники лаборатории физики наноструктурных функциональных материалов ИФПМ СО РАН	Оплачиваемая работа по НИР. Публикации.
Дипломник	Оплачиваемая работа по НИР, Возможность написать и защитить магистерскую диссертацию. Публикации.
ТПУ	Публикации, аффилированные с ТПУ. Защита магистерской диссертации.

Таблица 4.5 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследовать свойства и структуру керамических слоистых композитов на основе алюмооксидной керамики и стекла в срок с сентября 2016 г по июнь 2018 г. Защитить магистерскую диссертацию в ТПУ с 13.06 по 15.06.2018 г.
Ожидаемые результаты проекта:	Магистерская диссертация
Критерии приемки результата проекта:	Публикации результатов работы в индексируемых отечественных и зарубежных журналах. Участие в конференциях.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Успешная защита магистерской диссертации в ТПУ

4.2.2 Организационная структура проекта

Таблица 4.6 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1	Кульков Сергей Николаевич, зав. лабораторией, г.н.с., д.ф.-м.н.	Руководитель	Отвечает за реализацию проекта, координирует деятельность участников проекта.	368
2	Кан Юлия Владимировна, ТПУ, магистрант	Ответственный исполнитель	Выполняет работы по проекту. Проводит исследования, пишет статьи и магистерскую диссертацию.	760
3	РНФ	Заказчик	Осуществляет укрупненный анализ проекта по показателям сроков, освоению затрат и финансированию. Проводит экспертную оценку результатов проекта.	30
4	ТПУ	Заказчик	Проводит экспертную оценку результатов проекта.	30
ИТОГО:				1188

4.2.1 Ограничения и допущения проекта

Таблица 4.7 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	700000 р
3.1.1. Источник финансирования	Российский научный фонд (РНФ)
3.2. Сроки проекта:	Сентябрь 2016 г – июнь 2018 г.
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	01.09.2016
3.2.2. Дата завершения проекта	16.06.2018
3.3. Прочие ограничения и допущения	Ограничение по времени использования научного оборудования (1 раз в месяц на растровом электронном микроскопе). Ограничение времени работы участников проекта (не более 20 часов в неделю)

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Иерархическая структура работы

Для обозначения и детализации этапа разработки научно-исследовательской работы была составлена иерархическая структура работ (ИСР) на рисунке 1.

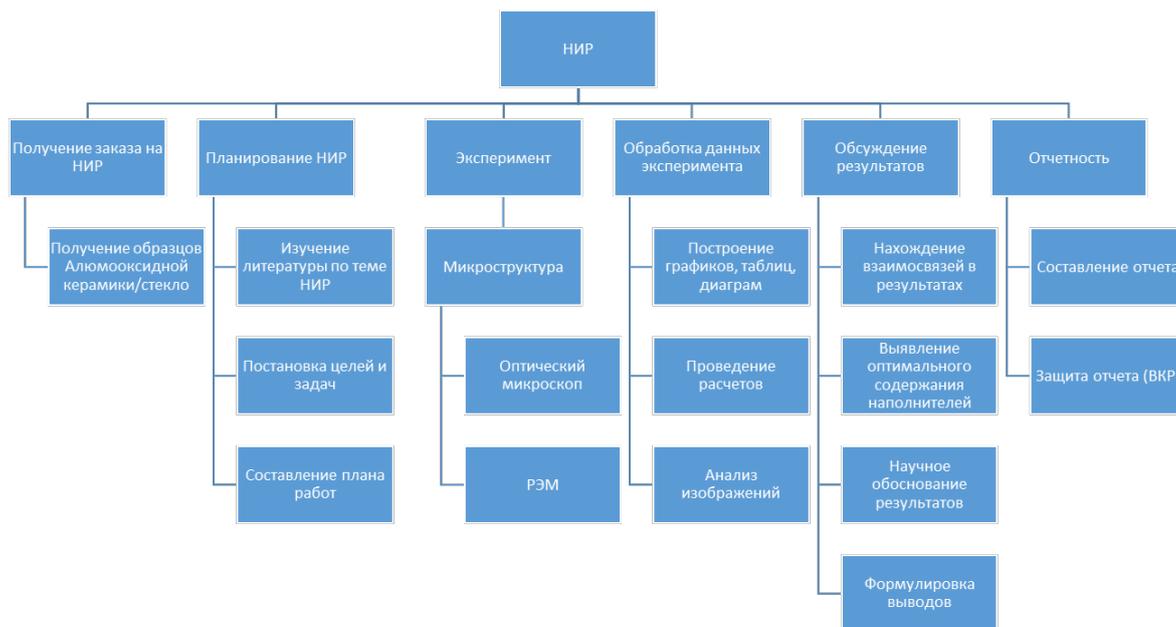


Рисунок 1 – Иерархическая структура НИР

4.3.2 Структура работ в рамках научного исследования

Выполнение данной ВКР не требует большого количества участников. В рабочую группу входит научный руководитель и студент.

В данном разделе была составлена таблица, отражающая примерный порядок этапов выполнения выбранного научного исследования, а также распределения исполнителей по видам работ, таблица 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Изучение аналогов, исторический обзор по теме	Студент
	3	Патентное исследование	Студент
	4	Выбор направления исследований	Руководитель темы Студент
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Получение образцов	Студент
	7	Получение экспериментальных данных	Студент
	8	Анализ полученных данных	Руководитель темы Студент
Оформление отчета по ВКР	9	Оформление отчета	Студент
Подведение итогов работы	10	Проверка содержания пояснительной записки	Руководитель темы

4.3.3 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты и занесены в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	а) знакомство с литературой по теме оксидная керамика, стекло, слоистые материалы	01.09.2017-30.12.2017	Вариант литературного обзора
2	б) проведение экспериментальных исследований образцов на предмет прочности, пористости и слоистых материалов КТР	05.02.2018–1.04.2018	Отчеты, допуск к работе с оборудованием Отчеты руководителю, обсуждение на семинарах

<i>Продолжение таблицы 9</i>			
3	в) написание статей, анализ результатов	01.04.2018–20.05.2018	Представление рукописей статей и докладов, проектов документов, копий публикаций
4	г) подготовка текста диссертации		Диссертация
5	д) подготовка демонстрационных материалов и доклада для защиты	20.05.2018–13.06.2018	Защита диссертации

4.3.4 План проекта

Линейный график представляется в виде таблицы 4.10.

Таблица 4.10 – Календарный план проекта

Код работ (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	а) сбор теоретических данных, проверка литературного обзора	86	01.09.2017	30.12.2017	Кульков С.Н., Кан Ю.В.
2	б) проведение экспериментальных исследований образцов	40	05.02.2018	01.04.2018	Кан Ю.В.
3	в) написание статей, анализ результатов д) подготовка текста диссертации	35	01.04.2018	20.05.2018	Кульков С.Н., Кан Ю.В.
	Построение графиков, диаграмм, таблиц				
	Проведение расчетов Сравнительный анализ изображений				
4	е) подготовка демонстрационных материалов и доклада для защиты	18	20.05.2018	13.06.2018	Кульков С.Н., Кан Ю.В.
Итого:		179			

4.4 Составление сметы затрат

Смета затрат будет составлена по следующим статьям:

1. Амортизация оборудования;
2. Основные и вспомогательные материалы;
3. Заработная плата:
 - Основная заработная плата;
 - Дополнительная заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Электроэнергия;
6. Прочие накладные.

4.4.1 Затраты на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле (1):

$$Z_{об} = (Ц \cdot F_{ф}) / (F_{н} \cdot F_{сс}) \quad (1)$$

где Ц – цена оборудования, р.; $F_{н}$ – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч; $F_{сс}$ – срок службы оборудования, год; $F_{ф}$ – фактическое время занятости оборудования в НИР, ч. $F_{н} = 365 - 104 - 11 = 250$ дней = 2000 ч.

Вычисленная амортизация оборудования представлена в таблице 4.11, где данные взяты на основе отчета лаборатории.

Таблица 4.11 – Затраты на амортизацию оборудования

№	Наименование оборудования	Ц, р.	$F_{сс}$, год	$F_{ф}$, ч.	$Z_{об}$, р.
1	Электрические печи фронтальной загрузки Nabertherm N 100 - N 2200 \ Н	1000300	20	24	600,18
2	Оптический микроскоп Zeiss Axiovert	1000000	20	40	1000
3	Растровый электронный микроскоп LEO EVO 50	8000000	20	40	8000
4	Рентгеновский дифрактометр (с низко- и высокотемпературными приставками для исследований от -180 до 2000 °С)	250000	10	160	2000
5	Пресс гидравлический рамный для прессования	20000	20	40	20
6	Компьютер	30000	15	40	40
ИТОГО:					11660,18

4.4.2 Затраты на основные и вспомогательные материалы

В данной работе в качестве исходного основного материала использовался порошок α -Al₂O₃. Цена с учетом транспортных расходов составляет 9000 руб./1 кг. Материал содержит не менее 95 % масс α - Al₂O₃. Около 3 % в объеме частиц содержится не прореагировавший алюминий, распределение частиц по размерам: 30-50 нм. Порошки оксида кремния ОСЧ 8-4 цена: 2200 руб./ 1 кг. Приобретенные основные и вспомогательные материалы приведены в таблице 4.12. Данные взяты на основе отчета лаборатории.

Таблица 4.12 – Основные материалы и комплектующие изделия

№	Материал	Единица материала	Цена, р./ед.	Кол - во, ед.	Затраты на НИР, р.
1	α -Al ₂ O ₃	кг	9000	2	18000
2	Наждачная бумага	упаковка	1000	1	1000
3	Спирт технический	л	120	3	360
4	Набор алмазных паст 125/100 НОМ до 1/0 НОМ	упаковка	2000	1	2000
5	SiO ₂ ОСЧ 8-4	кг	2200	1	2200
6	Вспомогательные материалы	кг	620	1	620
Итого:					24180
Неучтенные расходы 1%					241,8
Всего:					24421,8

4.4.3 Затраты на заработную плату

Для выполнения данной работы требуется 2 исполнителя – заведующий лабораторией (зав. лаб.) и инженер лаборатории (инж.).

Исходными нормативами заработной платы данных категорий, работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ.

Оклад рассчитывают по следующему выражению (2):

$$L_o = T_c \cdot T_{pi} \quad (2)$$

где T_c – тарифная ставка (данные НИИ ИФПМ СО РАН);

T_{pi} – фактически отработанное время.

Основную заработную плату рассчитывают следующим образом:

$L_{осн} = L_o + 0,3 \cdot L_o$, где L_o - оклад; $0,3 \cdot L_o$ - районный коэффициент (30%).

Дополнительную заработную плату рассчитываются по формуле (3).
Вычисленные затраты на заработную плату представлены в таблице 4.13.

$$L_{доп} = 0,2 \cdot L_{осн} \quad (3)$$

Таблица 4.13 – Затраты на заработную плату

№	Статьи	Зав. Лаб.	инж
1	T_c , р./день	1600	570
2	T_{pi} , дн	60	119
3	L_o , р.	96000	67830
4	$0,3 \cdot L_o$, р.	28800	20349
5	$L_{осн}$, р.	124800	88179
6	$L_{доп}$, р.	24960	17635,8
7	$\Sigma (L_{осн} + L_{доп})$, р.	149760	105814,8

Основная заработная плата составит: $124800 + 88179 = 212979$ р.

Дополнительная заработная плата составит: $24960 + 17635,8 = 42595,8$ р.

Итого фонд оплаты труда: $149760 + 105814,8 = 255574,8$ р.

4.4.4 Отчисления на социальные нужды

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году вводится пониженная ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда.

Таким образом, затраты на страховые отчисления составят: $255574,8 \cdot 0,20 = 51114,96$ р.

4.4.5 Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{C} \cdot N \cdot n \cdot t_{зан.ч} \quad (4)$$

где \mathcal{C} – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, р.; N – мощность оборудования, кВт; n – количество единиц оборудования одного вида, ед.; $t_{зан.ч}$ – время занятости оборудования, ч. Вычисленные затраты на электроэнергию представлены в таблице 4.14

Таблица 4.14 – Затраты на электроэнергию

	Наименование оборудования	Цена, Ц, р.	N,	n	t_{зан.ч.}, ч.	Затраты, р.
1	Электрические печи фронтальной загрузки Nabertherm N 100 - N 2200 \ Н	4,36	2	1	24	209,28
2	Оптический микроскоп Zeiss Axiovert	4,36	2	1	40	348,8
3	Растровый электронный микроскоп LEO EVO 50	4,36	2	1	40	348,8
4	Рентгеновский дифрактометр (с низко- и высокотемпературными приставками для исследований от -180 до 2000 °С)	4,36	1	1	160	697,6
5	Пресс гидравлический рамный для прессования	4,36	1	1	40	174,4
6	Компьютер	4,36	1	1	40	174,4
	Итого:					1953,3

4.4.6 Смета затрат на НИР

Все прямые затраты на исследование представлены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 – Прямые затраты

№	Затраты	Сумма, р.
1	Основные и вспомогательные материалы	24421,8
2	Основная заработная плата	212979
3	Дополнительная заработная плата	42595,8
4	Страховые отчисления	51114,96
	Итого:	3311 11,56

Расшифровка накладных расходов представлена в таблице 4.16 (данные НИИ ИФПМ). Прочие накладные расходы составят 50% от основной заработной платы:

$$0,5 \cdot 212979 = 106489,5 \text{ р.}$$

Таблица 4.16 – Накладные расходы

№	Затраты	Сумма, р.
1	Амортизация оборудования	11660,18
2	Электроэнергия	1953,3
3	Прочие	106489,5
	Итого:	120102,98

Общие затраты на исследование будут равны сумме прямых и накладных затрат: $331111,56 + 120102,98 = 451214,54$ р. Значит, при проведении НИР необходимо затратить 451214,54 р. Составим смету затрат на НИР в таблице 4.17.

Таблица 4.17 – Смета затрат на НИР

№	Элементы затрат	Сумма, р.	%
1	Заработная плата	255574,8	56,6415308
2	Страховые отчисления	51114,96	11,32830616
3	Затраты на материалы	24421,8	5,412459041
4	Амортизация оборудования	11660,18	2,584176705
5	Затраты на электроэнергию	1953,3	0,432898322
6	Прочие накладные расходы	106489,5	23,60063783
8	Итого: себестоимость S	451214,54	100
9	Плановая прибыль (рентабельность P=25%)	112803,635	
10	Цена выполнения НИР	451214,54	
11	НДС (18%)	81218,6172	
12	Всего с НДС	532433,1572	

Таким образом, в данном разделе работы проведено экономическое обоснование проведенных исследований:

-рассчитана себестоимость НИР, которая составила 451214,54 р.;

-рассчитана договорная цена на проведение НИР с учетом рентабельности в 25% и НДС (18%), которая составила 532433,1572 р.;

-рассчитано время проведения НИР – 179 дня.

Учитывая, что размер гранта составляет 500000р, фактическая рентабельность НИР $P_{\phi} = (500000 - 451214,54) \cdot 100 / 451214,54 = 10,81$ %.

Вывод

В ходе работы над данной частью выпускной квалификационной работы были рассчитаны себестоимость ВКР. Матрица SWOT выявила слабые стороны проекта и риски для производителя. Такой анализ необходим для запуска продукта на рынок. Это позволяет повысить конкурентоспособность изделия.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

С развитием композиционных материалов стало возможно получение материалов с взаимозаменяемыми свойствами. В имплантационной медицине предъявляются высокие требования к безопасности. Кроме повышенных требований к однородности химического состава под воздействием среды человеческого организма, также необходимы такие механические свойства как: высокая износостойкость, твердость, вязкость разрушения и прочие составляющие механических характеристик. В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, возникающие в ходе организации лаборатории для исследования свойств слоистых материалов «алюмооксидная керамика $Al_2O_3 \cdot 0,5 \% MgO$ /стекло» с соблюдением норм производственной санитарии, техник производственной безопасности, а также охраны окружающей среды. Исследовательская лаборатория – это место, где происходит процесс изучения свойств материала.

Целью раздела является анализ и поиск вероятных вредных и опасных факторов технологического процесса получения и исследования образцов, а также разработка охранных мероприятий, направленных на предотвращение негативного воздействия на здоровье людей. Также в главе рассматриваются: создание безопасных условий труда в соответствии с санитарно–гигиеническими нормами, варианты действий в случае чрезвычайных ситуаций, а также предпринимаемые меры для охраны окружающей среды.

Вопросы экологической и производственной безопасности рассматриваются с точки зрения работы исследовательской лаборатории керамических композитов.

Порядок работы и организация должны соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам

санитарии, экологической и пожарной безопасности. Данной тематике посвящены следующие главы.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для выбора факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-74. В зависимости от природы воздействия факторы делятся на: физические, химические, биологические и психофизические. Перечень опасных и вредных факторов представлена в виде таблицы. Составлена таблица 1 для отображения количества вредных и опасных производственных факторов.

Так как лаборатории входят в состав предприятий, которые оказывают на окружающую среду «умеренное негативное воздействие», то их относят к III классу опасности. К данной категории относятся лаборатории и объекты, где происходят испытания и исследования, для которых необходимо принимать дополнительные защитные мероприятия. Санитарно-защитная зона для предприятий III класса не менее 50% площади должна быть озеленена.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке технического состояния лаборатории

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Изготовление слоистого материала 1. Формование образцов методом холодного одноосного прессования 2. Высокотемпературный обжиг 3. Нанесение стеклянного покрытия 4. Сушка 5. Высокотемпературный обжиг	Физические вредные факторы • вредные вещества в воздухе рабочего цеха • повышенная пульсация светового потока; • повышенная температура поверхностей оборудования, материалов. Химические вредные факторы: вредные вещества попадают в организм человека через: • органы дыхания;	Физические опасные факторы: • подвижность механизмов и машин в мастерской; • возгорание в печном цеху: • повышенное значение напряжения в электрической сети. Химические опасные факторы: • токсические вещества	Нормы для воздуха цеха регламентируются в ГН 2.2.5.1827-03 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция. СанПиН 2.1.7.1322-03 СанПиН 2.2.2.540-96 СанПиН 2.2.3.1385-03

	<ul style="list-style-type: none"> • кожные покровы и слизистые оболочки. Психофизиологические вредные факторы <ul style="list-style-type: none"> • монотонность труда • перенапряжение анализаторов 	в порошки; <ul style="list-style-type: none"> • раздражающее воздействие на слизистые оболочки и кожный покров; 	
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

5.1.2 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

5.1.2.1 Воздействие вредных производственных факторов на человека

Получение образцов исследуемого материала сопряжено со следующим рядом трудностей. К ряду негативных воздействий вредных факторов на организм человека относят:

- повышенная температура поверхностей печного оборудования – причина возникновения ожогов и производственных травм.
- состояние воздуха, которое вызывает раздражение дыхательных путей, воспаление, вследствие длительного воздействия пыли может стать причиной возникновения астмы. По характеру фактора запыленность и загрязнение воздуха одновременно относится к физическим и к химическим. Нормирование содержания вредных веществ осуществляется в соответствии с нормами, описанными документами ГН 2.2.5.1313-03. Следовательно, что значение ПДК для диАлюминия триоксида $Al_2O_3 < 6$ мг/м. Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства –аэрозоль, IV класс - умеренно опасные. Порошки оксида алюминия, магния принадлежащие категории Ф, являются аэрозолями преимущественно фиброгенного действия;
- мелкодисперсный порошок при попадании в глаза, раздражает воспалительный процесс их слизистых оболочек;
- воздействует на состояние кожных покровов человека, формовочная смесь осушает кожу;
- пульсация светового потока как одна из основных характеристик источников искусственного освещения. Вследствие оборудования лаборатории

искусственным освещением возникает вредный фактор в виде повышенной пульсации светового потока. Также при работе с персональных компьютеров в ходе анализа результатов исследования возникает данный фактор воздействующий на нервную систему;

- повышенная температура при обжиге может стать источником быстрой утомляемости работников;
- также к вредным факторам относится психофизиологические факторы, воздействующие на ментальное здоровье сотрудников лаборатории. Поиск и анализ в ходе исследовательской работы из-за монотонности процесса также становится причиной утомления.

5.1.2.2 Воздействие опасных производственных факторов на человека

Опасными факторами являются факторы с угрозой непосредственно для жизни человека. К опасным факторам относятся: подвижные механизмы, наличие острых предметов может вызвать травмоопасных ситуации. Кроме того, к опасным факторам следует отнести вероятность ожогов при проведении термической обработки керамических образцов. Температура обжига алюмооксидной керамики достигает 1200 ° С. Также при припекании стекла к керамической подложке существует опасность взрыва в случае недостаточной сушки изделий.

Также оборудование лаборатории высокотемпературными печами потенциально может стать очагом возгорания ввиду нарушений техники пожарной безопасности и человеческого фактора. При проведения обжига необходимо строго соблюдать инструкцию по эксплуатации печей, а также использовать средства индивидуальной защиты: перчатки, спецодежду.

Скопление электрических приборов повышает риск перегрузки электрической сети. При нарушении эксплуатации оборудования а также при повышенном использовании таких крупных энергопотребляющих объектов как печи, растрового и оптического микроскопов, дифрактометра, компьютеров для анализа результатов возникает проблема электробезопасности лаборатории.

Потенциально возможно электрическое замыкание или разрыв сети, что может стать причиной пожара или к летальному поражению током.

5.1.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

В результате необходимо предпринять следующие меры и охранные предприятия от перечисленных факторов.

Требования к нормам предельной концентрации загрязнения, в данном случае частицам глинозема, возникающим при формовке и шлифовании. Согласно ГОСТ 12.1.005-88, наличие данного вещества в воздухе помещения соответствует IV классу опасности. Из данных таблицы ГОСТа 12.1.005-88 известна норма ПДК данного вещества в воздухе помещения: до 6 мг/м³. Загрузочные и разгрузочные устройства емкостей для хранения сухих отходов должны быть оборудованы аспирацией с аппаратами для очистки воздуха (ГОСТ 12.1.005-88; СНиП 41-01-2003). Общую вытяжную систему общеобменной вентиляции и местных отсосов допускается проектировать: для одного лабораторного помещения научно-исследовательского и производственного назначения категорий В4, если в оборудовании, снабженном местными отсосами, не образуются взрывоопасные смеси. Рециркуляция воздуха не допускается из лабораторных помещений научно-исследовательского и производственного назначения, в которых могут производиться работы с вредными аэрозолями (порошки формовочной смеси).

Периодичность контроля для IV класса опасности устанавливается не реже 1 раза в квартал. При установленном соответствии содержания вредных веществ IV классов опасности уровню ПДК допускается проводить контроль не реже 1 раза в год.

Загрузочные и разгрузочные устройства емкостей для хранения исходных порошков должны быть оборудованы аспирацией с аппаратами для очистки воздуха в соответствии СанПин 2.2.3.1384-03.

Из представленных источников средством защиты от вредного воздействия является хранение мелкодисперсных порошков в плотно закрытых емкостях, формование образцов производить в помещении с системой очистки воздуха. Отходы формовочной смеси на территории предприятий должны храниться в закрытых емкостях: бункерах или контейнерах. Загрузочные и разгрузочные устройства емкостей для хранения сухих отходов должны быть оборудованы аспирацией с аппаратами для очистки воздуха. Водяное орошение чаще всего применяется в местах пересыпки пылящих материалов.

После окончания смены, руки следует обработать ожиряющими мазями. Для ограждения лаборантов от вредных факторов на производстве предлагаются следующие средства индивидуальной защиты: специальная рабочая одежда и обувь, респираторы, а также средства защиты от щелочного воздействия в виде защитных кремов и мазей.

Для ограждения от опасных факторов лаборантам необходимо соблюдать технику безопасности и придерживаться строго порядка действий на производстве. Следование правилам техники безопасности позволяет оградить рабочих от производственных травм. Также необходимо осуществлять контроль и проверку технологической оснастки лаборатории. Необходимо производить вводный инструктаж техники безопасности для посетителей лаборатории и ее рабочего персонала.

Техника безопасности при работе с сыпучими веществами и порошковыми смесями

Согласно НПАОП 0.00-1.64-13 «Правила техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов» необходимо:

- соблюдать инструкцию при эксплуатации печей;
- при работе с обезжиривающими веществами работать в спецодежде, носить средства индивидуальной защиты (перчатки, респираторы);

- при работе с порошковыми смесями использовать индивидуальные средства защиты (респираторы, перчатки);
- назначить ответственного, который будет контролировать выполнение техники безопасности на производстве.

Разряд зрительной работы составляет согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» VII категорию. В обязанности сотрудников лаборатории входит скорее общее наблюдение за ходом процесса получения формовок, спекания и проведения испытаний. Также данная категория зрительной нагрузки соответствует периодическому пребыванию людей в помещении. Для местного освещения, кроме газоразрядных источников света, следует использовать лампы накаливания, в том числе галогенные.

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

В данной работе объектом исследования слоистый материал керамика-стекло. Необходимо продумать технологический процесс изготовления и утилизации материала в соответствии с требованиями по охране окружающей среды. Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в лаборатории необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она

обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

5.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

5.2.2.1 Защита селитебной зоны

В границах 300м санитарно-защитной зоны допускается размещать согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 предприятия III классу опасности, научно-исследовательские лаборатории.

Для защиты населенных пунктов от вредного воздействия предпринимают следующие меры: создают санитарный барьер, создают очистные водные сооружения, приспособления для сокращения вредных газов в атмосферу. Рекомендовано согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 располагать промышленные объекты с учетом господствующего направления ветра для снижения выбросов вредных веществ в атмосферу. Также промышленную зону необходимо оградить лесопосадочной полосой или располагать вместе с естественным рельефом в виде горной гряды, холмистой местности, способствующих защите селитебной зоны.

5.2.2.2 Защита гидросферы

После использования водных ресурсов, отходы подвергают тщательной очистке. По общим вопросам, связанным с предупреждением загрязнения водоемов и почвы, следует руководствоваться действующими санитарными нормами, а также соответствующими главами пунктом 19 СанПиН 2.1.7.1322-03 Г "Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами".

Также необходимо контролировать концентрацию вредных выбросов отходов, путем постоянного мониторинга результатов анализа водных ресурсов.

5.2.2.3 Защита литосферы

К охранным мероприятиям по защите литосферы относят захоронение отходов с соблюдением всех норм в соответствии с СанПиНом 2.1.7.1322-03.

Высокая дисперсность и вредное раздражающее воздействие на организм человека порошков, содержащих глинозем, обеспечивает II класс опасности. Отходы необходимо хранить в плотной таре для накопления достаточного количества для захоронения в зонах вне селитебных зон. Захоронение твердых и пылевидных отходов, содержащих отходы II класса опасности, нерастворимые в воде, осуществляют в котлованах с уплотнением грунта и коэффициентом фильтрации не более 10^{-6} см/с. Участок для размещения полигона токсичных отходов должен располагаться на территориях с уровнем залегания подземных вод на глубине более 20 м с коэффициентом фильтрации подстилающих пород не более 10^{-6} см/с; на расстоянии не менее 2 м от земель сельскохозяйственного назначения, используемых для выращивания технических культур, не используемых для производства продуктов питания. Не допускается размещение полигонов на заболачиваемых и подтопляемых территориях.

Также создание санитарной зоны и организация очистки канализационных отходов регламентируется в документах СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, а обезвреживание отходов СанПиН 2.1.7.1322-03.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований

В данном подразделе рассматриваются вероятные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при разработке или эксплуатации проектируемого решения. В соответствии с СНиП 21-01-97* для строений необходимо предусмотреть конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара: возможность эвакуации людей; возможность доступа личного состава пожарных подразделений; нераспространение пожара на рядом расположенные здания; проведение противопожарных мероприятий с целью оптимального решения сохранения материальных ценностей.

К чрезвычайным ситуациям относят возгорание при следующих ситуациях на производстве:

- при обжиге изделий,
- при неправильном хранении материалов,
- при нарушении правил пожарной безопасности, нарушенной целостности электроизоляции.

Здания и пожарные отсеки подразделяются по степеням огнестойкости – учебные заведения, научные и проектные организации относятся к Ф 4 степени (помещения в этих зданиях используются в течение суток некоторое время, в них находится, как правило, постоянный, привыкший к местным условиям контингент людей определенного возраста и физического состояния). Однако, рассматриваемый объект – лаборатория, входящая в состав научно-исследовательского комплекса, согласно СНиП 21-01-97* лаборатории и мастерские в зданиях классов Ф4, относятся к классу Ф5.

Тушение возможного пожара и проведение спасательных работ обеспечиваются конструктивными, объемно-планировочными, инженерно-техническими и организационными мероприятиями. К ним относятся: противодымная защита путей следования пожарных подразделений внутри здания; оборудование здания в необходимых случаях индивидуальными и коллективными средствами спасения людей.

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

Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биологического, социального или экологического характера.

Прежде всего, рассматривается чрезвычайная ситуация в случае возникновения пожара в лаборатории, возгорания склада с материалами, отделения обжига.

В соответствии с нормативным документом СНиП 21-01-97* (Пожарная безопасность зданий и сооружений) необходимо в планировке помещений

соблюдать рациональное расположение аварийных выходов, не загромождая выходы. Пути эвакуации должны быть освещены в соответствии с требованиями СП 52.13330.2011. В лабораториях должен быть предусмотрен план эвакуации помещения. Также необходимо расположить пожарное оборудование в потенциальных источниках возгорания. Должна быть оборудована система пожарной сигнализации. Также для поддержания безопасности следует оборудовать помещения лаборатории системами вытяжной противодымной вентиляции, исходя из СП 7.13130.2013.

Для помещения класса Ф5 категорий А (производственные и лабораторные помещения,) с численностью работающих в наиболее многочисленной смене более 5 чел, предусмотрены минимум два пожарных выхода. Эвакуационный выход должен открываться по направлению выхода из здания и по ширине должен соответствовать условию, что через проем или дверь можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком.

На постоянных рабочих местах в помещениях с избыточными тепловыделениями следует предусматривать воздушное душирование. Температура и скорость движения воздуха при этом поддерживаются на уровнях, соответствующих требованиям действующих нормативных документов (СанПиН 2.2.3.1385-03).

В соответствии с правилами пожарной безопасности СП 7.13130.2013 необходимо оборудование помещения системами вытяжной противодымной вентиляции. Требования к отделке помещению назначили исходя из нормативных документов, названия документов приведены на таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Требования к отделке помещения предназначенного для лабораторных исследований

№	Наименование	Пояснение к назначению	Нормативные документы
1.	Тип полов: керамическая плитка Техническая керамическая плитка	помещение с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями.	<u>СП 29.13330.2011 Полы</u>

<i>Продолжение таблицы 5.2</i>			
2.	Освещенность. Естественное и искусственное освещение (газоразрядными лампами) Osram L 70W/640	Разряд зрительной работы VII. Общее наблюдение за ходом производственного процесса, постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении	СНиП 23-05-95
3.	Оборудование помещения системами вытяжной противодымной вентиляции	Вентиляторы настенные радиальные ВНР9-3,55 ДУ	СП 7.13130.2013
4.	Загрузочные и разгрузочные устройства емкостей для хранения сухих отходов должны быть оборудованы аспирацией с аппаратами для очистки воздуха.	Пылеуловитель ВЗП-200 серия 5.904-77.94	СанПин 2.2.3.1384-03 гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ.

Требования к пожарной безопасности к лаборатории, ориентированной на изучение керамического композита, приведены в таблице 5.3. Приведены меры для обеспечения пожарной безопасности. Также к разработке порядка действий в случае возникновения ЧС относится обязательный вводный инструктаж пожарной безопасности, а также обязательное следование плану эвакуации в помещении лаборатории.

Таблица 5.3

№	Наименование	Пояснение к назначению	Нормативные документы
1.	Планировка аварийных выходов. Оборудовать рабочее место средствами пожаротушения (огнетушитель, ящик с песком)	В соответствии с нормативным документом СНиП 21-01* (Пожарная безопасность зданий и сооружений) необходимо соблюсти в планировке помещений рациональное расположение аварийных выходов, не загромождая выходы. Пути эвакуации должны быть освещены в соответствии с требованиями СП 52.13330.2011	СНиП 21-01(Пожарная безопасность зданий и сооружений)

2.	<p><u>Водные автоматические установки пожаротушения (АУП).</u> Продолжительность подачи воды, не менее 60 мин. Максимальное расстояние между спринклерными оросителями, 3м Минимальная площадь спринклерной, не менее 90м² Интенсивность орошения защищаемой площади, 0,16 л/с·м²</p>	Склады негорючих материалов в сгораемой упаковке. (склад с сырьем). Группа 5.	СП 5.13130.2009
3.	<p><u>Пенные АУП</u> Максимальное расстояние между спринклерными оросителями, 4м Минимальная площадь спринклерной, не менее 120м² Интенсивность орошения раствором пенообразователя защищаемой площади, 0,08 л/с·м²</p>	Помещения производства искусственных и пленочных материалов (формовочный цех и обжига). Группа 2.	СП 5.13130.2009
4.	<p><u>Точечные дымовые пожарные извещатели.</u> Средняя площадь, контролируемая одним извещателем, 85 м²</p>	Разместить локально над электрическими печами	СП 5.13130.2009

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

К одним из трех видов специальных норм относятся нормы – льготы, которые предоставляются несовершеннолетним, получающим образование работникам и женщинам.

Для рабочих, занятых на производстве и подвергающихся воздействию вредных и опасных факторов назначается график работы не превышает 36 часов, а неделю. Также продолжительность ежедневной работы или смены не должна превышать 8 часов при рабочей загруженности до 36 часов в неделю. А при 30 часовой рабочей неделе – не более 8 часов.

Для женщин в ст. 92 ТК РФ предусмотрены нормы, поддерживающие материнство, например выплата пособий одиноким матерям, социальный пакет.

Так как лаборатория находится в северном районе, то к зарплате начисляется районный коэффициент. Также оплачиваются дополнительные часы и премии.

Согласно НПАОП 0.00-1.64-13 «Правила техники безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов» необходимо:

- при работе с обезжиривающими веществами работать в спецодежде, носить средства индивидуальной защиты (перчатки, респираторы);
- при работе с порошковыми смесями использовать индивидуальные средства защиты (респираторы, перчатки).

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Для создания комфортной рабочей среды руководствуются требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Для изучения свойств и получения керамических образцов необходим лабораторный комплекс, включающий в себя: гидравлический пресс для формования, высокотемпературные печи и сушильные шкафы, а также для изучения предусмотрена станция анализа изображений, полученных на оптическом и растровом микроскопе. При проектировании технологических процессов предусматривают порядок выполнения и оснастку каждой операции. В соответствии с рассмотренными выше факторами, необходимо наличие хорошей вентиляционной системы, сухого микроклимата помещения, соответствия норм освещенности и технике пожарной безопасности. Также необходимо уделить особое внимание помещению для хранения и сушки материалов.

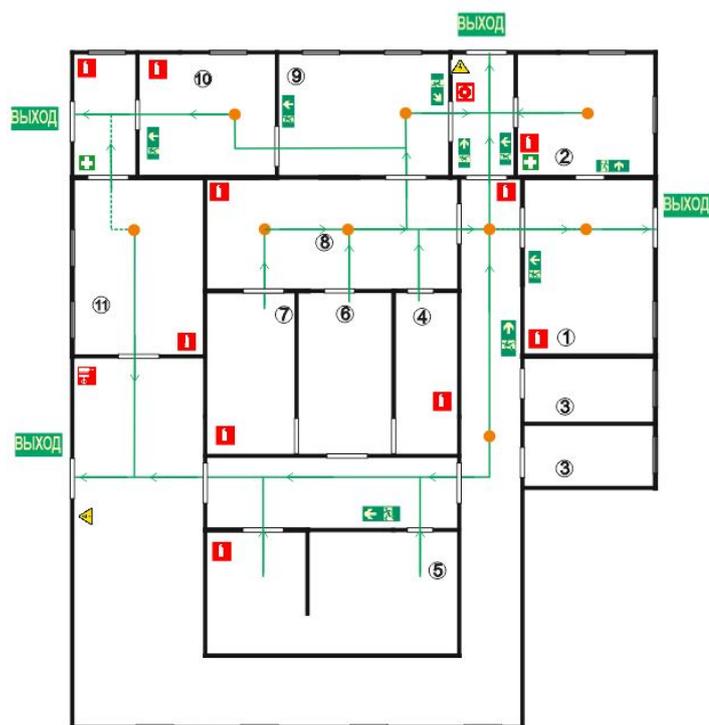


Рисунок 5.1 – План эвакуации предприятия 1) склад сырья; 2) отдел технического контроля сырья; 3) санитарно-бытовые помещения; 4) гардеробная; 5) предварительная подготовка сырья; 6) отделение нанесение стеклопокрытия; 7) сушильное отделение; 8) отделение высокотемпературного обжига; 9) отдел технического контроля готовой продукции; 10) склад готовой продукции

Согласно нормам, СНиП 2.09.02–85* был разработан план предприятия, включающий в себя планировку цеха, расположение оборудования, запасных выходов и др. На рисунке 5.1 представлены план устройства предприятия, где номера 1-10 обозначают названия помещений. Также необходимо расположить пожарное оборудование в потенциальных источниках возгорания. В цехе должна быть оборудована система пожарной сигнализации. В соответствии с СП 52.13330.2011 обустроили планы эвакуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получение износостойкого покрытия, позволяющего снизить шероховатость поверхности, сопряжено с необходимостью повышения адгезионных свойств покрытия. Дополнительным фактором получения высокой адгезии стекловидных покрытий к основному материалу является коэффициент термического расширения (КТР) покрытия, который должен быть несколько меньше, чем коэффициент теплового расширения у покрываемого металла. Если КТР поверхности покрытия не удовлетворяет данному условию, то затвердевание слоя сопровождается растягивающими напряжениями, приводящими к образованию трещин. Указанные дефекты на образцах могут быть следствием, как несоответствия коэффициента термического расширения, так и недостаточной адгезии стеклокристаллического материала к керамической подложке. Решением данной проблемы может быть нанесение промежуточного покрытия, которое должно обладать высокой адгезией и с керамической подложкой и верхним стеклянным покрытием.

В ходе лабораторной практики моим заданием было изготовление шлифов образцов керамики с нанесенным слоем стекла. Лабораторная практика проводилась в рамках проекта, финансируемого ЗАО «НЭВЗ КЕРАМИКС» (соглашение 14.607.21.0069). Благодаря работе над выпускной квалификационной работой получила представление о работе лаборатории.

Кроме практических навыков работы с оборудованием для анализа структуры, также приобрела теоретические знания о видах оптического анализа веществ.

Список публикаций студента

Кан Ю. В. Износостойкость оксидной керамики для эндопротезирования / Ю. В. Кан ; науч. рук. С. Н. Кульков // Высокие технологии в современной науке и технике (ВТСНТ-2016) : сборник научных трудов V Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 5–7 декабря 2016 г. — Томск : STT, 2016. — [С. 102-103].

Список использованных источников

1. Тузаходжаев Ф. А., Загородний Н. В., Магомедов Х. М., Калашников С. А. Опыт применения пары трения керамика-полиэтилен в эндопротезировании тазобедренного сустава// Редакция журнала «Клиническая практика». – 2015. – № 1 (21).
2. Kuntz M. Validation of a new high performance alumina matrix composite for use in total joint replacement// Semin. Arthroplasty. – 2006. – P. 141–145.
3. W. Mark Rainforth, Peng Zeng, Le Ma, Akemi Nogiwa Valdez, Todd Stewart. Dynamic surface microstructural changes during tribological contact that determine the wear behavior of hip prostheses: metals and ceramics// The Royal Society of Chemistry. –2012. – №156. – С. 41–57.
4. Baino F., Minguella J., Kirk N., Montealegre M.A., Fiaschi C., Korkusuz F., Orlygsson G., Vitale-Brovarone C., Novel Full-Ceramic Monoblock Acetabular Cup with a Bioactive Trabecular Coating: Design, Fabrication and Characterization, Ceram Int 2016, 42, 6833-6845
5. Fu Q., Saiz E., Rahaman M.N., Tomsia A.P., Bioactive Glass Scaffolds for Bone Tissue Engineering: State of the Art and Future Perspectives, Mater. Sci. Eng. C. – 2011. – № 31. – С.1245-1256.
6. Григорьев М. В. Исследование механических свойств корундовой керамики при изменении пористости и размеров кристаллитов // Журнал Сибирского федерального университета. – 2011. – № 4. – С.113-120.
7. Путляев В. И. Современные биокерамические материалы / В. И. Путляев // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – т. 8. – №1. – С.44-50.
8. Григорьев М. В., Кульков С. Н. Синтез керамических материалов с заданными структурой и свойствами для биомедицинского применения. // Материалы III Международной конференции «Новые технологии создания и применения биокерамики в восстановительной медицине», 7-9 октября 2013 г., Томск, Россия: ТПУ. - 2013. - С. 47-52.

9. Rahaman M.N., Day D.E., Bal B.S., Fu Q., Jung S.B., Bonewald L.F., et al., Bioactive Glass in Tissue Engineering, *Acta Biomater.* – 2011 – №7 – P. 2355-2373.
10. Kirsten, A., Hausmann, A., Weber, M., Fischer, J., Fischer, H. Bioactive and thermally compatible glass coating on zirconia dental implants. *J Dent Res.* – 2015. – P. 297–303.
11. Медков М.А., Грищенко Д.Н. Получение биоактивных материалов медицинского назначения// Труды Кольского научного центра РАН.– 2015.– С. 409-413.
12. X. Miao, Y. Hu, J. Liu, X. Huang. Hydroxyapatite coating on porous zirconia / // *Materials Science and Engineering.* – 2007. – Vol. 27 . – № 2. – P. 257-261.
13. Baino F., Verné, E., Glass-based coatings on biomedical implants: a state-of-the-art review. *Biomed. Glass* 3. – 2017 – P. 1-17.
14. Jongee Park, Sang-hee Yoo, Dong-woo Shin, Abdullah Ozturk. Tribological behavior of alumina-added apatite-wollastonite glass-ceramics in simulated body fluid, *Materials Chemistry and Physics.* – 2010. – № 124. – P. 113-119.
15. Медков М. А., Грищенко Д. Н., Руднев И. С., Курявый В. Г., Гордиенко П. С. Формирование стеклокерамических покрытий на биоинертных подложках // *Стекло и керамика.* –2013. – №11. – С. 38–42.
16. Hoseini M., Jedenmalmb A., Boldizar A. Tribological investigation of coatings for artificial joints// *Wear.* – Т. 264 – С. 958–966.
17. Дроздов Ю.Н., Наумова Н.М., Тананов М.А., Назарова Т.И. Износостойкость технической керамики// *Информатизация и связь.* – 2009. – №4. – С. 79–82.
18. Ваулина О. Ю. Лабораторный практикум: Метод, указ. по выполнению лаб. работы по курсу. "Общее материаловедение и технология материалов" для студентов направления 150100 «Материаловедение и технологии материалов». – Томск: Изд. ТПУ. – 2012.

- 19.Кульков С. Н., Буякова С. П. Современные методы структурного анализа в материаловедении: учебное пособие//Национальный исследовательский. Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 84 с.
- 20.Ложкомоев А.С., Казанцев С.О., Глазкова Е.А., Бакина О.В., Сваровская Н.В. Фоменко А.Н., Коровин М.С. Влияние температуры прокаливания псевдобемита на фазовый состав, заряд поверхности и пролиферацию клеток// международная конференция. Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций.– Томск.–2015.
- 21.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

Приложение А

(обязательное)

The investigation of glass ceramic interlayer formed underneath the glass coating

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4БМ6В	Кан Юлия Владимировна		

Консультант отделения/школы:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист отделения материаловедения ИШ НПТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доц. отделения иностраных языков	Парнюгин А. С.	к.п.н.		