

Школа новых производственных технологий _____
 Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология» _____
 Отделение школы (НОЦ) _____ Н. М. Кижнера _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Пористая алюмоциркониевая керамика

УДК 666.762.55-127:661.862'023 _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г7А	Быстрицкая Д.А.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Хабас Т.А.	Д.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина Вераника Атольевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Черемискина Мария Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ревва Инна Борисовна	к.т.н.		

Планируемые результаты освоения ООП
Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном (-ых) языке
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владение пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного

	общества, осознания опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК (У)-5	Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК (У)-6	Владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способность проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий

	ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
Профессиональные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способность планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Г7А	Быстрицкая Дарья Александровна

Тема работы:

Пористая алюмоциркониевая керамика	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28-12

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p align="center">Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p align="center">Исследование процесса получения фильтрующих тонкопористых керамических материалов</p>
<p align="center">Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p align="center">Анализ литературных источников; постановка задач исследования; изучение методов исследования; анализ результатов экспериментов; финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; социальная ответственность; заключение по работе.</p>
<p align="center">Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p align="center">Результаты экспериментов, рентгенофазовый и термический анализы образцов.</p>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
<i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Литературный обзор; Методы исследования; Экспериментальный анализ	Хабас Тамара Андреевна

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина Вероника Анатольевна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

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

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Хабас Тамара Андреевна	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г7А	Быстрицкая Дарья Александровна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 60 страницах, содержит 46 рисунков и 32 таблицы. Использовано литературных источников – 35.

Ключевые слова: пористая керамика, порообразователь, карбамид, диоксид циркония, нанопорошки, альгинат.

Объектами исследования являются: пористые керамические материалы на основе диоксида циркония с выгорающим органическим порообразователем.

Цель работы: получение фильтрующего тонкопористого керамического материала.

В процессе выполнения работы проводились исследования зависимости свойств полученного фильтрующего пористого керамического материала от состава, условий формования и температуры обжига.

В результате исследования было установлено, что для получения тонкопористой фильтрующей керамики, возможно использование органической добавки «альгинат натрия», как самостоятельного порообразователя, так и в жидкой гранулированной смеси с карбамидом. А также в качестве оксидной основы может быть использован отход производства НТЦ «Бакор» в виде порошка.

Степень внедрения: НОЦ Н.М.Кижнера.

Область применения: технология керамических материалов.

Оглавление

Введение	11
1 Литературный обзор	12
1.1. Пористые керамические материалы	10
1.2. Материалы системы $Al_2O_3-ZrO_2$	14
1.3. Порообразователи и методы, применяемые для создания проницаемопористой керамики.....	15
1.4. Альгинат	17
2 Методы исследования конечного продукта и особенности свойств используемого сырья	19
2.1 Методы исследования	19
2.1.1 Определение вязкости.....	19
2.1.2 Определение водопоглощения	19
2.1.3 Определение открытой пористости	21
2.1.4 Определение проницаемой пористости	21
2.1.5 Определение огневой усадки	23
2.2 Особенности свойств используемого сырья	23
3 Экспериментальная часть	24
3.1 Подготовка порообразователя.....	24
3.3 Получение тонкопористой керамики.....	26
3.3 Исследование свойств полученных образцов.....	27
3.3.5 Определение вязкости.....	28
3.3.2 Определение водопоглощения	30
3.3.3 Определение открытой пористости	31
3.3.4 Определение проницаемой пористости	32
3.3.5 Определение огневой усадки	33
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	34
4.1 Потребители	34
4.2 Анализ конкурентных технических `решений	34

4.3 SWOT-анализ	35
4.4 Планирование научно – исследовательской работы	37
4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	37
4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	37
4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования	38
4.5 Расчет бюджета	42
4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	42
4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ.....	43
4.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы	45
4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	46
4.5.5 Накладные расходы	47
4.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	47
4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	48
5 Социальная ответственность	52
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	52
5.2 Производственная безопасность	53
5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов	53
5.2.2 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	54
5.2.3 недостаточная освещенность;	54
5.2.4 движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;.....	56
5.2.5 Чрезмерно высокая температура материальных объектов среды, способных вызвать ожоги тканей организма человека	56
5.3 Экологическая безопасность	57
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	57
Выводы по разделу	59

Вывод.....	60
Список публикаций студента	62
Список литературы	63

Введение

Актуальность получения тонкопористых керамических материалов связана с возможностью получения на их основе высококачественных материалов.

Вследствие добавления в шихту различных выгорающих добавок структура спеченного образца становится более пористой, а вследствие этого материал становится проницаемым для жидкостей и газов различной природы.

Использование в технологии керамических материалов веществ с высокопористой структурой, полученных с помощью метода выгорающих добавок, позволит использовать данную разработку в качестве фильтрующей керамики для жидких и газообразных сред, а также позволит использовать данную керамику в имплантологии.

Цель работы: Получение тонкопористого керамического материала с использованием в качестве порообразователя альгината натрия и кристаллического карбамида.

Задачи исследования: 1) установление возможности использования органической добавки альгинат натрия как самостоятельного порообразователя, так и в жидкой гранулированной смеси с карбамидом для получения тонкопористой фильтрующей керамики; 2) определение свойств проницаемой технической керамики с добавлением в шихту перекристаллизованного карбамида и наноразмерного оксидного компонента.

1 Литературный обзор

1.1. Пористые керамические материалы

Керамика известна человеку с древнейших времен и занимает одно из первых мест в декоративно– прикладном искусстве. В нынешних музеях можно увидеть любые изделия мастеров керамического искусства начиная от простых сосудов, вылепленных вручную и обожженных на костре, до изделий, изготовленных по современным технологиям; от грубого кирпича до тонкого прозрачного фарфора .

Происхождение термина керамика напрямую связано с основным сырьем для изготовления керамических изделий, так глина в переводе на греческий означает «керамос».

В древности керамические изделия являлись необходимостью для бытовых нужд, но с развитием цивилизации совершенствовалась качество черепка, увеличивалось разнообразие формы гончарных изделий, становилось богаче оформление наружной поверхности, что привело керамические изделия в объект художественного творчества.

Керамические материалы изготавливают на основе трехкомпонентных традиционных сырьевых масс, включающих пластичное сырье, отошающие материалы, плавни, а также порообразователи. В качестве пластичного сырья используют каолины и низкоспекающиеся глины. В качестве отошающих в тонкокерамические массы вводят жильный кварц, чистые кварцевые пески или тонкомолотый бой неглазурованных изделий. Плавнями выступают полевые шпаты, пегматиты, сиениты, а также материалы, содержащие щелочноземельные элементы (мел, доломит). В качестве порообразователей чаще всего используют вещества, выделяющие газообразные продукты в результате термического разложения: аммониевые соли минеральных и карбоновых к– т, гидрокарбонаты и карбонаты щелочных и щелочно–земельных металлов, выделяющие NH_3 и (или) CO_2 при нагревании до 100°C , например, $\text{NH}_2\text{COONH}_4$, NaHCO_3 , Na_2CO_3 , смесь $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ с $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$; смеси веществ, выделяющие газообразные продукты в результате

хим. взаимодействия компонентов; смеси металлов II и III гр. периодической системы с карбоновыми или минеральными кислотами (например, стеариновой, олеиновой, абиетиновой, соляной, серной, ортофосфорной) и пр.

Керамические изделия могут быть (например, хозяйственный и санитарно– строительный фаянс, гончарная посуда) по условиям использования не проницаемы, для этого их покрывают слоем глазури.

Другим же керамическим изделиям (огнеупоры, капсулы для обжига фарфора) проницаемость является желательным свойством. А также кроме названных керамических изделий существует такая группа пористых материалов, для которых основным свойством, определяющим возможность их применения, является проницаемость. Это керамика, фильтрующая жидкости и газы, так называемая проницаемая.

Фильтры являются основным видом проницаемых керамических пористых изделий. Изготовление этого вида изделий было положено начало производству проницаемой керамики.

Область применения фильтров настолько разнообразна, что делает невозможным дать перечень всех типов. К фильтрам обычно предъявляются некоторые общие требования, в частности, достаточно большая степень проницаемости (производительности) при возможности меньшем размере пор и высокой механической прочности материала. В зависимости от назначения фильтров техническими условиями часто предусматриваются и специальные требования, например, сопротивляемость агрессивному воздействию среды.

По выбранным факторам названы виды фильтров [7, с.140]:

- бактериальные фильтры (для удаления микробов из жидкостей);
- фильтры для механической очистки газов и жидкостей;
- диафрагмы для электролиза водных растворов (жесткие и мягкие);
- пористая керамика для аэрирования порошкообразных материалов и диспергирования газов в жидкую среду.

Технические требования, предъявляемые к изделиям из пористой керамики, зависят от назначения и условия их эксплуатации. Соответственно этим требованиям и на основе рассмотренного влияния различных технологических факторов на свойства материалов выбирают рецептуру массы, способы изготовления и режимы производственных процессов.

А также у фильтрующих элементов из пористой проницаемой керамики есть ряд преимуществ. Например, в отличие от фильтрующих элементов, изготовленных из металлов и пластмасс керамические изделия способны выдерживать высокие температуры, имеют хорошую износостойчивость и прекрасную устойчивость к коррозии (в особенности к кислотам).

1.2. Материалы системы $Al_2O_3-ZrO_2$

Композиционные материалы на основе металлических матриц чаще не обладают необходимой прочностью и имеют высокую удельную плотность, а композиционные материалы на основе матриц из стекла и полимеров легко размягчаются и теряют свои высокие механические свойства при воздействии высоких температур. Это говорит о том, что композиты на основе керамических матриц, являются более перспективными и экономичными материалами. Так как такие композиты обладают способностью стабильно работать при высоких температурах и имеют химическую инерцию, низкую плотность, высокие механические характеристики, а также широкую сырьевую базу для их изготовления.

На сегодняшний день самым распространённым керамическим материалом являются композиты из оксида алюминия (Al_2O_3), благодаря отличным соотношением высоких эксплуатационных свойств и низкой стоимостью [8]. Благодаря сочетанию высоких показателей механических характеристик, электрофизических свойств, высокой температуры плавления и химической стойкости материалы на основе Al_2O_3 широко используются в технологии и промышленности.

Однако недостатком алюмооксидной керамики является низкая вязкость разрушения. Один из способов решения данной проблемы — введение в структуру добавки (ZrO_2), которая оказывает положительное влияние на прочностные характеристики материалов, механические свойства композитов.

Керамические материалы на основе системы диоксид циркония (ZrO_2)–оксид алюминия (Al_2O_3) обладают уникальными свойствами: высокой прочностью при изгибе и трещиностойкостью (ZrO_2) в сочетании с химической инертностью и твердостью (Al_2O_3), что делает их широко востребованными в качестве конструкционной и функциональной керамики [6]. Такие материалы применяются в различных областях техники: в ответственных узлах в машиностроении, в авиакосмической отрасли, для медицинских инструментов и имплантатов [2–4].

1.3. Порообразователи и методы, применяемые для создания пористо-пористой керамики.

Создание необходимой поровой структуры материала крайней необходимо для получения пористой керамики, соответствующей именно ее условиям применения. Например, для применения в качестве носителей катализаторов керамика должна обладать высокой проницаемостью к жидкостям и большой удельной поверхностью.

Для фильтрования различных сред наиболее результативными являются пористые керамические материалы, в которых существуют поры с узким распределением по размерам и мало извилистые каналы.

В мире современных технологий можно найти большое количество методов получения пористой керамики. Но их все можно свести к нескольким основным способам [7]: подбор зерновых составов наполнителя и керамической связки; получение материалов из волокон; использование золь–гель методов; вовлечение в суспензию или расплав воздуха и закрепление образовавшихся пузырьков (пенометоды); добавление в формовочную массу добавок, образующих поры после их удаления, например, выжиганием, растворением, возгонкой, испарением; создание в расплаве или суспензии

пузырьков газа благодаря разложению вводимых добавок или их образованию при химической реакции; добавление в исходную смесь специального пористого наполнителя природного или искусственно полученного; образование в процессе обжига новых фаз, приводящих к возрастанию пористости; термическая обработка формовочной массы или её компонентов для их вспучивания.

В рамках работы для пористой керамики был выбран метод выгорающих добавок.

Суть предложенного метода в получении пористой структуры керамики посредством использования в формовочной массе выгорающих добавок, на месте которых при обжиге возникают поры. Формовка заготовок может проходить по любому из известных принятых в технологии керамики методов формования. Такими являются методы: полусухого прессования, формование пластических масс, литьё из шликеров. В качестве выгорающих добавок вводимых в пресс– порошок могут быть различные горючие материалы в порошкообразном состоянии[6, 31].

Влияние выгорающих добавок не однозначно так как с ростом из концентрации в формовочной массе наблюдается сначала быстрое повышение пористости, затем слабеющее. Напротив, в массах с шамотным наполнителем пористость повышается значительно больше, чем без такого наполнителя. Зерновой состав выгорающих добавок также значительно влияет на пористость и структуру пор. Заметно влияние размера зёрен оказывает на газопроницаемость керамики и ее прочность, в то время как на величине открытой пористости сказываться незначительно. Увеличение размера частиц выгорающей добавки увеличивает проницаемость и размер пор, но уменьшает прочность керамики. Монофракционные порошки выгорающей добавки используют, когда необходимо получить поры одинаковых размеров. Регулирование свойств пористой керамики производят путем изменения количества и гранулометрического состава применяемых выгорающих добавок.

Пористая керамика, полученная методом выгорающих добавок, имеет высокую пористость и проницаемость, но низкую теплопроводность. А так же часто керамика, полученная данным методом, имеет невысокую прочность, но высокую стойкость к термоудару.

1.4. Альгинат

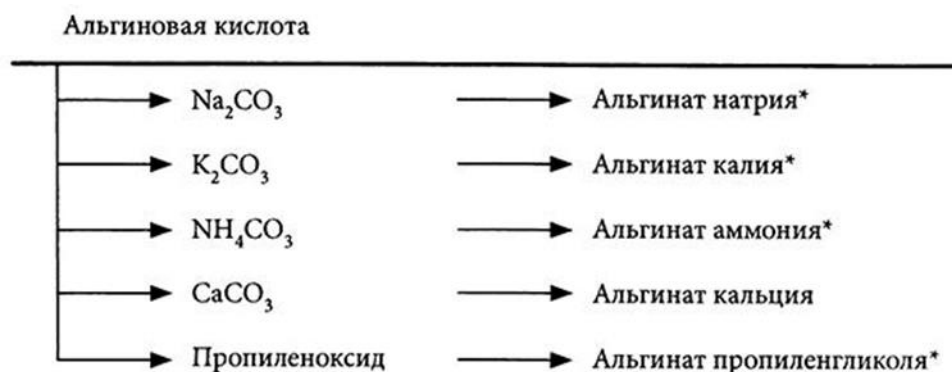
Альгинат натрия – полисахарид природного происхождения, по химическому строению он является солью альгиновой кислоты. В чистом виде натрия альгинат представляет желтовато– белый, иногда с сероватым оттенком, волокнистый порошок, гранулы или пластинки[10].

Альгинаты получают из бурых водорослей, широко распространенных в морях умеренных и приполярных широт. Он входит в состав клеточных стенок и межклеточного вещества бурых водорослей. Молекулы альгината придают растениям одновременно гибкость и прочность – свойства, необходимые для роста и существования в морских условиях. В более чем 60 лет промышленного применения альгинатов были предложены и реализованы различные методы их использования. В пищевых продуктах альгинат выполняет в основном функции наполнителя, стабилизатора и гелеобразователя.

Экстракция альгиновой кислоты из бурых водорослей протекает медленно. Эта нерастворимая в воде альгиновая кислота является промежуточным продуктом при производстве альгинатов. Она подвержена автокаталитическому кислотному гидролизу и поэтому нестабильна.

Для получения стабильных водорастворимых солей альгиновой кислоты (альгинатов) в систему вводят неорганические соли (рис. 4.2).

Альгинаты чаще всего производят в виде солей, причем в пищевых



* Водорастворимые соли

Рисунок 1.1 - Используемые в пищевых целях альгинаты, получаемые из альгиновой кислоты.

продуктах применяется преимущественно альгинат натрия, гидратирующийся в холодной и горячей воде с образованием вязких растворов.

Этот продукт переработки бурых водорослей обладает уникальным набором свойств – он растворим при низких температурах и на холоде образует неплавящиеся (температурно независимые) гели, выдерживающие циклы замораживания– размораживания.

Альгинаты уже давно используются человеком, причем как в пищевых, так и в непищевых целях. Альгиновая кислота, альгинаты натрия, калия, кальция, аммония и пропиленгликоля (ПГА) приведены в Food Chemicals Codex (США) и в соответствии с американскими нормативными актами по пищевым продуктам и лекарственным препаратам (IS Food and Drug Regulations (раздел CFR 21) имеют статус GRAS. В Европе указанным веществам присвоены E– индексы от E400 до E405. Эти пищевые добавки приведены и в перечне пищевых добавок Объединенного комитета экспертов по пищевым добавкам (JECFA) при FAO/ВОЗ.

2 Методы исследования конечного продукта и особенности свойств используемого сырья

2.1 Методы исследования

2.1.1 Определение вязкости

Метод состоит в определении продолжительности истечения (в секундах) определенного объема лакокрасочного материала через сопло заданного размера. За условную вязкость принимают продолжительность истечения 100 мл материала через сопло диаметром 2; 4 или 6 мм.

Вискозиметр представляет собой дюралевый или пластмассовый цилиндрический сосуд типа воронки, переходящий в полый конус вместимостью 100 ± 5 мл. Верхний край цилиндрической части воронки имеет желоб для слива избытка испытуемого лакокрасочного материала. Коническая часть воронки заканчивается соплом. Конструкция вискозиметра представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Вязкозиметр ВЗ– 246

Для определения вязкости используются вискозиметр, секундомер и сопла диаметром 2; 4 и 6 мм, [16]

2.1.2 Определение водопоглощения

Водопоглощение — это способность материала поглощать и удерживать воду в порах. Водонасыщение проводим в вакууме. Для насыщения вакуумированием сухие взвешенные образцы помещают в

вакуумную ячейку, присоединенную к вакуум– насосу. После откачки (остаточное давление 15 – 20 мм рт. ст.) воздуха ячейку соединяют с сосудом, содержащим воду или керосин. Под действием разрежения жидкость поступает в сосуд, насыщая поры образцов. Когда образцы покроются слоем жидкости, ее прекращают подавать, отключают вакуум– насос и ячейку соединяют с атмосферой [33]

На гидростатических весах трижды взвешивают образцы, насыщенные жидкостью, на воздухе и в погруженном состоянии.

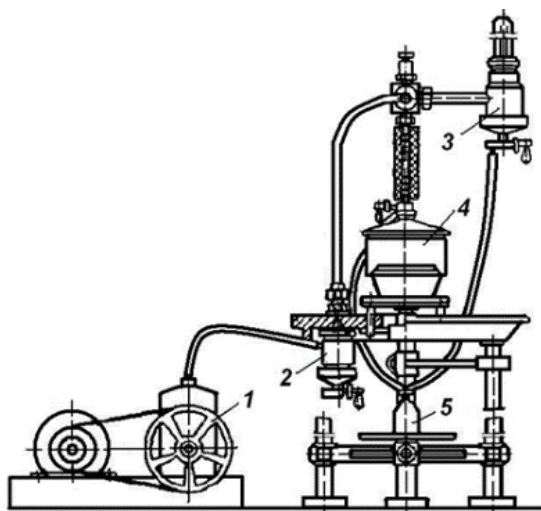


Рисунок 2.2 – Устройство для насыщения пор образцов жидкостью [33]:

- 1– масляный вакуум– насос; 2– сосуд– ловушка; 3– вакуумметр;
4– вакуумная ячейка для образцов; 5– сосуд для воды или керосина

Формула (2.1) для определения водопоглощения [33]:

$$B = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad (2.1)$$

где m – масса сухого образца при взвешивании на воздухе, г;

m_1 и – масса образца, насыщенного жидкостью, при взвешивании соответственно на воздухе и в жидкости, г;

При использовании для насыщения образцов керосина необходимо предварительно определить его плотность с точностью до 0,001 г/см³. При определении пористости и плотности малых спекшихся образцов для

повышения точности результатов образцы рекомендуют взвешивать на аналитических весах.

Величину водопоглощения и открытой пористости подсчитывают с точностью до 0,1 %, величину кажущейся плотности – с точностью до 0,001 г/см³.

2.1.3 Определение открытой пористости

Открытая или кажущаяся пористость – это отношение объема всех открытых пор тела ко всему его объему, включая объем всех пор, выражают в процентах [33].

$$\rho = \frac{m \cdot \gamma_{ж}}{m_1 - m_2}, \quad (2.2)$$

где m – масса сухого образца при взвешивании на воздухе, г;

m_1 и m_2 – масса образца, насыщенного жидкостью, при взвешивании соответственно на воздухе и в жидкости, г;

$\gamma_{ж}$ – плотность использованной жидкости, г/см³.

Образцы, насыщенные жидкостью, на воздухе и в погруженном состоянии, взвешивают на гидростатических весах (рис. 2.2) фирмы Sartorius MS, Германия [34].

При взвешивании образца в погруженном состоянии, его помещают на легкую сетчатую подставку. Для взвешивания на воздухе образец, насыщенный жидкостью, предварительно промачивают влажным отжатым полотенцем удаляют с его поверхности избыток жидкости.

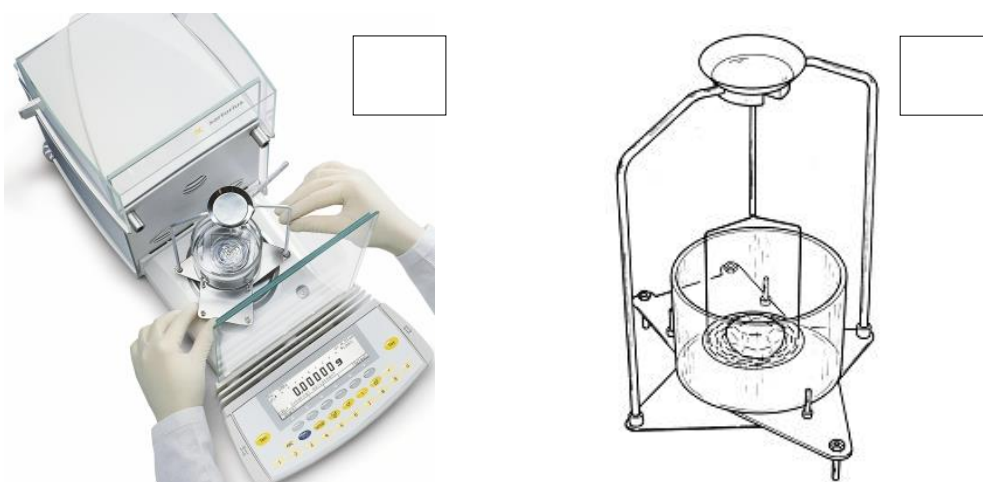


Рисунок 2.3 – Гидростатические весы для определения водопоглощения, кажущейся плотности и открытой пористости: А – общий вид весов, Б – набор для определения плотности (1– специальная чаша и подвес; 2– испытуемый образец)

После каждых 10– 15 таких операций ткань повторно отжимают. Взвешенные образцы снова помещают в жидкость и хранят в ней до завершения всех расчетов [33].

2.1.4 Определение проницаемой пористости

Для измерения проницаемой пористости спеченных образцов была разработана специальная методика. Объем проникающих пор устанавливался путем замера массы воды, поглощенной сухим образцом при контакте с мокрой поверхностью снизу.

На аналитических весах взвешивался сухой образец. В качестве проникающей жидкости использовалась предварительно подкрашенная дистиллированная вода. Вода подкрашивалась с помощью раствора синтетического анилинового красителя – бриллиантовый зеленый до получения яркого насыщенного цвета. В прозрачную стеклянную чашу помещался сухой пористый образец. Подкрашенная вода подводилась через тонкую трубочку к основанию образца таким образом, чтобы только нижняя поверхность образца смачивалась водой. При насыщении образцов на сухой (верхней) поверхности появлялась пленка подкрашенной воды. После удаления избыточной поверхностной влаги с помощью гибкой непористой

силиконовой пластинки образец взвешивался на аналитических весах.

Проницаемую пористость определяли из соотношения:

$$P_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{нас.}} - M_{\text{сух.}}}{V_{\text{обр}} \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}}} 100 [\%], \quad (2.3)$$

2.1.5 Определение огневой усадки

При сушке изделий на основе керамики, в состав которой входит технологическая связка, происходит уменьшение объема исследуемого образца, полученного методом полусухого прессования. Такой процесс называется воздушной усадкой. В процессе сушки изменение размеров изделий происходит в результате сближения частиц под действием сил капиллярного и осмотического давления, а также межмолекулярного притяжения, развивающихся по мере испарения расположенных между ними водных прослоек. Так же немало важную роль в усадке играет уменьшение собственного объема частиц [33].

По линейным измеренным размерам образца после сушки определяют воздушную линейную усадку.

$$\Delta L = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100, \quad (2.5)$$

где l_0 – диаметр сформированного образца, мм

l_1 – диаметр высушенного образца, мм

Огневая усадка – изменение линейных размеров образца при обжиге, выраженное в процентах:

$$\Delta L = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \cdot 100, \quad (2.6)$$

где l_1 – диаметр высушенного образца, мм;

l_2 – диаметр образца после обжига, мм.

Определения проводят не менее чем на трех образцах, вычисляют как среднеарифметическое.

2.2 Особенности свойств используемого сырья

Пористая керамика – обширный класс материалов, обладающих широким диапазоном приложений, среди прочего, в медицине, в химической и

пищевой промышленности [1–6]. Использование смешанного оксидного соединения для изготовления керамики – очень многообещающий способ получения материала, который имеет комбинированные физические и химические свойства исходных оксидов. Это позволяет приготовить материал с большим сроком службы (> 20 лет).

В работе в качестве основы для получения керамики с тонкими проницаемыми порами использовались микронные порошки оксида алюминия (Al_2O_3) и циркония (ZrO_2) в пропорции 70:30, с добавкой нанопорошка оксида циркония с целью упрочнения керамики. Такое соотношение порошков было выбрано, так как в данной пропорции максимально проявляются полезные свойства, такие как упрочнение, трещиностойкость и термостойкость.

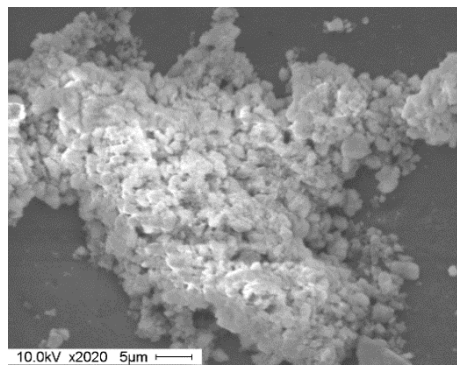
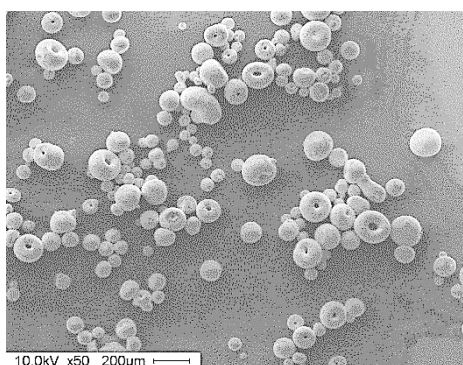


Рисунок 2.4 - Микрофото порошковой смеси $70\%\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}30\%\text{ZrO}_2$ после обезвоживания шликера в башенном распылительном сушиле

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Загрязнение окружающей среды является одной из глобальных проблем планеты. Рост населения планеты и ухудшение экологической обстановки значительно увеличивают спрос на воду пригодную для употребления человеком. В связи с этим существует срочная необходимость в разработке безопасных и экономически оправданных устройств очистки воды для решения питьевой проблемы.

4.1 Потребители

Непосредственным потребителем можно считать почти каждого человека на планете, в связи с и без того тяжелой и продолжающей ухудшаться экологической ситуацией.

Поэтому у фильтров имеет несколько видов области применения таких как:

1. Очистка сточных вод
2. Нефтеперерабатывающая промышленность
3. Бытовое применение

В отличие от уже существующих на рынке полимерных и угольных фильтров, нашедших свое применение лишь в двух областях, керамические фильтрующие элементы возможно использовать для очистки в каждой из предложенных.

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты приведенной в таблице 4.3.

Из наиболее влияющими предприятиями-конкурентами в области производства фильтрующей керамики являются российский НТЦ «БАКОР» и компания Фильтр-Керам.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Время производства	0,08	3	5	3	4	5	4
2. Прочность на сжатие	0,1	5	4	4	5	4	4
3. Водопоглощение	0,06	5	5	5	5	4	4
4. Открытая пористость	0,06	5	5	5	4	4	4
5. Проницаемая пористость	0,1	5	4	5	3	5	3
6. Экологичность	0,05	5	3	4	5	3	4
7. Простота производства	0,08	5	4	4	4	4	4
8. Простота эксплуатации	0,04	5	5	5	5	4	5
9. Безопасность производства	0,05	5	5	5	5	5	5
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
10. Конкурентоспособность продукта	0,09	4	4	4	4	4	4
11. Уровень проникновения на рынок	0,06	4	5	3	5	4	5
12. Цена	0,08	4	4	5	4	4	4
13. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	4	3	3	5	3	5
14. Срок выхода на рынок	0,05	4	5	5	5	5	5
15. Наличие сертификации разработки	0,06	4	4	4	4	4	4
Итого	1	67	65	64	67	62	64

Исходя из оценочной карты сравнения конкурентных технических и экономических решений, данная разработка превосходит, по суммарной оценке, технических и экономических показателей, своих конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad ($$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

4.3 SWOT-анализ

SWOT – (Strengths – сильные стороны, Weaknesses – слабые стороны, Opportunities – возможности и Threats – угрозы) – является комплексным анализом научно-исследовательского проекта. Данный анализ используется для

исследования внешней и внутренней среды, установления сильных и слабых сторон проекта.

Для проведения анализа составляется матрица. Результаты приведены ниже в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Недорогой фильтрующий материал. С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями С3. Наличие финансирования	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Не все образцы прошли испытания Сл2. Энергоемкое производство Сл3. Время производства
Возможности: В1. Повышение стоимости конкурентных разработок В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Безотходное производство	1. Разработка новой технологии с лучшими показателями. 2. Снижение как расхода сырьевого материала, так и стоимости затрат на них, отправляя на вторичную переработку бракованных образцов.	1. Увеличение объема производства фильтрующей керамики. 2. Создание новых составов для дальнейшего производства.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования	1. Сертификация товара 2. Совершенствование метода получения продукта производства.	1. Совершенствование технологии в соответствии с конкурентными преимуществами. 2. Снижение времени производства посредством повышения квалификации кадров и привлечения специалистов в сфере менеджмента. 3. Замена поставщика сырья и специалистов по обслуживанию оборудования.

По полученной таблице можно сделать следующие выводы: возможности совместно с сильными сторонами благоприятствуют развитию рынка и спроса на производимый товар, ввиду увеличения качества продукции; возможные угрозы при производстве, такие как отсутствие спроса и развитая конкуренция, могут сильно ослабить позиции данной разработки на рынке, но совместно с сильными сторонами оно создает спрос на новую продукцию и совершенствование технологии производства.

4.4 Планирование научно – исследовательской работы

4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

В ходе научной работы образуется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты. Для каждого работника имеется своя должность и у каждого запланирована своя работа.

Распределение работников по виду работ, соответствует свой порядок этапа работы, приведенный в таблице 4.

Таблица 4.3 – Порядок этапов работы и распределение исполнителей

Основные этапы	№раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Выбор направления исследования	Руководитель, инженер
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер Студент
	6	Проведение экспериментов	Инженер Студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка полученных результатов	Руководитель, инженер
	9	Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, инженер
Изготовление и испытание опытного образца	10	Получение опытных образцов	Инженер, руководитель
	11	Лабораторные испытания опытных образцов	Инженер, руководитель
Оформление комплекта документации по ВКР	12	Составление пояснительной записки	Инженер

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость работ определяется, как сумма трудоемкости этапов и видов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях. Носит

вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов, поэтому ожидаемое время выполнения работ $t_{ож}$ рассчитывается по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + t_{max}}{5}; \quad (4.2.1)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость выполнения отдельных видов работ, человеко-дни;

t_{min} – минимально возможная трудоемкость выполнения отдельных видов работ, дни;

t_{max} – максимально возможная трудоемкость выполнения отдельных видов работ, дни.

Продолжительность любой работы в рабочих днях T_p определяется из ожидаемой трудоёмкости работ, так же учитывается параллельность выполнения работ некоторыми исполнителями:

$$T_э = \frac{t_{ож}}{N \cdot P} \cdot K_д; \quad (4.2.2)$$

где $T_э$ – продолжительность работы в рабочих днях;

$t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы;

N – количество исполнителей; ($N = 2$)

P – число смен; ($P = 1$)

$K_д$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время для консультаций и т. п. ($K_д = 1.2 \div 1.25$).

4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Исходя из этого можно сделать вывод, что более удобным будет построение ленточного графика в форме диаграммы Ганта.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k; \quad (4.3.1)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{выз}} - T_{\text{пр}}} \quad (4.3.2)$$

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

$T_{\text{выз}}$ – количество выходных дней в году;

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

Для удобства построения линейного графика выполнения работ, длительность этапов в рабочих днях переведем в календарные дни:

$$K = \frac{P_{\text{год}}}{P_{\text{раб}}}, \quad (4.3.3)$$

где K – поправочный коэффициент;

$P_{\text{год}}$ – количество дней в году ($P_{\text{год}} = 365$);

$P_{\text{раб}}$ – количество рабочих дней ($P_{\text{раб}} = 251$).

$$T_k = T_{\text{э}} \cdot K; \quad (4.3.4)$$

где T_k – продолжительность работы в календарных днях;

$T_{\text{э}}$ – продолжительность работы в рабочих днях;

K – поправочный коэффициент.

Таблица 4.4 – временные показатели проведения научного исследования

Название работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Т _р , раб.дн.	Т _р , кал.дн.
	t _{min} , чел- дн.	t _{max} , чел- дн.	t _{ож} , чел- дн.			
Составление технологического задания	1	4	2,2	Руков	0,5	1
Подбор и изучение материалов	20	30	24	Инженер	24	36
Выбор направления исследований	4	8	5,6	Руков. Инженер	0,8	1

Календарное планирование работ по теме	3	6	4,2	Руков. Инженер	1,2	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	6	12	8,4	Инженер	8,4	13
Проведение экспериментов	28	35	30,8	Инженер	30,8	46
Сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	4	6	4,8	Руков. Инженер	1,8	3
Оценка полученных результатов	3	5	2,4	Руков. Инженер	0,7	1
Составление пояснительной ой записки	10	15	12	Инженер	12	18

Таблица 4.5 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работы	Исполнители	T_{ki} , дней	Продолжительность выполнения работ												
			Февр		Март			Апрель			Май				
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Составление технического задания	Руководитель	1	▨												
Подбор и изучение материалов	Инженер	36	■	■											
Выбор направления исследований	Руководитель Инженер	1			▨										
Календарное планирование работ по теме	Руководитель Инженер	2			▨	■									
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	13				■	■								
Проведение экспериментов	Инженер	46						■	■	■	■	■	■	■	■
Сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	Руководитель Инженер	3											▨	■	
Оценка полученных результатов	Руководитель Инженер	1											▨	■	
Составление отчета по НИР	Инженер	18												■	■

Руководитель

Студент



4.5 Расчет бюджета

4.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

1. материальные затраты НТИ;
2. основная заработная плата исполнителей темы;
3. дополнительная заработная плата исполнителей темы;
4. отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
5. накладные расходы.

Для выполнения данной ВКР требуются материальные затраты на:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции, или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i}, \quad (4)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты данного НТИ представлены в таблице 4.4.4.

Таблица 4.6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена на ед., руб	Затраты на материалы Z_m , руб
Карбамид	кг	0,6	22	13,2
Парафин	кг	0,07	110	7,7
Оксид циркония	кг	0,2	6000	1200
Нанопорошок оксида циркония	кг	0,01	9000	90
Нанопорошок оксида алюминия	кг	0,01	8600	86
Олеиновая кислота	л	0,005	130	0,65
Альгинат натрия	кг	0,5	85	20
Итого:				1417,55

4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудование учитываем только рабочие дни по данной теме. Амортизацию оборудования рассчитываем:

$$A = \frac{C_n \cdot H_a}{\text{кол. раб. дн. в год} \cdot 100} \cdot T_p \quad ($$

где C_n – первоначальная стоимость оборудования, руб;

H_a – норма амортизации, %;

Число проработанных месяцев n берем из расчета того, что на НТИ инженером было затрачено 1248 ч = 1,73 месяца.

Таблица 4.7 – Затраты на специальное оборудование для проведения исследовательской работы

Наименование оборудования	С _п , руб
Весы аналитические Веста В153	15000
Пресс гидравлический	15000
Печь камерная	70000
Плитка электрическая одноконфорочная	1500
Вакуумная установка ВУ-976А	57 645
Пресс малогабаритный ПМ-МГ4	280000
Итого:	

Таблица 4.8– Расчет амортизации оборудования

Наименование оборудования	С _п , руб	Н _а , %	Т _р , дн.	А, руб
Пресс малогабаритный ПМ-МГ4	280000	4	120	3682,2
Итого:				3682,2

Затраты на электроэнергию (таблица 3.5.9) учитываются только на технологические цели, так как затраты на освещение и другие цели связаны с общеустановленными расходами.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$З_э = N \cdot T \cdot C$$

где N – потребляемая мощность установки, кВт;

T – время работы оборудования, ч;

C – стоимость 1кВт·час электроэнергии (5,8 руб.)

Таблица 4.9 – Расчет затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	N, кВт/ч	T, ч	Затраты, руб.
Весы аналитические Веста В153	0,40	24	56
Пресс гидравлический	3,50	14	284,2
Печь камерная	3,00	72	1252,8
Плитка электрическая одноконфорочная	1,00	10	105,8
Вакуумная установка ВУ-976А	3,50	12	243,6
Пресс малогабаритный ПМ-МГ4	3,50	14	284,2
Итого			2226,6

4.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Включается основная и дополнительная заработная плата. Туда также входят премия, которая выплачивается ежемесячно из фонда заработной платы в размере от двадцати до тридцати процентов от тарифа или оклада:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (5.3.1)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12 – 20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ руководителя от предприятия рассчитывается:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (5.3.2)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно – техническим работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (5.3.3)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн.

Месячный оклад работника рассчитывается по формуле 5.3.4:

$$Z_m = Z_{\text{ок}} \cdot k_p \quad (5.3.4)$$

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

k_p – районный коэффициент (для Томска – 1,3).

В таблице приведен баланс рабочего времени каждого работника НТИ

Таблица 4.10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное количество дней	365	365
Количество нерабочих дней выходные дни:	64	111
праздничные дни:	8	8

Потери рабочего времени отпуск:	48	24
невыходы по болезни:	0	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	268

Расчет основной заработной платы приведен в таблице

Таблица 4.11– Расчет основной заработной платы

Категория	$Z_{ок}$, - руб.	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664	43763,2	1732,6	5	8663,3
Инженер	9489	12335,7	337,4	80	30194,8

Общая заработная исполнителей работы представлена в таблице 4.4.6.3.

Таблица 4.12– Общая заработная плата исполнителей

Исполнитель	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	$Z_{зп}$, руб.
Руководитель	8663,3	1299,5	9962,8
Инженер	30194,8	4529,2	34724

4.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье отражаются отчисления по установленным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования. Величина отчислений определяется по формуле .

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (5.4)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды.

(пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Общая ставка взносов составляет – 30 % (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.13

Таблица 4.13 –Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	8663,3	1299,5
Инженер	30194,8	4529,2
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого:	13406,01	

4.5.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4), \quad (5.6)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов $k_{\text{нр}}$ допускается взять в размере 16%. Таким образом, накладные расходы на данные НТИ составят:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= 0,16 \cdot (1417,55 + 3682,2 + 2226,6 + 12110,1 + 9962,8 + 34724) = \\ &= 10276,52 \end{aligned}$$

4.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице

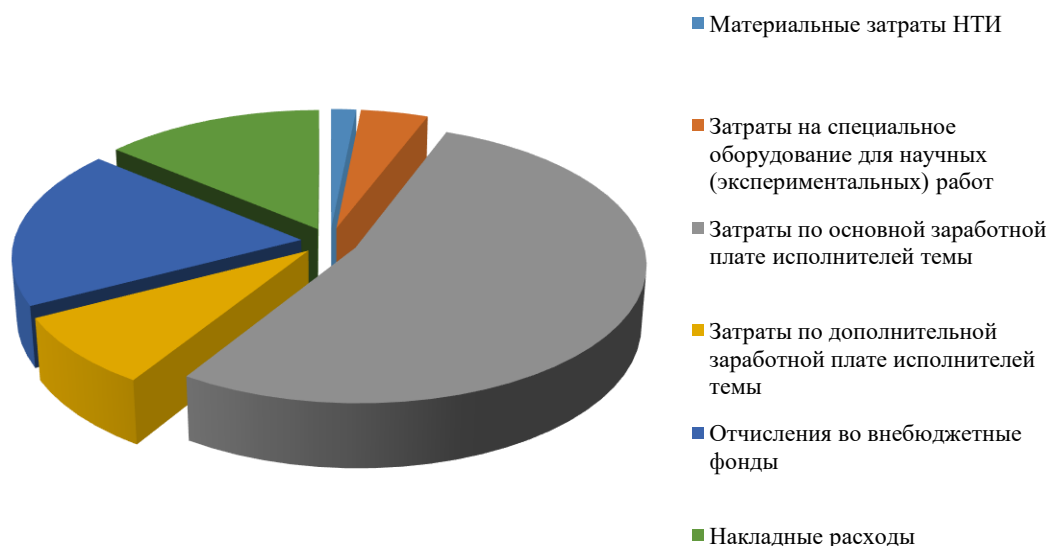
Таблица 4.14– Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	
		Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты НТИ	1417,55	
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	3682,2	

Продолжение Таблица 4.14

3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	8663,3	30194,8
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	1299,5	4529,2
5	Отчисления во внебюджетные фонды	13406,01	
6	Накладные расходы	10276,52	
7	Бюджет затрат НИИ	73469,08	

Круговая диаграмма на рисунке отражает все основные затраты на проведение научно технического исследования.



Как видно из диаграммы, основным пунктом затрат НИИ являются затраты по основной заработной плате исполнителей.

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где I – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость *i*-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_1 = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{72133,17}{98760} = 0,73$$

$$I_2 = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{58445,20}{98760} = 0,59$$

$$I_3 = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{98760}{98760} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum (a_i \cdot b_i),$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для *i*-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент *i*-го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка *i*-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов объекта представлена в таблице 4.15

Таблица 4.15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Критерий	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Тек ущий проект	И	И
				сп. 2	сп. 3
1. Время производства		0,06	5	3	3

2. Прочность на сжатие	0,3	5	3	5
3.Водопоглощение	0,07	5	4	5
4. Открытая пористость	0,07	4	4	5
5. Проницаемая пористость	0,25	5	4	4
6.Конкуренетоспособность продукта	0,05	4	4	4
7. Цена	0,15	5	5	5
8.Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	3	4
Итого:	1	4,62	3	4
		5	,75	,375

Рассчитанная сравнительная ресурсоэффективность разработки представлена в таблице 4.5.2

$$I_{p-исп1} = (0,06 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,07 \cdot 5 + 0,07 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4) = 4,83$$

$$I_{p-исп2} = (0,06 \cdot 3 + 0,3 \cdot 3 + 0,07 \cdot 4 + 0,07 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4) = 3,79$$

$$I_{p-исп3} = (0,06 \cdot 3 + 0,3 \cdot 5 + 0,07 \cdot 5 + 0,07 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4) = 4,53$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = I_{p-исп.i} / I_i$$

Таблица 4.16– Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,73	0,59	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,625	3,75	4,375

3	Интегральный показатель эффективности	6,34	6,35	4,375
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,37	1,69	1

Из расчетов выявлено, что текущий проект по интегральному показателю ресурсоэффективности вариантов является выгодным и превосходит аналоги. Так как данный проект является только научной разработкой и началом исследования, то интегральный финансовый показатель разработки рассчитать не представляется возможным.

В целом, данный проект является перспективным с точки зрения ресурсопотребления, так как в отличие от аналогов в проекте предусмотрены меньшие затраты на себестоимость будущей продукции за счет использования местных недорогих сырьевых материалов и возможное достижение требуемых характеристик.

В результате работы над разделом "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение" определена перспективность научно-исследовательского проекта, определен его коммерческий инновационный потенциал. Также проведен предпроектный анализ и планирование проекта. Рассчитана себестоимость реализации данной научно-исследовательской работы.