

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*

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка способов подготовки порошковой смеси В₄С–W–Al-Mg для получения керамики

УДК 666.3.022.69:669.018.298.3-026

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4БМ6Б	Подгаецкая Вера Владимировна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социально - гуманитарных наук	Петухов О.Н.	доцент, к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Раденков Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	Хасанов О.Л.	профессор, д.т.н.		

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

О.Л. Хасанов

 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
4БМ6Б	Подгаецкой Вере Владимировне

Тема работы:

Разработка способов подготовки порошковой смеси $V_4C-W-Al-Mg$ для получения керамики	
Утверждена приказом директора ИШНПТ	Приказ № 3075/с от 28.04.2018 г.
Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2018

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	подобрать условия подготовки смеси $V_4C-W-Al-Mg$, позволяющие удалить окисленный слой с поверхности сплава.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Провести литературный обзор по получению композиционных материалов на основе карбидов; 2. Подготовить порошковую смесь $V_4C-W-Al-Mg$ в различных растворителях; 3. Определить фазовый состав порошков и морфологию порошков в смеси; 4. Оценить плотность спеченных образцов после различных способов подготовки смеси.
Перечень графического материала	Демонстрационный материал (презентация в MS PowerPoint)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоемкость	Петухов О.Н.
5. Социальная ответственность	Раденков Т.А.
Приложение А (английская часть)	Парнюгин А.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Разделы на русском языке	Литературный обзор, экспериментальная часть, результаты и их обсуждение, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность
Разделы на иностранном языке	Структура, свойства и применение композитов на основе карбидов и металлов

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4БМ6Б	Подгаецкая Вера Владимировна		

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

Школа Новых Производственных Технологий

Направление подготовки (специальность) Материаловедение и технологии материалов

Уровень образования магистр

Отделение школы (НОЦ) материаловедения

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.01.2018	1. Литературный обзор	20
30.04.2018	2. Экспериментальная часть	20
31.05.2018	3. Обсуждение результатов и оформление работы	30
01.03.2018	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоемкость	10
17.04.2018	5. Социальная ответственность	10
21.05.2018	6. Обязательное приложение на иностранном языке	10

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов	Хасанов О.Л.	профессор, д.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа изложена на 98 страницах, включая 21 рисунок, 22 таблицы, 24 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: AMgB, карбид бора, вольфрам, нанопорошок, порошковая смесь

Объектом исследования являются композиционная смесь $B_4C-W-Al-Mg$ с массовыми долями компонентов 20%-6%-74%.

Цель работы – Подобрать условия для подготовки смеси $B_4C-W-Al-Mg$, которые позволяют предотвратить окисление магния.

В процессе исследования были использованы следующие методы: рентгенофазовый анализ, просвечивающая электронная микроскопия, одностороннее одноосное прессование.

В результате исследования были опробованы два растворителя для подготовки смесей. Показано, что в метилцеллозоле наблюдается еще большее окисление сплава. Использование изопропилового спирта позволила улучшить исходные характеристики смеси

Степень внедрения: научно-исследовательская работа.

Область применения: Металломатричные композиты состава $B_4C-W-Al-Mg$ способны проявлять стабильность по основным физико-механическим и эксплуатационным свойствам при облучении их потоками электронов, что свидетельствует о возможности применения этих композитов в качестве радиационно-защитных материалов и подчеркивает актуальность их разработки.

Экономическая эффективность/значимость работы Применение изделий из $B_4C-W-Al-Mg$ позволит существенно увеличить срок службы современной техники.

В будущем планируется применить предлагаемую методику подготовки смесей $B_4C-W-Al-Mg$ при получении реальных изделий, а именно радиационно-защитных материалов.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ИПС – изопропиловый спирт

КМ – композитные материалы

МЦ – метилцеллозольв

НП – нанопорошок

ООП – одностороннее одноосное прессование

ПЭМ – просвечивающая электронная микроскопия

РЗК – радиозащитный композит

РФА – рентгенофазовый анализ

РЭМ – растровая электронная микроскопия

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	9
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	11
1.1. СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДОВ И МЕТАЛЛОВ.....	11
1.1.1. Свойства исходных компонентов.....	11
1.1.2. О композитах на основе карбидов.....	19
1.2. Получение композиционных материалов на основе карбидов и кремния.....	25
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ.....	31
2.1. ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ.....	31
2.2. ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ И КОМПАКТОВ.....	31
2.3. МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ $\text{W}_4\text{C}-\text{W}-\text{Al}-\text{Mg}$	33
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	36
3.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВ И КМ СМЕСИ $\text{W}_4\text{C}-$ $\text{W}-\text{Al}-\text{Mg}$, ПОДГОТОВЛЕННОЙ В МЕТИЛЦЕЛЛОЗОЛЬВЕ.....	36
3.1.1. Подготовка смеси в метилцеллозольве.....	36
3.1.2. Характеристика порошков в смеси после обработки в МЦ.....	38
3.1.3. Характеристика прессовок КМ $\text{W}_4\text{C}-\text{W}-\text{Al}-\text{Mg}$ (после подготовки порошковой смеси в МЦ).....	42
3.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВ И КМ СМЕСИ $\text{W}_4\text{C}-$ $\text{W}-\text{Al}-\text{Mg}$, ПОДГОТОВЛЕННОЙ В ИЗОПРОПИЛОВОМ СПИРТЕ.....	43
3.2.1. Подготовка смеси в изопропиловом спирте.....	43
3.2.2. Характеристика порошков в смеси после обработки в ИПС.....	44
3.2.3. Характеристика прессовок КМ $\text{W}_4\text{C}-\text{W}-\text{Al}-\text{Mg}$ (после подготовки порошковой смеси в ИПС).....	47
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	48
4.1. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	49
4.2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.....	50
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	50
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	51
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	52

4.3. БЮДЖЕТ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	55
4.3.1. Сырье, материалы, покупные изделия (за вычетом отходов)	55
4.4. РАСЧЕТ ФОНДА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ.....	56
4.4.1. Основная заработная плата.....	56
4.4.2. Накладные расходы.....	57
4.4.3. Затраты на специальное оборудование.....	58
4.4.4. Формирование бюджета затрат проекта.....	59
5. Социальная ответственность.....	61
5.1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	63
5.1.1. Анализ вредных факторов.....	63
5.1.2. Анализ выявленных опасных факторов.....	68
5.2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	73
5.3. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	74
5.4. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	75
Выводы.....	77
Список публикаций.....	78
Список использованной литературы.....	79
Приложение А (на английском языке).....	82
Приложение Б Дифрактограммы порошковой смеси.....	93
Приложение В ПЭМ изображения порошковой смеси.....	94

ВВЕДЕНИЕ

Композитные материалы, в настоящее время, представляют большой интерес, что вызвано уникальным сочетанием ряда механических и эксплуатационных свойств.

В частности металломатричные композиты имеют более низкий коэффициент теплового расширения и меньше изнашиваются при трении, по сравнению с неармированными металлами. Кроме того, металломатричные композиты обладают рядом преимуществ по сравнению с композитами на основе полимерных матриц: имеют более высокую прочность, жесткость, прочность при сдвиге и сжатии, а так же теплостойкость, обладают высоким модулем упругости. Они не поглощают влагу, не горят, имеют хорошую электро- и теплопроводность, стойки к действию света и радиации. Недостатком таких композитов является их меньшая деформативность и более высокая цена, чем у исходных металлов.

В настоящий момент перспективными являются материалы на основе различных карбидов и металлов, которые дают возможность снизить массу конструкций при одновременном повышении их прочности и жесткости. Такие материалы применяют при изготовлении радиационно-защитных материалов.

Применяемые в настоящее время для целей радиационной защиты конструкционные сплавы, обладая удовлетворительными механическими свойствами, при эксплуатации в режиме повышенного ионизирующего излучения, подвергаются радиационному разбуханию и структурным изменениям. Данные проблем могут быть предотвращены путём применения РЗК, модифицированных керамическими наполнителями со специфическими ядерно-физическими свойствами.

При использовании в указанных условиях традиционных конструкционных материалов с наименьшим удельным весом (алюминия и его сплавов) сохраняется довольно высокий уровень прохождения

ионизирующих излучений, поэтому с целью наиболее ответственных функциональных узлов и элементов используются локальные защитные решения - корпуса и экраны, в том числе для отдельных микросхем.

Основной проблемой таких композитов является окисляемость металла в процессе подготовки готового изделия.

Цель работы – подобрать условия подготовки смеси $V_4C-W-Al-Mg$, позволяющие удалить окисленный слой с поверхности сплава.

Для достижения поставленной цели предполагалось решить следующие задачи:

1. Подготовить порошковую смесь $V_4C-W-Al-Mg$ с добавлением растворителей, а именно метилцеллозольв и изопропиловый спирт;
2. Определить фазовый состав порошков и морфологию порошков в смеси;
3. Оценить плотность спеченных образцов после различных способов подготовки смеси.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДОВ И МЕТАЛЛОВ

1.1.1. Свойства исходных компонентов

В настоящее время среди большинства известных металломатричных композиционных сплавов наибольшее применение находят композиционные сплавы с алюминиевой матрицей. Это обусловлено тем, что алюмоматричные композиционные сплавы (АМКС) характеризуются легким удельным весом и благоприятным сочетанием целого комплекса механических и эксплуатационных свойств. Армирующая фаза в АМКС может быть в форме непрерывных/прерывистых волокон, вискеров или макрочастиц, распределенных в объеме матрицы в пределах от нескольких процентов до 70% [1].

Алюминиевые сплавы относятся к важнейшим конструкционным материалам. По масштабам производства и потребления занимают 2-е место после стали; в промышленности используют около 55 марок алюминиевых сплавов. Благодаря уникальным эксплуатационным свойствам широко применяются: в авиа- и ракетостроении – шасси, лопасти воздушных винтов, силовые элементы летательных аппаратов (обшивка, фюзеляж, шпангоуты, лонжероны, нервюры, верхние и нижние плоскости крыльев), корпуса ракет, топливные и масляные баки; в судостроении – корпуса судов, палубные надстройки, различное судовое оборудование; в автомобилестроении – детали двигателя (поршни, головки, блоки цилиндров), радиаторы охлаждения, отопители, кабины, салоны автобусов, цистерны для перевозки химических и нефтехимических продуктов, сыпучих грузов; в строительстве – строительные конструкции, оконные рамы и двери; в пищевой

промышленности – банки для пива, воды, пищевых продуктов, бытовая фольга и др. [2].

Исследуемый сплав АМгб является термически неупрочняемым алюминиевым деформируемым сплавом. Обладая невысокими прочностными характеристиками, в сравнении с термически упрочняемыми алюминиевыми сплавами, имеют высокие показатели пластичности и коррозионной стойкости, что необходимо в условиях повышенной влажности, а также хорошо подвергаются сварке плавлением [3].

Исследованиями последних лет и производственной практикой установлено, что большинство деталей ремонтируемых машин выбраковывается вследствие незначительного износа рабочих поверхностей, составляющего не более 1 % исходной массы деталей. Если учесть, что к моменту списания автомобилей для повторного использования путем восстановления пригодно 65-75 % деталей, то организация восстановления изношенных деталей является не только важным резервом удовлетворения народного хозяйства запасными частями, но и существенным резервом повышения качества ремонта, а также снижения расходов материальных и трудовых ресурсов. Применение для восстановления и упрочнения изношенных деталей машин современных методов нанесения покрытий и, в первую очередь, с использованием износостойких порошков твердых сплавов способствует значительному повышению их долговечности.

Анализ исследовательских работ в области твердых сплавов показывает, что большинство из них связано с вопросом экономии содержащегося в них вольфрама. Этот вопрос имеет весьма актуальное значение в связи с дефицитом, дороговизной и непрерывным расширением области применения вольфрама. С экономией вольфрама тесно связаны мероприятия по сбору отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов и их переработке [4].

В работе [5, 6] авторы получали порошки из твердых сплавов на основе карбида вольфрама и их использование для восстановления и упрочнения деталей машин.

Для начала необходимо получить порошки из спеченных твердых сплавов на основе карбида вольфрама экологически чистым и энергетически малозатратным методом. В настоящее время в отечественной и зарубежной промышленности существует ряд способов переработки отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов с целью получения порошков и дальнейшего их использования (как правило, для повторного производства спеченных твердых сплавов). Все эти способы характеризуются крупнотоннажностью, энергоёмкостью, большими производственными площадями, малой производительностью, а также, зачастую, экологическими проблемами (сточные воды, вредные выбросы). Одним из наиболее перспективных методов получения порошка путем переработки отходов вольфрамсодержащих спеченных твердых сплавов является метод электроэрозионного диспергирования (ЭЭД). Процесс ЭЭД представляет собой разрушение токопроводящего материала в результате локального воздействия кратковременных электрических разрядов между электродами и (или) частицами сплава (электрическая эрозия материала). В зоне разряда под действием высоких температур происходит нагрев, расплавление и частичное испарение материала. Жидкий материал и парообразный материал выбрасывается в рабочую жидкость и застывает в ней с образованием отдельных частиц. Метод отличается относительно невысокими энергетическими затратами, безвредностью и экологической чистотой, отсутствием механического износа оборудования, получением порошка непосредственно из кусков твердого сплава различной формы за одну операцию, получением частиц преимущественно сферической формы размером от нескольких нанометров до сотен микрон.

Далее авторы столкнулись с выбором метода нанесения порошка твердого сплава на детали машин при их восстановлении и упрочнении. В

настоящее время успешно развивается технология электроосаждения композиционных гальванических покрытий (КГП). Это покрытия многоцелевого назначения. Суть метода осаждения КГП заключается в том, что вместе с металлом из гальванической ванны на детали осаждают различные порошки: оксиды, карбиды, бориды или сульфиды, а также порошки полимеров, металлов и др. Включение дисперсных материалов в металлическую матрицу значительно изменяет свойства покрытий, а главное повышает их износостойкость, антифрикционные характеристики, термическую и коррозионную стойкость, что создает предпосылки для широкого применения покрытий в самых разнообразных устройствах. Метод отличается такими преимуществами, как сравнительная простота нанесения покрытий непосредственно на детали, низкая себестоимость, возможность автоматизации технологического процесса, незначительное влияние покрытий на свойства материала деталей. КГП получают различными способами, но наиболее часто из гальванической ванны. В простейшем варианте в ванну заливают электролит, засыпают порошок, перемешивают, устанавливают аноды, закрепляют на катоде деталь; дисперсную фазу поддерживают во взвешенном состоянии или транспортируют к катоду.

Последний этап заключался в повышении устойчивости процесса нанесения КГП на детали машин, износостойкости и физико - механических свойств полученных покрытий.

Ввиду того, что размер частиц порошка менее 1 мкм, а сам процесс нанесения покрытий, как правило, не занимает более одного часа (из-за высокой скорости осаждения железа), то достаточно предварительного перемешивания электролита-суспензии перед осаждением покрытия и отсутствует необходимость в постоянном направленном перемещении частиц порошка к катоду, чем повышается устойчивость процесса, а, следовательно, увеличивается его технологичность и снижается себестоимость. Электролит - суспензия с частицами порошка размером менее 1,0 мкм кинетически устойчив и из технологических соображений наиболее пригоден для

получения КГП. Под действием частиц порошка размером до 0,1 мкм происходит искажение кристаллической решетки металла. Наибольшую твердость имеют покрытия с явно выраженными дефектами кристаллической решетки. Применение электролита-суспензии, включающего порошок твердого сплава на основе карбида вольфрама с частицами размером до 0,1 мкм, способствует увеличению микротвердости и износостойкости покрытий деталей машин.

В результате проведенных исследований установлено, что применение в качестве дисперсной фазы композиционных гальванических покрытий высокотвердых и износостойких нанопорошков сферической формы на основе карбида вольфрама с размером частиц 10-100 нм, вместо порошка карбида вольфрама с размерами частиц 1-10 мкм, позволяет повысить износостойкость покрытий деталей машин в среднем на 15-20% в зависимости от режима нанесения покрытий и, следовательно, концентрации частиц порошка в полученных покрытиях, повысить их ресурс, а также снизить себестоимость нанесения покрытий.

Карбид бора привлекает большой интерес из-за низкого веса, высокой твердости, высокой химической и температурной стойкости и способности поглощения нейтронов. В соответствии с этим он находит множество применений в различных областях, таких как износостойкие материалы, режущий инструмент, армирование металлических и керамических композитов и нейтронные поглотители управляющих стержней для ядерных реакторов. Таким образом, было сделано немало попыток найти наиболее эффективный метод синтеза для получения наноразмерного карбида бора[7].

Наиболее распространенными из них являются карботермическое восстановление, золь-гель метод, механохимический синтез, СВС процесс и газофазный синтез. Еще одна попытка синтезировать наноразмерный карбид бора была предпринята с помощью коаксиального магнитоплазменного ускорителя с графитовыми электродами. Полученный продукт состоит из кристаллического карбида бора с небольшим количеством примесей, таких

как графит и оксид бора. В исследовании [8] авторами были предприняты различные усилия по очистке синтезированного порошка, в результате которых морфология меняется без изменения кристаллической структуры.

Очистка полученного порошка проводилась двумя способами. В первом случае порошок промывали только горячей водой для удаления оксида бора, а во втором случае порошок сначала отжигали при 600°C в течение 60 минут, чтобы окислить графит, а затем промывали также. Смесь взвеси порошка в воде кипятят около 20 минут, затем осаждают. После этого воду сливают, а оставшийся остаток нагревают при температуре 100°C до полного высыхания в печи. Первичные и очищенные порошки исследовали с помощью рентгенофазового анализа и просвечивающей электронной микроскопии.

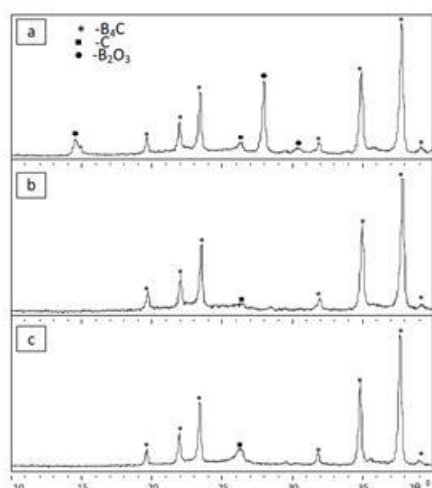


Рис.1.1. Данные РФА исходного (а), промытого (б) и отожженного (с) порошка карбида бора.

На рис. 1.1. показаны данные РФА синтезированных и очищенных порошков. РФА-исследования (рис. 1.1. а) показывают, что исходный порошок состоит из кристаллического карбида бора в качестве основной фазы и оксида бора и графита в виде примесей в небольшом количестве. Также РФА – исследования (рис 1.1. б) показывают, что порошок, очищенный путем промывки продукта показывает исчезновение окиси бора, которая формирует борную

кислоту, растворенную в воде следующей реакцией:



По сравнению с исходным продуктом интенсивность графита уменьшается из-за вымывания оксида бора с поверхности карбида бора и соответственно уменьшения поглощения рентгеновского излучения оксидом бора.

Порошок после отжига показывает такой же результат, но интенсивность графита увеличивается. Для снижения потерь карбида бора и максимального окисления углерода выбрана температура отжига на границе окисления карбида бора и графита. Увеличение интенсивности графита демонстрирует, что температуры термообработки было недостаточно, чтобы окислиться, но карбид бора подвергается окислению, и теряется масса с уменьшением интенсивности на РФА-образце.

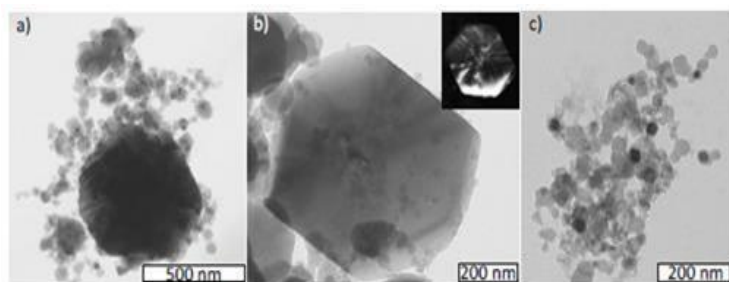


Рис. 1.2. Данные ПЭМ исходного (а), промытого (б) и отожженного (с) порошка карбида бора.

ПЭМ-исследования порошка показывает, что морфология частиц меняется после термической обработки по сравнению с исходным порошком, как это видно на рис. 1.2.

После отжига частицы стали мельче и рыхлее простой морфологии, как на рис. 1.3. а и 1.3. б. Поэтому из-за влияния отжига на морфологию частиц для определения роли температуры для морфологии были проведены дополнительные исследования. Порошок был обожжен в диапазоне температур от 300 до 580 °С для того чтобы исключить окисление карбида бора и стеклообразного оксида бора.. Поскольку было показано, что продукт не поддерживает структурную трансформацию, он был исследован только ПЭМ, представленной на рисунке 1.3. Частицы, обработанные при температуре 300 °С, не подвергаются морфологическому преобразованию и состоят из простых частиц, но при температуре 400 °С в продукте появляется небольшое количество прямоугольных частиц. Значительное изменение морфологии происходит при 500 °С с образованием большого количества кристаллов правильной формы и размеров, не превышающих 100 нм. Также небольшое количество крупных кристаллов (500 нм) с простой формой присутствует в порошке.

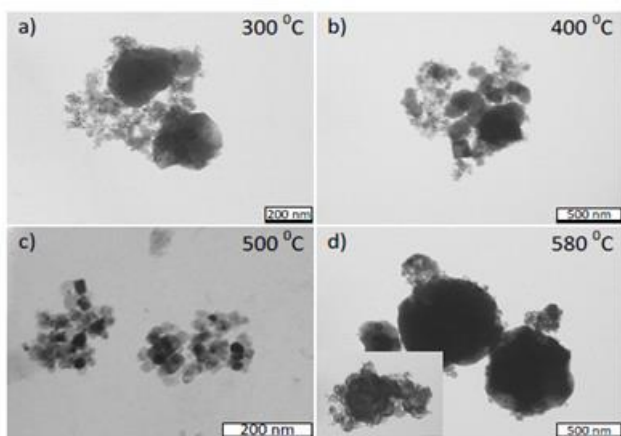


Рис.1.3. Данные ПЭМ отожженного порошка карбида бора при разных температурах.

Только крупные кристаллы с простой морфологией (500 нм) находятся в порошке при температуре 580 °С. Кроме того, в этих условиях образуются новые частицы, имеющие круглую форму с утолщением по краям. Также очень малая часть сформирована с размерами частицы более менее чем 40 нм. Предполагается, что мелкая фракция порошка карбида бора окисляется из-за низкой термической стабильности наноразмерных частиц из-за малого размера.

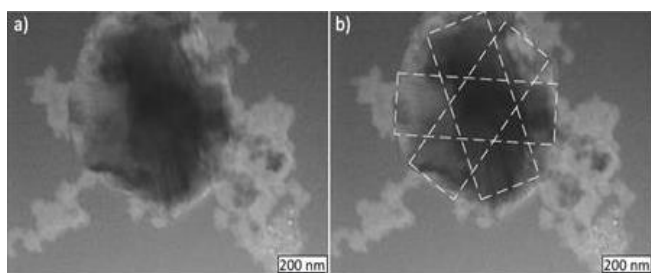


Рис.1.4. Данные ПЭМ частиц карбида бора с простой морфологией.

В заключении авторы сделали вывод, что в соответствии с представленными данными и ПЭМ-захватом на рис. 1.4 частицы карбида бора могут иметь сегментированную структуру со слабыми связями в кристалле, которые распадаются при термообработке. Кроме того, синтез тех же прямоугольных кристаллов при более низком давлении ($P_0=0,1$ атм.) объясняется более высокой скоростью потока плазмы из-за более низкого сопротивления газа. Это приводит к увеличению скорости кристаллизации и охлаждения, образующих кристаллы меньших размеров и разной морфологии. Увеличение давления синтеза и уменьшение скорости потока плазмы соответственно приводит к увеличению продолжительности конденсации, кристаллизации и охлаждения.

1.1.2 О композитах на основе карбидов

Ученые в статье [9] поставили цель повысить процесс спекания и улучшить трещиностойкость смесей B_4C .

Чтобы достигнуть цель, укрепленные сложные структуры керамической матричной металлической макрочастицы предоставляют эффективный метод. Металлическое/керамическое соединение обычно изготавливается из металлических частиц, включенных в керамическую матрицу, таких как Al/B_4C , Ni/Al_2O_3 и Ti/B_4C , имея как преимущества, так и недостатки. Как правило, Ti и его сплавы обычно добавляются в B_4C как реагент для синтеза на месте керамических основанных соединений из-за межфазовой реакции между ними с образованием фазы $TiC/TiB/TiB_2$.

Кроме того, эта реакция усиливает связь между металлической и керамической фазами.

Однако, строгие межфазные реакции, между металлом и керамическим во время процесса спекаются труднее для того чтобы контролировать микроструктуру и состав участка металла/ керамической смеси, которые близко отнесены к механическим свойствам керамических смесей. Однако имеются ограниченные сообщения о микроструктурной эволюции и компонентном преобразовании однородной монолитной системы $Ti-B_4C$ при твердотельном спекании, несмотря на обсуждение межфазной реакции, значимой для получения металлокерамического композита.

В качестве сырья были использованы в равных весовых соотношениях Ti (99,99% чистый, среднего размера частиц 5 мкм) и порошок B_4C (99,9% чистый, среднего размера частиц 3 мкм) с 2% мас. легированного Al (99,9% чистый, среднего размера частиц 1 мкм). Перемешивалось в шаровой мельнице в этаноле ПЭГ 4000 (Полиэтиленгликоль), в качестве диспергирующего агента, в течение 48 ч со скоростью 150 об/мин, чтобы получить гомогенные порошки и предотвратить их воссоединение. Далее

смесь была высушена в вакууме при температуре 80 °С в течение 12 часов. Графит затухает с внутренним диаметром 50 мм, наполненный смешанным порошком Ti (Al)-B₄C, затем следует процесс спекания, проводилось горячее вакуумное прессование на 1800° С под давлением 30 МПа в течение 90 минут, как показано на рисунке 1.5. а.

Метод ленточного литья был использован для подготовки зеленых слоев Ti и B₄C. ПВБ (поливинилбутираль) был выбран в качестве органического

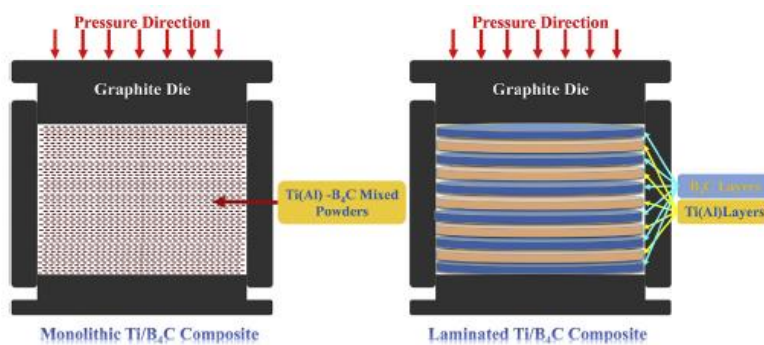


Рис 1.5. Принципиальные схемы монолитных (а) и слоистых (б) композитов Ti/B₄C.

связующего с ПЭГ 2000 (полиэтиленгликоль) в качестве пластификатора и растворяют этаноле при 60 °С. Чтобы смешать Ti с 2%мас. Al и порошок B₄C была применена магнитная мешалка в течение 2 ч, чтобы получить Ti и смесь B₄C, соответственно. Затем эти два вида смеси высушивали отдельно в ленточно-литейной форме при комнатной температуре до тех пор, пока их нельзя было разрезать на пластины толщиной 1 мм и диаметром 50 мм. Периодически штабелированные пластины Ti (Al) и B₄C нагревали до 600 °С в вакууме в течение 3 ч для удаления органической смеси. Наконец, слоистые образцы были изготовлены методом вакуумного горячего прессования при спекании 1800 °С под давлением 30 МПа в течение 90 мин, как показано на рис. 1.5. б.

Метод Архимеда использовался, чтобы определить относительную плотность образцов. Прочность на изгиб монолитного и слоистого композита Ti-B₄C достигалась методом трехточечного изгиба со скоростью ползуна 0,5 мм мин⁻¹ и промежутком 30 мм при комнатной температуре по данным электромеханической универсальной испытательной машины.

Трещиностойкость определялась методом однократного разрушения надрезанного луча со скоростью ползуна 0,05 мм мин⁻¹. Микроструктура и распределение элементов монолитного и слоистого композита Ti-B₄C были обнаружены с помощью сканирующей электронной микроскопии, оснащенной энергодисперсионной спектроскопией. Фаза и состав монолитного и слоистого композита Ti-B₄C были определены методом рентгенофазового анализа.

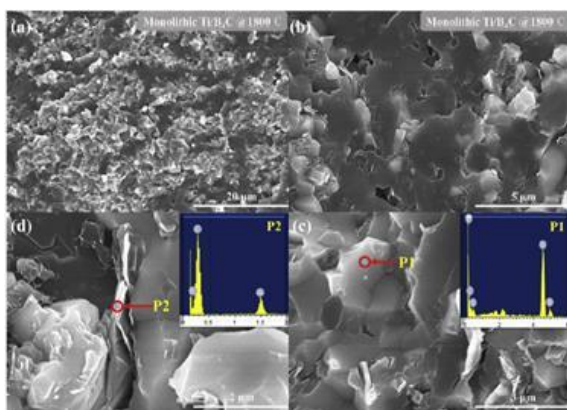


Рис.1.6.Изображения СЭМ и ЭДС, детализирующие поверхность разрушения монолитного композита Ti /B₄C

Чтобы подробно изучить микроструктуру, морфологию и компоненты монолитного композита Ti-B₄C (с 2% вес. Al в качестве спекающих средств), спеченного при 1800 °С, авторы использовали сканирующий электронный микроскоп (СЭМ), оборудованный энергодисперсионной спектроскопией (ЭДС) для наблюдения за разрушением

его поверхности после трехточечного испытания на изгиб. На рис.1.6 а-г представлены СЭМ - изображения и ЭДС, детализирующие поверхность разрушения монолитного композита: (а и б) небольшое увеличение; (в и г) более высокое увеличение с помощью ЭДС-анализа.

Хотя наблюдаются различные формы, размеры и яркость зерен, показанные на рис. 1.6. а и б, монолитный композит обладает компактной микроструктурой и четко определенными зернами. По сравнению с типичной морфологией частиц композита на рисунках 1.6. в и г показаны крошечные многоугольные зерна (P1) и тонкие слоистые зерна (P2). Кроме того, пластинчатые зерна, как правило, растут на границе зерна между Ti и B₄C. Результаты ЭДС (рис. 1.6. в и г) P1 и P2 указывают, что крошечное многоугольное зерно (P1) состоит из элементов Ti и B, а тонкое пластинчатое зерно (P2) состоит из элементов Al, B и C. Соответственно, существует

значительная диффузия элементов между Ti-Al-B₄C, что приводит к появлению многоугольника и пластинчатых зерен во время обработки спеканием.

Аналогично, на рис.1.7. показаны СЭМ - изображения поверхности разрушения слоистого композита Ti-B₄C после испытания прочностью на изгиб.

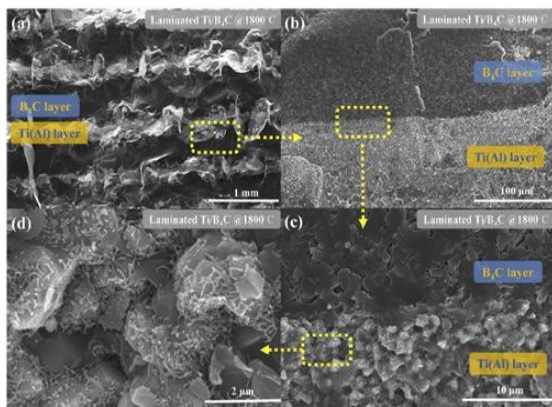


Рисунок 1.7. СЭМ - изображения, детализирующие поверхность разрушения слоистого композита Ti / B₄C.

Структура слоистого композита плотно соединена с серыми слоями Ti и темными слоями B₄C, которые периодически складываются. Оба слоя Ti и B₄C являются прямыми, а их толщина различна. Толщина слоев Ti и B₄C составляет около 200 мкм и 350 мкм из-за разницы плотности между Ti (4,54 г / см³) и B₄C (2,52 г / см³). Рис. 1.7. б-г - увеличенные изображения межфазной

области, а увеличенная область - желтый пунктирный прямоугольник. Два типа слоев отдельно складываются и хорошо сочетаются с отдельным интерфейсом. Из-за сильной привоимости Ti и Al в процессе спекания происходит диффузия элементов и межфазная реакция, которая преобразует режим межфазной связи из физической комбинации в комбинацию металлургии. Эта трансформация усиливает межфазную связь и играет важную роль в улучшении прочности на изгиб. Кроме того, полоскоподобная структура наблюдается на рис. 1.7 г вблизи границы раздела границы Ti, которая поглощает больше энергии разрушения, когда происходит трансгранулированный перелом, а также механизм усиленного вискерами.

Относительная плотность, прочность на изгиб и трещиностойкость измерялись для монолитных и слоистых образцов Ti / B₄C и получены в таблице 1.1. Относительная плотность слоистого (98,1 ± 0,6%) и монолитного (98,3 ± 0,4%) композита Ti / B₄C близко, однако, прочность на изгиб слоистого композита Ti / B₄C (431,81 ± 43 МПа) ниже, чем монолитный

композит Ti / V₄C (496,22 ± 62 МПа). Из-за сходных фазовых составов снижение прочности на изгиб обусловлено главным образом более слабой прочностью связывания между слоями Ti и V₄C в слоистом композите, чем методом гомогенного связывания зерен в монолитном композите. Как и ожидалось, трещиностойкость слоистого композита Ti / V₄C достигает 9,22 ± 1,12 МПа·м^{1/2}, что примерно на 201% возрастает по сравнению с монолитным композитом (4,58 ± 0,81 МПа·м^{1/2}). Это замечательное улучшение трещиностойкости было связано с многослойной структурой и вязкими слоями Ti.

Таблица 1.1

Механические свойства монолитного и слоистого Ti / V₄C.

Тип композита 1800 °С	Относительная плотность	Предел прочности при изгибе	Трещиностойкость
Монолитный Ti/V ₄ C	98.3 ± 0.4%	496.22 ± 62 МПа	4.58 ± 0.81 МПа·м ^{1/2}
Слоистый Ti/V ₄ C	98.1 ± 0.6%	431.81 ± 43 МПа	9.22 ± 1.22 МПа·м ^{1/2}

Монолитные и слоистые композиты Ti/V₄C с легированным Al, были спечены с помощью вакуумного горячего прессования, а также были подробно исследованы микроструктура и механические свойства. Отличающийся от однородной структуры монолитной смеси Ti/V₄C, прокатанная смесь была разработана для того чтобы складывать периодически слоями Ti(Al) и V₄C. Продукты межфазных реакций между фазами Ti и V₄C были выявлены как фаза TiV₂ и TiC с небольшим количеством Ti-Al интерметаллических соединений (например, TiAl_x) и твердого раствора Al-B-C (например, Al₈V₄C₇). Характеристика распространения элемента Ti-Al-B-C была исследована методом ЭДС и предположили, что элементы B и C показали более глубокое расстояние распространения, чем элемент Al, а элемент Ti ведет себя незаметно.

Кроме того, слоистая структура сдерживает межфазную реакцию между фазой Ti и V_4C_5 , ограничивая контактную область между слоями Ti и V_4C_5 на границе раздела вместо гомогенной структуры в монолитном композите Ti / V_4C_5 . По сравнению с монолитным образцом, прочность при изгибе многослойных образцов немножко уменьшилась, тогда, как трещиностойкость слоистых образцов была значительно улучшена. Трещиностойкость слоистого композита Ti/ V_4C_5 достигает 9.22 ± 1.22 МПа $m^{1/2}$, который увеличился приблизительно на 201% по сравнению с монолитным композитом (4.58 ± 0.81 МПа $m^{1/2}$). Это значительное улучшение трещиностойкости в основном связано с многослойной структурой, пластичными слоями Ti и трещинообразованием.

1.2. ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДОВ И КРЕМНИЯ

Нанопорошок является чрезвычайно перспективным материалом для различных сфер применения, благодаря своим превосходным свойствам, таким как высокая твердость, износостойкость, высокая температура плавления, низкая плотность и хорошая химическая стабильность. Тем не менее, вследствие ковалентной связи между атомами, керамика из карбида бора проявляет плохую спекаемость [10]. Для улучшения уплотнения в процессе спекания керамики на основе карбида бора возможно применения спекающих добавок, например, диборида хрома, карбида кремния. Переход к многофазной керамике позволяет улучшить прочность и трещиностойкость за счет различных механизмов упрочнения в полифазных материалах [11].

В работе [12] авторы отработали растворный метод подготовки шихты к синтезу с использованием золь-гель технологии. Сущность метода заключается в использовании водорастворимых прекурсоров для обеспечения распределения компонентов друг относительно друга на молекулярном уровне. В качестве источника кремния используется кремнийорганика, в частности тетраэтоксисилан, смешение которой с водой обеспечивается применением азотной кислоты. В результате гидролиза кремнийорганики в растворе борной кислоты и бихромата аммония и в присутствии сажи образуется кремнезоль, который в процессе превращения в гель захватывает в свою структуру соединения бора и хрома. Полученную после гидролиза суспензию упаривали до вязкого гелеобразного состояния. Полученный гель плавно высушивали при температуре 120°C, а затем смесь отжигали при 250°C для разложения и удаления соединений азота. Используя подготовленный материал, исследовали процесс совместного синтеза в вакууме в диапазоне температур 1200-1600°C с выдержкой 5 минут. В ходе работы было показано, что при совместном синтезе, образование диборида хрома идет через образование моноборида хрома, который фиксируется,

начиная с температуры синтеза 1300°C. Образование карбида бора фиксируется при температуре синтеза 1400°C. Методами рентгенофазового анализа образование карбида кремния во всем диапазоне температур на рентгенограмме зафиксировано не было, возможно это связано со слабой чувствительностью аппарата.

В настоящее время на стадии активного развития находится керамика из реакционно - спеченного карбида бора (РКБ), которая представляет собой композит с низким удельным весом, содержащий фазы кремния (Si), карбида кремния (SiC), сложного карбида на основе карбида бора ($B_{4-x}Si_yC$) и карбида бора (B_4C), получаемый методом пропитки пористой заготовки расплавом кремния при температурах 1450–1650°C. Хотя по сравнению с горячепрессованным карбидом бора РКБ имеет более низкую твердость и износостойкость, этот материал обладает значительно более низкой ценой и другими преимуществами, связанными с технологией реакционного спекания.

В работе [13] авторам предстояло добиться такой цели, как проведение оценочных баллистических испытаний бронезащитных элементов на основе РКБ-керамик, имеющих различные параметры (структуру, свойства) и стало

В качестве исходных компонентов использовались порошки карбида бора (F150, M40, M5), технический углерод (удельная поверхность 100 м²/г) и кремний марки КР-00. Из порошков методом одноосного прессования при давлении 40 МПа формовались образцы-свидетели (плитки 50 x 50 x 10 мм).

Полученные заготовки образцов после сушки подвергались силицированию в графитовой печи сопротивления в вакууме. Силицирование, с целью оценки влияния температуры на конечные параметры керамики, проводили в течение 60 минут при температурах 1450°C, 1550°C, 1650°C. После силицирования образцы подвергались пескоструйной обработке и затем направлялись на аттестацию и дальнейшие исследования. Главной задачей при получении РКБ является подавление реакции между частицами карбида бора и расплавом кремния на стадии силицирования (пропитки кремнием). Это достигалось за счет: 1) снижения

температуры силицирования и времени изотермической выдержки; 2) введения добавки карбида бора (до 5% мас.) в расплав кремния; 3) введения технического углерода в исходную шихтовую смесь.

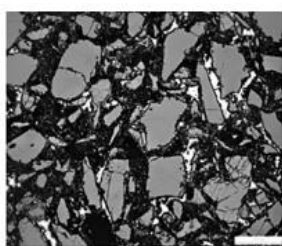
На полученных образцах исследовались физико-механические характеристики и структура, после чего образцы подвергались баллистическим испытаниям.

Физико-механические свойства образцов керамических материалов одного состава при различных температурах меняются незначительно, однако установлено, что введение технического углерода в состав исходной смеси приводит к возрастанию плотности и модуля упругости конечного материала (табл. 1.2.). Более высокая плотность у состава №2 объясняется большим содержанием вторичного карбида кремния (β -SiC) в конечном материале, по сравнению с составом № 1.

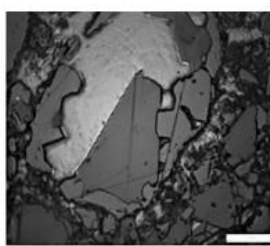
Таблица 1.2.

Физико - механические свойства керамик на основе РКБ

Состав №	Температура спекания, °С	Плотность, г/см ³	Модуль упругости, ГПа	Предел прочности при изгибе, МПа
1	1450	2,55-2,57	370-380	260-290
1	1550	2,55-2,57	360-370	260-270
1	1650	2,55-2,57	360-370	250-260
2	1450	2,63-2,65	415-425	260-300
2	1550	2,63-2,65	400-410	250-280
2	1650	2,63-2,65	390-405	240-270



а



б

Рис.1.8. Травленные структуры РКБ (состав № 2), полученные при: а - 1450°С, б -1650°С.

В отличие от физико-механических свойств, структура конечной керамики чувствительна как к изменению состава исходной шихты, так и к росту температуры силицирования. По данным РФА все образцы состоят из четырех

фаз: исходный B_4C , твердый раствор $B_{12}(C, Si, B)_3$, β -SiC и Si. Однако соотношение, морфология и распределение этих фаз существенно отличается при разных температурах силицирования. Объемное количество исходных

зерен B_4C с увеличением температуры уменьшается, а объем твердого раствора $B_{12}(C, Si, B)_3$ закономерно растет. На рис. 1.8. показан результат взаимодействия исходных зерен карбида бора с расплавом кремния при различных температурах. Видно, что при температуре $1650^\circ C$ достаточно большое количество карбида бора растворяется в расплаве кремния.

Результаты баллистических испытаний исследуемых материалов по двум методикам представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3.

Результаты баллистических испытаний бронезащитных элементов из РКБ

Состав №	Температура спекания, $^\circ C$	«НИИ Стали»		«Ржевский полигон»		
		Выборка, шт.	Безразмерное время задержки проникновения пули в керамику ($n_{пр}$)	Выборка, шт.	Среднее количество пробитых слоев алюминия, шт.	Среднее значение глубины вмятины на последнем листе, мм
1	1450	5	13,6	8	2,12	9,13
1	1550	5	12,7	8	2,27	9,31
1	1650	5	11,2	8	2,34	9,40
2	1450	5	18,2	8	0,83	7,25
2	1550	5	17,5	8	1	7,54
2	1650	5	16,1	8	1,78	8,56

По полученным результатам испытаний можно сделать следующие выводы, что материал состава № 1 дал худший результат по результатам баллистических испытаний, несмотря на довольно высокие физико-механические свойства. Обе методики баллистических испытаний керамик показали сопоставимые результаты. Добавление технического углерода в состав реакционнопеченного карбида бора повышает баллистические свойства материала. Повышение температуры силицирования приводит к снижению баллистических свойств.

Среди композиционных материалов одно из первых мест занимает материал, в котором используют матрицу из карбида кремния и волокна карбида кремния (SiC/SiC композит). Такие керамокомпозиты работают при высоких температурах, обладают повышенной химической стабильностью в окислительных и других коррозионных средах. При этом армирующие

волокна карбида кремния характеризуются комплексом высоких механических свойств, но при температурах эксплуатации выше 1200 °С в окислительной атмосфере происходит их деградация, что приводит к необходимости их защиты с помощью высокотемпературных антиокислительных покрытий.

Авторы статьи [14] получали экспериментальные образцы SiC/SiC композиционных керамических материалов (ККМ), армированных карбидокремниевыми волокнами, методом ПИП (Инфильтрация полимера и пиролиз) ламинарно сформированного пучка бескерновых волокон SiC с защитными покрытиями либо волокон без покрытий. В качестве прекурсора карбидокремниевой матрицы использовали поликарбосилан.

Пиролиз ККМ проводили в атмосфере аргона при 1100 °С. Для получения плотного, беспористого ККМ данную процедуру повторяли несколько раз.

На фотографиях СЭМ (рис. 1.9.) видно, что полученные антиокислительные защитные покрытия равномерно растеклись по поверхности волокон без дефектов и наплывов, имеют плотную структуру и хорошую адгезию с поверхностью волокон SiC.

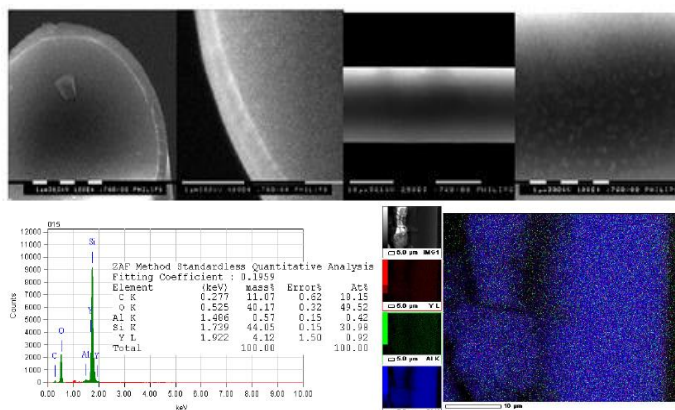


Рис. 1.9. Фотографии СЭМ, элементный состав и распределение элементов по поверхности волокон SiC с защитными покрытиями

Картирование с помощью рентгеновского микроанализа по элементному составу и наложении элементов на одной карте показало, что элементы, входящие в состав волокна с покрытием, равномерно распределены по его объему и поверхности.

Важнейшей характеристикой стеклокерамических покрытий на волокнах SiC является их окислительная устойчивость при высоких температурах. Была изучена термоокислительная устойчивость исходных волокон SiC без покрытий при условиях, аналогичных получению волокон с защитными покрытиями (пиролиз при температуре 1500 °С в воздушной атмосфере). А также

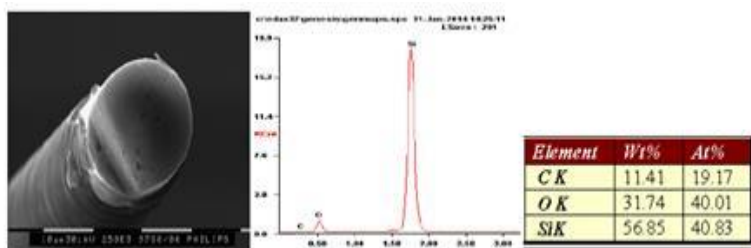


Рис. 1.10. Фотография СЭМ и рентгеновский элементный микроанализ поверхности волокон SiC после термообработки при 1500 °С на воздухе в течение 30 мин.

исследовано воздействие повторного пиролиза при температуре 1600 °С на исходные и покрытые волокна. В результате пиролиза исходных волокон при 1500 °С на воздухе в течение 30 минут на поверхности волокон образовался растрескавшийся стекловидный слой SiO₂ (рис. 1.10.). Физико-механические исследования также подтверждают преимущества защитных покрытий на волокнах карбида кремния при высокотемпературном пиролизе в воздушной атмосфере. Необходимо отметить, что модификация границы раздела «волокно – матрица» в керамокомпозите посредством нанесения защитного покрытия на основе органоиттрийоксаналюмоксансилоксана на волокна SiC позволила повысить уровень прочностных характеристик композита в 10-15 раз, а также снизить его склонность к хрупкому разрушению.

Авторы данной работы пришли к выводу, что данный способ разработан для получения высокотемпературных антиокислительных защитных покрытий на карбидокремниевых волокнах, используемых в качестве армирующего компонента при создании композиционных материалов. Доказано, что защитное стеклокерамическое покрытие на основе органоиттрийоксаналюмоксансилоксанов позволяет повысить термостойкость волокон SiC в окислительной атмосфере при температуре 1600 °С.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ

2.1. ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе использовали приборы и материалы, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Приборы и материалы

Приборы	Реактивы
<ul style="list-style-type: none">• Весы “Shimadzu” AUУ 120 (Япония);• Сушильный шкаф СШ-80-01 СПУ (Литва);• Гомогенизатор универсальный для пробирок Ultra-Turraх Tube Drive IKA (Германия);• Рентгеновский дифрактометр SHIMADZUXRD – 7000 X – RAY (Япония);• Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA(Япония);• Просвечивающем электронном микроскопе JEM-2100F фирмы «JEOL» (Япония);• Гидравлический пресс с образцовым манометром ИП-500М-авто (Россия);• Штангенциркуль электронный с глубиномером ШЦЦ-I 0-250 0.01 1 кл. точности (Россия);• Цифровой толщиномер Mitutoyo ID F-150 (Германия).	<ul style="list-style-type: none">• W (ТПУ);• В₄С (ООО «ОКБ-БОР»);• Al-Mg (ГОСТ 4784-97);• Метилцеллозольв (С₃Н₈О₂) (ч);• Изопропиловый спирт (ИПС) (С₃Н₈О) (хч) (ЗАО «ЭКОС-1»)

2.2. ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ И КОМПАКТОВ

Смеси получали в двух типах растворителях в изопропиловом спирте и метилцеллозольве. Смешивали порошки в гомогенизаторе, используя стеклянные шарики. При необходимости делали выдержку 45 минут, смешивание в гомогенизаторе, в ультразвуковой ванне, и ручное перемешивание в течение 45 минут. А также некоторые смеси смешивали в

ультразвуковой ванне. Излишки жидкости убирали путем декантацией (фильтровальной бумагой).

После того как смеси были подготовлены их сушили в сушильном шкафу при 100°C и 120 °C.

Техника методики образцов приведены в результатах и обсуждениях, так как является предметом исследования.

Формование тел из металлических порошков является одной из главных операций при производстве порошковых изделий. При формовании в основном определяются форма и размеры изделий. В качестве образцов использовались таблетки цилиндрической формы размеры: диаметр 14 мм, высота ~5 мм.

При проведении прессования использовали гидравлический пресс с образцовым манометром ИП-500М-авто, по следующему алгоритму:

1. Включаем компьютер, запускаем программу управления.
2. Параметры нагружения следующие: $S=154 \text{ мм}^2$, $V=20 \text{ МПа/с}$, $P_{\min} = 90 \text{ МПа}$, $P_{\max} = 800 \text{ МПа}$; 150 МПа, 200 МПа, 300 МПа, 400 МПа, 500 МПа, 600 МПа, 700 МПа, 800 МПа.
3. Готовим 2 г. порошковой смеси.
4. Вставляем нижний пуансон, засыпаем порошок, простукаем пресс-форму (для равномерного распределения порошка).
5. Вставляем верхний пуансон, предварительно обработав его олеиновой кислотой.
6. Помещаем пресс-форму на плиту прессы, используем специальные поставки под пуансоны.
7. Включаем пресс, запускаем процесс нагружения с установленными ранее параметрами.
8. Сохраняем таблицу результатов (давление-деформация).
9. Извлекаем прессовку. Измеряем ее массу, высоту, диаметр.

10. Помещаем пустую пресс-форму на плиту, используем специальные поставки под пуансоны, запустили нагружение ($S=154 \text{ мм}^2$, $V=20 \text{ МПа/с}$, $P_{\min} = 90 \text{ МПа}$, $P_{\max} = 800 \text{ МПа}$).

11. Сохраняем таблицу результатов (давление-деформация).

Определение плотности образцов проводилась геометрическим методом, путем прямого измерения линейных размеров образца цифровым толщиномером Mitutoyo ID F-150 с точностью 0,001 мм и массы образца на цифровых весах ВЛТЭ-150 с точностью 0,001 г.

Каждый параметр необходимый для расчета плотности образца, измерялся три раза и усреднялся. Далее плотность образцов, определялась по формуле:

$$\rho = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot h}$$

где ρ - плотность образца, $г/см^3$; m - масса образца, $г$; d - диаметр, $см$; h - высота образца, $см$.

2.3. МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ

$B_4C-W-Al-Mg$

Изучение микроструктуры порошковой смеси

Изучение микроструктуры порошковой смеси проводилась посредством метода электронной микроскопии на просвечивающем электронном микроскопе JEM-2100F фирмы «JEOL». Система Ion Slicer EM-09100IS предназначена для подготовки образцов к исследованию, в основном, в просвечивающих электронных микроскопах. Используемый метод ионного утонения позволяет получить тонкий, прозрачный для пучка электронов, образец, без механической шлифовки, которая может вносить искажения в структуру объекта исследования. Также площадь прозрачного образца, получаемого с помощью Ion Slicer, гораздо больше, чем при применении традиционных методов. Отличительной особенностью данного прибора является то, что он не требует приготовления диска, утоненного в

центре. Предварительная пробоподготовка для Ion Slicer заключается лишь в изготовлении параллелепипеда размерами 2.8мм x 0.5мм x 0.1мм, который затем закрывается с тонкого широкого конца специальной защитной лентой и утоняется пучком ионов аргона. Энергия пучка не превышает 8 кВ, а угол падения можно варьировать от 0 до 6 по отношению к наибольшей грани образца. Это позволяет минимизировать радиационные повреждения и, тем самым, сохранить исходные структуру и фазовый состав образца, а после этого изучить их методами электронной микроскопии.

Рентгенофазовый анализ

Для установления фазового состава и определения размера частиц порошки исследовали методом рентгенофазового анализа (РФА). Образцы перед исследованием измельчали в ступке и помещали в алюминиевую кювету диаметром 25 мм и высотой 2 мм. При исследовании использовали пошаговое сканирование с накоплением в точке 2,5 секунды. Для эксперимента был использован рентгеновский дифрактометр ShimadzuMaxima-X XRD-7000. Основное ограничение РФА - он не обнаруживает аморфные фазы. Кроме того, в редких случаях вещества разного состава имеют геометрически идентичные решётки и потому дают одинаковые дифрактограммы.

Обработку дифрактограмм – определения фазового состава порошков и размера частиц – проводили с помощью компьютерных программ “Search – Match” и “PowderCell”.

Обработка рентгенограмм программой «Search – Match» осуществлялась по следующему алгоритму:

- 1) Для загрузки рентгенограммы необходимо выбрать File – Import – загружаемый файл.
- 2) Фон убирается нажатием Tools – Subtract Background.
- 3) Поиск пиков осуществляется с помощью выбора Peak list – Peak search. Так же пики можно выбрать вручную Peak list – Add peak us.

4) Для загрузки эталонных значений нажать Search match. Для выбора необходимых элементов нажать кнопку Restriction на панели инструментов.

Качественный анализ порошков проводили в программе PowderCell:

1) Для загрузки стандартов необходимо выбрать File – Load – загружаемый эталон.

2) Для загрузки рентгенограммы необходимо выбрать Refinement – Load powder – загружаемый файл.

3) Степень полинома задается нажатием Refinement – Parameters – General – выбрать степень.

4) Расчет фазового состава производится с помощью выбора Refinement – Start.

5) Для расчета размера частиц по областям когерентного рассеяния выбираем Diffraction – size and strain.

6) Результаты расчета получаем нажатием Refinement – Result – results.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4БМ6Б	Подгаецкой Вере Владимировне

Инженерная школа	Новых производственных технологий	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	«Материаловедение и технологии материалов»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	<i>Научное исследование проводится в лаборатории кафедры НМНТ ИФВТ, материально-техническая база НИИ ТПУ. В качестве исполнителей исследования задействовано 2 человека.</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	<i>Проект выполняется в соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды – 30% от ФОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ.	<i>Потенциальные потребители результатов исследования</i>
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок.	<i>1. Планирование научно-исследовательских работ. 2. Формирование бюджета исследования.</i>
3. Определение ресурсной, экономической эффективности.	<i>Оценка научно-технического уровня исследования.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	
2. График проведения и бюджет НИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Доцент социально – гуманитарных наук	Петухов О.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4БМ6Б	Подгаецкая В.В.		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данной научно-исследовательской работе проводится получение порошковой смеси В4С –W – Al–Mg для получения керамики. Целью данного раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности, целесообразности проведения научного исследования с точки зрения ресурсоэффективности.

В задачи раздела входит: оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта, анализ конкурентных технических решений, создание календарного плана и графика проведения работ, расчет бюджета научного исследования, определение ресурсоэффективности научного исследования [15].

4.1. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изготовления радиационно-защитного композита были выбраны порошок алюминиевого сплава АМг6 в качестве несущего механическую нагрузку материала матрицы, ультрадисперсный порошок карбида бора в качестве нейтронозащитного наполнителя и нанопорошок вольфрама в качестве дисперсного наполнителя для поглощения гамма и рентгеновского излучения.

Карта сегментирования представлена в таблице 4.1.

4.2. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Информация об участниках проекта представлена в табличной форме (таблица 4.2.)

Таблица 4.1.

Карта сегментирования рынка услуг по производству изделий из керамики.

Количество продукции поставки	Изделия из композиционной керамики
<i>Крупный</i>	А
<i>Средний</i>	А, Б
<i>Мелкий</i>	В

Компании по производству кузова железнодорожных вагонов - А,
Компании по производству режущего инструмента - Б,
Компании по производству баллистической брони - В.

Таблица 4.2

Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Лямина Г.В., доцент кафедры НМНТ	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию, координирует деятельность участников проекта
2	Подгаецкая В.В., магистр кафедры НМНТ	Исполнитель по проекту	Выполнение экспериментальной части

Таблица 4.3.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент-дипломник
	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник
	4	Выбор направления	Руководитель, студент-

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
		исследований	дипломник
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник, руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Изучение исходных образцов	Студент-дипломник
	7	Подготовка порошковой навески	Студент-дипломник
	8	Прессование и спекание образцов	Студент-дипломник
	9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник
	11	Определение целесообразности	Руководитель, студент-дипломник
	12	Создание методики получения композиционной керамики	Руководитель, студент-дипломник

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.; t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.; t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}$$

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

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

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

Для студента, обучающегося в ВУЗе в течение 10 месяцев в году и имеющего 2 месяца летних каникул, коэффициент календарности рассчитывается:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения сведены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4.

Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Исполнители, кол.	Длительность работ в рабочих днях		Длительность календарных дней	
	t _{min} , чел-дни		t _{max} , чел-дни		t _{ож} , чел-дни			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2					
Разработка технического задания	2		5		3		1	3		4	
Выбор направления исследований	20	4	35	8	26	6	2	13	3	16	4
Теоретические и экспериментальные исследования	100	10	150	20	120	14	2	60	7	73	9
Обобщение и оценка результатов	14		21		20		2	10		12	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [16 17].

Таблица 4.5.

Календарный план-график проведения НТИ по теме.

Содержание работ	Должность исполнителя	Т _{кi} кал дн	Продолжительность выполнения работ																
			январь			феврал ь			март			апрель			май			июнь	
			3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
Разработка технического задания	Руководитель темы	4	■																
Выбор направления исследований	Студент-дипломник, Руководитель	16/ 4		■	■														
Теоретические и экспериментальные исследования	Студент-дипломник, руководитель	73/ 9				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Обобщение и оценка результатов	Студент-дипломник, руководитель	12												■	■	■			

Где ■ студент-дипломник, ■ руководитель

График представлен в виде таблицы 4.5 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени выполнения научного исследования.

4.3. БЮДЖЕТ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

4.3.1. Сырье, материалы, покупные изделия (за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Таблица 4.6.

Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Вольфрам	0,5 кг	2500	1250
Карбид бора	0,5 кг	1450	725
Алюминий-магний	1 кг	3200	3200
Метилцеллозольв	0,5 л	2480	1240
Фильтровальная бумага	10 шт	25	250
Всего за материалы			6665

4.4. РАСЧЕТ ФОНДА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

4.4.1. Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет заработной платы персоналу сведен в таблицу [18].

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года 10,4 ; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн. 251.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$); $k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $Z_{тс}$); $k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2124	13	27612
Студент-бакалавр	9893	0,3	0,2	1,3	19291	799	105	83895

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп})$$

где, $k_{внеб}$ – (0,271) коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления на социальные нужды составляет 30%

Студент-дипломник: $C_{внеб} = 0,271 \cdot 83895 = 22651$ руб.

Руководитель: $C_{внеб} = 0,271 \cdot 27612 = 7455$ руб.

4.4.2. Накладные расходы

Затраты на электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$Z_{нак} = t_{раб} \times P \times C,$$

где $t_{раб}$ – время работы оборудования в часах; P – мощность оборудования в кВт; C – тариф на электроэнергию – 5,8 руб. за 1 / (кВт·ч)

Затраты на электроэнергию при использовании ультразвукового генератора:

$$Z_{\text{нак}} = 15 \times 2 \times 5,8 = 174 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при использовании муфельной печи:

$$Z_{\text{нак}} = 480 \times 2 \times 5,8 = 5568 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при использовании гидравлического пресса:

$$Z_{\text{нак}} = 60 \times 4 \times 5,8 = 1392 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию при использовании ПК:

$$Z_{\text{нак}} = 90 \times 1 \times 5,8 = 522 \text{ руб.}$$

Сумма затрат на электроэнергию составила 7656 руб.

Затраты на водоснабжение

Тариф на водоснабжение - 30,22 р. м³

Примерный расход воды за время исследований составляет - 15 м³

Затраты на водоснабжение за весь период исследования составляет - 453,3 руб.

Вода использовалась для мытья химической посуды и промывания установки.

4.4.3. Затраты на специальное оборудование

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

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

где Ц – цена оборудования, руб.; F_н – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч; F_{сс} – срок службы оборудования, год; F_ф – фактическое время занятости оборудования, ч. F_н = 250 дн. = 1500 ч.

Вычисленная амортизация оборудования представлена в таблице 4.8. Данные взяты на основе отчета лаборатории.

Амортизационные расчеты

№	Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	F _{сс} , год	F _ф , ч.	З _{об} , руб.
1	Муфельная печь	88000	10	480	16896
2	Ультразвуковой генератор	195000	6	15	1950
3	Гидравлический пресс	55000	8	60	1650
4	ПК	30000	3	90	3600
Итого:					24096

4.4.4. Формирование бюджета затрат проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно – технической продукции [19 20]. Определение бюджета затрат на научно – исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9.

Полная смета затрат

Статьи	Затраты, руб.
Основные и вспомогательные материалы	6665
Оборудование	24096
Заработная плата	111507
Затраты на электроэнергию	7656
Отчисления на социальные нужды	30106
Затраты на водоснабжение	453,3
Итого	180483,30

Таким образом, суммарно бюджет разработки составил **180483,30** рублей. Большая сумма обоснована большой стоимостью оборудования для работы.

Исходя из раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» можно сделать выводы:

- Составлен план НИР, в котором разработан календарный план. Общее содержание работ для проведения исследования составило 12 позиций. Для построения таблицы временных показателей проведения НИР был рассчитан коэффициент календарности.

- Календарный план составлялся при помощи диаграммы Ганта, которая оптимизирует выполнение работы. По данным графика на выполнение исследования потребовалось 164 дня.

- Бюджет научного исследования составил **180483,30** рублей. Столь высокую сумму можно обосновать дорогой техникой.

- Также интерес к данной работе, возможно, будет актуален для Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
4БМ6Б		Подгаецкой Вере Владимировне	
Инженерная школа	Новых производственных технологий	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	«Материаловедение и технологии материалов»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Научно-исследовательская работа была выполнена в лаборатории на кафедре НМНТ, ТПУ. Рабочей зоной являлась лаборатория площадью 12м ² . В работе используются неорганические вещества: карбид бора, вольфрам, алюминий-магний, а также органические изопропиловый спирт. Порошки получены дисперсионным методом
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ Р 54578-2011, ГОСТ 12.1.003-83, СНиП 23-03-2003, СН 2.2.4/2.1.8.562-96, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СНиП 23-05-95, СанПин 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.038-82

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>В лаборатории имеется 2 окна, через которое пропускается естественное освещение. А также используется искусственное освещение, в качестве двух люминесцентных ламп на потолке лаборатории. Освещение соответствует нормам согласно СНиП 23-05-95; Количество наночастиц, при работе с нанопорошками и вредными примесями в воздухе рабочей зоны соответствует нормам согласно предельно допустимые концентрациям ПДК, описанных в ГОСТе 12.1.005-88. Уровень шума в лаборатории соответствует нормам. Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в холодный и переходный период соответствует нормам.</p> <p>Опасные производственные факторы:</p> <p>1) Опасность поражения электрическим током 2) Пожаробезопасность.</p> <p>Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные прикосновения к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочные действия персонала. С точки зрения электробезопасности (ГОСТ 12.1.030) оборудование, запитываемое напряжением выше 42В, должно быть заземлено. При приближении грозы необходимо оперативно закончить работу на компьютере и отключить его от сети. Кроме того, обязательно должна быть предусмотрена возможность быстрого отключения напряжения с разделительного щита.</p>
2. Экологическая безопасность	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
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	К чрезвычайным ситуациям в лаборатории относится возникновение пожара на рабочем месте. В случае возникновения ЧС предусмотрены первичные средства пожаротушения: огнетушители ОХП-10 и ОУ-2 для тушения электрооборудования, а так же пожарный кран.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032-78. В соответствии с СН-181-70 рекомендуются следующие цвета окраски помещения: потолок – белый или светлый цветной; стены - сплошные, светло-голубые; пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.
5. Перечень расчётного и графического материала	<p>1) План помещения</p> <p>2) План эвакуации</p> <p>3) План размещения светильников</p> <p>4) Расчет системы искусственного освещения</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Раденков Т.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4БМ6Б	Подгаецкая Вера Владимировна		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данная научно-исследовательская работа проводится получение порошковой смеси $B_4C - W - Al - Mg$ для получения керамики.

Композиционные порошки широко применяются для получения керамических изделий, используемых для создания высокотемпературной техники и конструкций, испытывающих циклические термические нагрузки.

Научно-исследовательская работа была выполнена в Научно-образовательном инновационном центре «Наноматериалы и нанотехнологии», ТПУ. Рабочей зоной являлось помещение лаборатории площадью 12 м², включающее персональный компьютер, магнитная мешалка, сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ, вытяжной шкаф, а также шкаф для хранения лабораторной посуды и органических веществ.

В разделе рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с работой в лаборатории, а так же разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников лабораторий опасных и вредных факторов.

Источником шума в лаборатории являются вытяжные шкафы. Схема лаборатории представлена на рисунке 5.1.

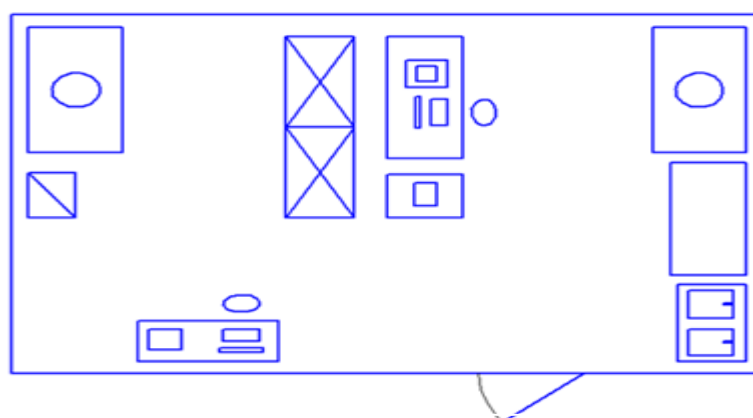


Рисунок 5.1 – Схема лаборатории

5.1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

5.1.1. Анализ вредных факторов

В условиях НОИЦ «Наноматериалы и нанотехнологии», на производительность труда инженера-исследователя, находящегося на рабочем месте, влияют следующие вредные производственные факторы (Опасные и вредные производственные факторы ГОСТ 12.0.003-74):

- 1) Неблагоприятные метеоусловия
- 2) Недостаточная освещенность
- 3) Вредные вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны
- 4) Повышенный уровень шума

Неблагоприятные метеоусловия

В помещении, где проводятся испытательные работы в силу различных причин, может появиться такой фактор, как отклонение температуры и влажности от норм. Это создает дискомфортные условия для работы человека. Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в холодный и переходный период должны соответствовать нормам. Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения. Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой температуре увеличивается теплоотдача с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению. При нормировании метеорологических условий, в производственных помещениях, учитывают время года, физическую тяжесть выполняемых работ, количество избыточного тепла в помещении. Оптимальные и допустимые метеорологические условия температуры и влажности устанавливаются согласно ГОСТ 12.1.005-88 (Таблица 5.1).

Таблица 5.1. Оптимальные и допустимые нормы метеоусловий для нормального протекания трудового процесса.

Период года	Категория работы	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
			Вр.	Нж.				
Холодный	легкая Ib	21-23	24	20	40-60	75	0.1	0.2<
Теплый	легкая Ib	22-24	28	21	40-60	60	0.2	0.1-0.3

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещение должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м³ на человека - не менее 30 м³ в час на человека; при объёме помещения более 40 м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м³ объема воздуха.

Помещение лаборатории имеет следующие параметры:

- длина помещения - 4 м;
- ширина - 3 м;
- высота - 3 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = 3 \cdot 4 = 12 \text{ кв.м};$$

$$\text{объем: } V = 3 \cdot 4 \cdot 3 = 36 \text{ куб. м.}$$

В лаборатории работает 1 человек. Это удовлетворяет санитарным нормам.

Недостаточная освещенность

Расчет искусственного освещения

В данной лаборатории используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

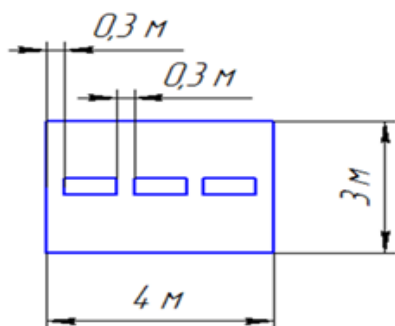


Рисунок 5.2 – План осветительной системы

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности

труда. При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды.

В помещении в качестве источников искусственного освещения используются люминесцентные лампы типа ОД. Лампы ОД (открытые двухламповые) предназначены для помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запыленности. Согласно санитарно – гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Лаборант постоянно работает за ПК, напрягая при этом зрение. По нормам освещения и отраслевым нормам освещения в помещении при работе с ПК рекомендуется 300 - 500 лк при общем освещении [21].

Помещение имеет размеры:

a - длина помещения - 4 м;

b - ширина - 3 м;

h - высота - 3 м.

Методика расчёта освещения описана в литературе. Рекомендуемая освещенность помещения, при среднем контроле различия с тёмным фоном,

составляет $E = 300$ лк. Коэффициент отражения светового потока от потолка, стен, соответственно равны: $q_p=70\%$, $q_c=50\%$, $q_z=10\%$. Уровень от рабочей поверхности до потолка составляет:

$$H = h - h_p - h_c$$

Где, h_p - высота рабочей поверхности;

h_c - расстояние светильников от перекрытия.

$$H = 3\text{ м} - 0,80\text{ м} - 0\text{ м} = 2,20\text{ м}$$

Для освещения используются светильники типа ОД мощностью 40 Вт, для которых оптимальность расположения светильников составляет $\lambda=1.4$.

Расчетная длина между двумя рядами светильников:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,2 = 3,08\text{ м}$$

Число рядов светильников:

$$n = B/L = 3/3,08 = 0,97$$

где, B – ширина помещения.

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

$$i = \frac{S}{(A+B) \cdot n} = \frac{12}{(4+3) \cdot 1} = 1,7$$

Зная коэффициенты отражения световых потоков от потолка, стен, пола в лаборатории, можно определить коэффициент использования светового потока:

$$\eta = \frac{q_p + q_c + q_z}{3} = \frac{70\% + 50\% + 10\%}{3} = 43\%$$

Световой поток лампы ЛБ составляет $F_0=2480$ лм. Тогда световой поток светильника ОД, состоящего из двух ламп: $F = 2F_0 = 2 \cdot 2480 = 4960$ лм.

Определим необходимое число светильников в ряду:

$$N = \frac{E \times S \times Z \times K}{F \times \eta} = \frac{300 \times 12 \times 1,15 \times 1,5}{4960 \times 0,43} = \frac{6210}{2132,8} = 2,9 \approx 3$$

где, $Z=1,15$ -коэффициент неравномерности освещения;

$K=1,5$ – коэффициент запаса.

При длине светильника $l_{св} = 0,933$ м, их общая длина составляет:

$$l_{\text{общ}} = N \cdot l_{\text{св}} = 3 \cdot 0,933 = 2,8 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками

$$l = \frac{A - l_{\text{общ}}}{N + 1} = \frac{4 - 2,8}{3 + 1} = 0,3 \text{ м.}$$

Таким образом, в лаборатории необходимо

установить три светильника в один ряд.

Вредные вещества, находящиеся в воздухе рабочей зоны

В работе используются неорганические и органические вещества, такие как карбид бора (B_4C), вольфрам (W), алюминий-магний (Al-Mg), изопропиловый спирт (C_3H_8O)

Вредные вещества в воздухе рабочей зоны нормируются предельно допустимой концентрацией ПДК [22]. Данные по вредным веществам представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2.

Показатели, характеризующие токсичность используемых химических соединений по ГОСТ 12.1.005-88

Название вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
B_4C	6	A*	4	Ф*
W	6	A	4	Ф
Al-Mg	6	A	4	Ф
C_3H_8O	10	A	3	Ф
A-аэрозоль				
Ф-аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия				

Все аэрозоли, использованные в эксперименте, могут вызывать раздражение глаз и кожных покровов легкой степени. Рекомендуется избегать вдыхания и попадание аэрозолей в глаза и на кожные покровы [23].

Необходимо соблюдение правил безопасности. Соблюдать правила работы с пожаро - и взрывоопасными веществами. Соблюдать правила личной гигиены. При длительной работе необходима приточно-вытяжная вентиляция.

Средства коллективной защиты:

- вытяжной шкаф
- вентиляция.

Индивидуальная защита:

- Респираторы газопылезащитные РПГ-67
- Акриловые перчатки
- При высоких концентрациях в воздухе рабочей зоны фильтрующий противогаз марки А
- Защита глаз и кожи
- Герметизация процессов для препятствия выделению паров акриловой кислоты и соответственная вентиляция

Повышенный уровень шума

Шум - это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих в результате механических колебаний в упругой среде.

Шум является одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов. Люди, работающие в условиях повышенного шума, жалуются на быструю утомляемость, головную боль, бессонницу. У человека ослабляется внимание, страдает память. Все это приводит к снижению производительности труда. Шум на рабочих местах создается работающим оборудованием, а также проникает извне.

Настоящий стандарт (ГОСТ 12.1.028) распространяется на машины, технологическое оборудование и другие источники шума, которые создают в воздушной среде все виды шумов по ГОСТ 12.1.003-83.

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром, приведены в таблице 5.3.

Допустимые уровни звукового давления и уровня звука на рабочих местах.

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука, дБ
	3	25	50	500	1000	2000	4000	8000	
Лаборатория для проведения экспериментальных работ	4	87	82	78	75	73	71	70	80

Защита от шума должна обеспечиваться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, в том числе строительно-акустических: звукоизолирующие кожухи, кабины, акустические экраны, выгородки.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Средства индивидуальной защиты органов слуха работающих установлены ГОСТ 12.4.011-75; это противозумные шлемофоны (шлемы), наушники, заглушки, вкладыши.

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов

Пожаробезопасность

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Класс пожаро - и взрывоопасности П-II и В-Ia [Правила устройства электроустановок]. Опасными относительно взрывоопасности считаются

органические растворители. Так как данные вещества при высокой температуре способны воспламениться.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) сотрудники лаборатории должны пройти противопожарный инструктаж;

б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;

в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;

г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители. В лаборатории имеется порошковый огнетушитель ОП, ручной, объемом 5 л.

Все работы должны проводиться при включенной вентиляции помещения. Профилактически помещение должно проверяться газоанализатором на наличие высоких концентраций газозвдушных смесей.

Электробезопасность

Электрические установки, к которым относятся ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность. В процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под током.

Согласно классификации помещений по электробезопасности дипломный проект разрабатывался в помещении без повышенной опасности

(класс 01 по ГОСТ 12.1.019 – 85), характеризующимся наличием следующих условий:

- напряжение питающей сети 220В, 50Гц;
- относительная влажность воздуха не более 75%;
- средняя температура не более 35°С;
- наличие деревянного полового покрытия.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящихся под напряжением с заземленными конструкциями.

Наиболее частые причины электротравм:

1) Прикосновение или приближение на недопустимое расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением. В свою очередь, причинами этого являются:

- неисправность электропроводки, установочных изделий, электроприборов;
- неосторожность, небрежность, неопытность, неосведомлённость пользователя;
- через временно выключенные из сети токоведущие части, если не приняты все меры к выключению из сети; при несогласованности в действиях (преждевременное включение тока).

2) Прикосновение к металлическому корпусу электроприбора, если он оказался под напряжением вследствие повреждения изоляции.

В промышленных электроустановках средством защиты служит заземление корпуса. Средством защиты служат полы, изготовленные из изолирующих материалов (дерево, линолеум и др.). Поэтому электрический прибор в металлическом корпусе может быть установлен только на таком полу.

Все приборы в лаборатории заземлены и пол покрыт линолеумом.

В лаборатории используются для питания приборов напряжение 220 В переменного тока с частотой 50 Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие предосторожности:

- перед началом работы убедиться, что выключатели, розетки закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- не включать в сеть компьютеры и другую оргтехнику со снятыми крышками;
- запрещается оставлять без присмотра включенное в электросеть оборудование;
- при обнаружении неисправности компьютера необходимо выключить его и отключить от сети;
- при обнаружении неисправностей или порчи оборудования необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений и ничего не разбирая сообщить преподавателю или ответственному за оборудование;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами;
- при несчастном случае необходимо немедленно отключить питание электроустановки, вызвать “СКОРУЮ ПОМОЩЬ” и оказать пострадавшему первую помощь до прибытия врача;
- дальнейшее продолжение работы возможно только после устранения причины поражения электрическим током;
- по окончании работы ответственный должен проверить оборудование, выключить все приборы и главный рубильник.

5.2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Основными источниками загрязнения окружающей среды могут быть частицы порошков. Однако учитывая тот факт, что навески порошков имеют малую концентрацию, то можно считать данное производство безопасным.

Для защиты атмосферы используются вентиляционные системы, улавливающие частицы. На сегодняшний день не существует нормативных данных по фильтрам для мелкодисперсных частиц. При этом учитывают, что частицы с размерами порядка 10^{-7} – 10^{-8} м ведут себя как молекулы газа, а частицы с большими размерами, как частицы пыли. Для фильтрации воздуха применяют комбинированные газопылезащитные системы, которые улавливают частицы всех размеров.

Поскольку работы ведутся с сухими порошками без жидких примесей, то утилизацию отходов путем слива в канализацию не проводят. Если все-таки косвенно произойдет попадание наночастиц в воду, то концентрация будет незначительной и не нанесет вреда.

Попадание мелкодисперсных частиц порошков в литосферу может происходить в случае неправильной утилизации твердых отходов производства. Все лабораторные эксперименты исследовательский характер, и навески порошка для изготовления образцов имеют незначительную малую массу. Доля отходов в лаборатории мала, поэтому допускается утилизация в мусорные контейнеры. Если частицы рабочих порошков попали в литосферу, особой опасности они нести не станут за счет своей малой концентрации.

5.3. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

К организационным мерам, уменьшающим масштабы чрезвычайных ситуаций, могут быть отнесены охрана труда и соблюдение техники безопасности. Также необходимо проводить планирование по предупреждению чрезвычайных ситуаций. В химической лаборатории необходимо соблюдение техники безопасности при работе с химическими реактивами, нанопорошками.

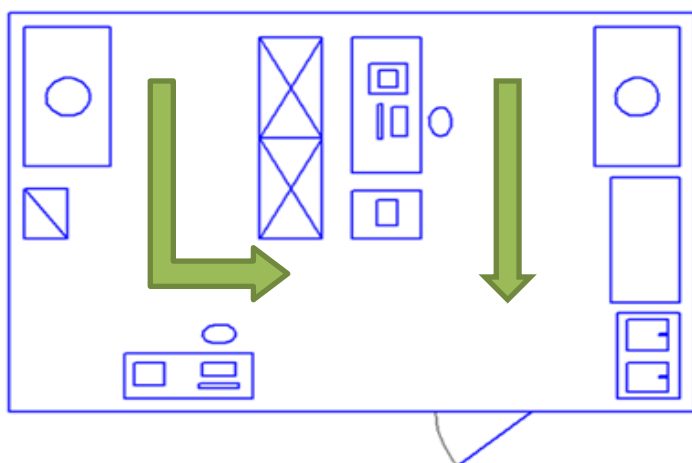


Рисунок 5.3 – План эвакуации

Кроме того, возможно возгорание в вытяжном шкафу. Интенсивный приток воздуха при работающей вентиляции способствует распространению пламени, поэтому, если загорание не удалось ликвидировать в

первые несколько секунд и горение усиливается, следует отключить мотор вентилятора и закрыть шибер вентиляционного канала. К числу первоочередных мероприятий относятся:

- подача сигнала голосом для привлечения помощи;
- удаление всех способных воспламениться материалов и в первую очередь ЛВЖ из зоны горения;
- обесточивание электросети внутри шкафа или отключение электроэнергии общим рубильником;
- применение первичных средств огнетушения

Последовательность действий определяется здравым смыслом и зависит от конкретной ситуации.

Если в вытяжном шкафу проводились работы с токсичными летучими веществами, отключение вентиляции сопряжено с опасностью отравления участников ликвидации пожара. В таких случаях всем находящимся в помещении необходимо надеть противогазы. План эвакуации представлен на рисунке 5.3.

5.4. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед началом работы каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности. Инструктаж по ТБ должен включать особенности работы с порошками, которые способны легко всплываться и путем переноса по воздуху попадать в организм и окружающую среду. В процессе работы с нанопорошками нельзя трясти емкость, делать навески необходимо медленными движениями и только чистым совочком. При этом особенно важно работать в спецодежде: перчатках, халате, респираторе. Перчатки и респиратор необходимо менять каждые 1,5-2 часа.

В лаборатории рабочее место около каждой установки должно быть обеспечено возможностью свободного доступа для эксплуатации и ремонта. При этом установки не должны загораживать проход в случае ЧС. Рычаг аварийного отключения электроэнергии должен быть легко достигаем при работе у любой части установки.

В помещении должно быть обеспечено равномерное освещение, достаточное для нормальной трудовой деятельности. Регулярно через определенные интервалы времени проводится вентиляция помещения. Также должны быть соблюдены нормы по микроклимату. Уровень шума не должен превышать допустимого значения. В случае превышения допустимых норм необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к примеру, наушники или беруши [24].

В ходе работы у технологов предусматриваются перерывы на отдых, частота и длительность которых утверждаются руководством и органами

здоровоохранения. Рабочее место технолога также должно либо проветриваться (при малых размерах цеха), либо снабжаться воздушной вытяжкой с подачей свежего и чистого воздуха. При этом следует контролировать скорость подачи воздуха во избежание сквозняков и резких перепадов температуры, иначе велик риск простудных заболеваний.

В лаборатории по производству керамических изделий должны быть предусмотрены специальные режимы работы, поскольку данная сфера производства относится к трудоемкой и монотонной, а иногда даже может нанести вред здоровью. С учетом особенностей работы следует применять режимы сокращенного дня с перерывами, аспекты которых регламентируются руководством.

«Молоко за вредность» — молоко, выдаваемое работникам вредных производств. Молоко – доказанный многими экспертами источник незаменимых для организма микро и макроэлементов. В России бесплатная выдача молока закреплена в статье 222 Трудового кодекса: «На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты». Норма бесплатной выдачи молока составляет 0,5 л за смену.

Список публикаций

Подгаецкая В.В. Получение порошковой смеси для керамики //Сборник тезисов V Всероссийского конкурса научных докладов студентов «Функциональные материалы: разработка, исследование, применение», Томск, Тамбов, 29-30 Мая 2018. – стр.7.