

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

Институт Физики Высоких Технологий  
 Направление подготовки – Химическая технология  
 Кафедра технологии силикатов и наноматериалов

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Изучение технологических приемов декорирования лицевой поверхности керамического кирпича</b>

УДК 666.71.04

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г21	Айткожина Камилла Балдыргановна		24.05.16

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Абакумов Александр Евгеньевич			07.06.16

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Верховская Марина Витальевна	К. Э. Н.		25.05.2016г.

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Юлия Владимировна	К. Т. Н.		28.05.2016

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТСН	Погребенков Валерий Матвеевич	Д. Т. Н.		08.06.16

Томск – 2016 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ  
ПО ООП 18.03.01 (240100) ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять базовые и специальные, математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,19,20), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области современных химических технологий для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК-7,11,17,18, ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	Требования ФГОС (ПК-1,5,8,9, ОК-2,3), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии	Требования ФГОС (ПК-11,26,27,28), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных химических технологий	Требования ФГОС (ПК-4,21,22,23,24,25, ОК-4,6), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на химико-технологическом производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6,10,12,13,14,15, 16 ОК-6,13,15), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P7	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5,9,10,11), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,7,8,12), Критерий 5 АИОР (2.6)
P9	<i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14), Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

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

Институт ИФВТ  
 Направление подготовки (специальность) Химическая технология  
 Кафедра ТСН

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
4Г21	Айткожина Камилла Балдыргановна

Тема работы:

Изучение технологических приемов декорирования лицевой поверхности керамического кирпича

Утверждена приказом директора (дата, номер) 22.03.2016 г., 2267/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: 8.06.2016 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объект исследования – глина Корниловского и Воронинского месторождения. Цель работы – изучение технологических приемов декорирования лицевой поверхности керамического кирпича. Используемые материалы – глина Корниловского и Воронинского месторождения.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Аналитический обзор литературы источников; 2. Постановка цели и задач исследования; 3. Выбор и описание методов исследования; 4. Анализ исходных данных;

	<p>5. Экспериментальные исследования получения керамического материала на основе глин Корниловского и Воронинского месторождения;</p> <p>6. Анализ полученных результатов и оценка дальнейших перспектив развития работы;</p>
--	---

Перечень графического материала

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Верховская Марина Витальевна
Социальная ответственность	Анищенко Юлия Владимировна

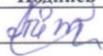
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:


Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	23.03.2016
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Абакумов Александр Евгеньевич	V		23.03.16

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г21	Айткожина Камилла Балдыргановна		23.03.2016

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

Институт Физики Высоких Технологий  
Направление подготовки (специальность) 18.03.01 «Химическая технология»  
Уровень образования Бакалавриат  
Кафедра Технологии Силикатов и Наноматериалов  
Период выполнения осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

<b>Бакалаврская работа</b>
----------------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2016
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
08.06.2016	Основная часть	70
25.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
28.05.2016	Социальная ответственность	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Абакумов Александр Евгеньевич			23.03.16.

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Погребенков Валерий Матвеевич	Д. Т. Н.		25.03.16.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 115 с., 8 рис., 27 табл., 50 источников, 2 прил.

Ключевые слова: керамический кирпич, объемное и поверхностное окрашивание, декорирование, редуционный обжиг, ангобирование, восстановительный обжиг. Объектом исследования является глинистые породы Корниловского и Воронинского месторождения.

Цель работы – изучение технологических приемов декорирования лицевой поверхности керамического кирпича

В процессе исследования проводились эксперименты по установлению оптимального состава и условий формования глинистого сырья.

В результате исследования изучена технология окрашивания керамического кирпича при различном соотношении смеси глин.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: наименьшая капиллярная влажность, гранулометрический состав, прочность на сжатие, спекаемость.

Область применения: строительство жилых и промышленных помещений.

По окончании исследования был проведен расчет затрат на исследование, а также произведена оценка социальной ответственности.

## Оглавление

<u>Введение</u> .....	10
<u>1. Обзор литературы</u> .....	12
<u>1.1 Особенности технологии лицевого декоративного керамического кирпича</u> .....	12
<u>1.2 Керамический кирпич и способы его объемного окрашивания</u> .....	13
<u>1.3 Способы поверхностного окрашивания и декорирования керамического лицевого кирпича</u> .....	17
<u>1.4 Воздействие восстановительной среды на цвет керамического черепка и процесс обжига</u> .....	21
<u>1.5 Особенности обжига в редуционной среде</u> .....	23
<u>2. Методы исследования и материалы</u> .....	26
<u>2.1 Рентгенофазовый анализ</u> .....	26
<u>2.2 Растровая электронная микроскопия</u> .....	27
<u>2.3 Гранулометрический анализ</u> .....	29
<u>2.4 Определение наименьшей капиллярной влажности</u> .....	32
<u>2.5 Определение прочности на сжатие</u> .....	34
<u>3. Экспериментальная часть</u> .....	35
<u>3.1 Описание партий исследуемого сырья</u> .....	35
<u>3.2 Результаты анализа проб по критерию НКВ</u> .....	37
<u>3.3 Результаты рентгенографического анализа</u> .....	40
<u>3.4 Результаты электронной микроскопии</u> .....	41
<u>3.5 Результаты огневой пробы по пригодности для керамического кирпича</u> .....	42
<u>3.6 Результаты термо-гравиметрического анализа</u> .....	44

<u>3.7</u>	<u>Спекаемость глинистого сырья</u>	48
<u>3.8</u>	<u>Экструзионное формирование лабораторных образцов</u>	50
<u>3.9</u>	<u>Выводы и рекомендации по использованию глинистых пород Корниловского месторождения</u>	51
<u>4.</u>	<u>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</u>	54
<u>4.1</u>	<u>Потенциальные потребители результатов исследования</u>	55
<u>4.2</u>	<u>Анализ конкурентных технических решений</u>	55
<u>4.3</u>	<u>Технология QuaD</u>	57
<u>4.4</u>	<u>SWOT – анализ</u>	58
<u>4.5</u>	<u>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</u>	60
<u>4.6</u>	<u>Структура работ в рамках научного исследования</u>	60
<u>4.7</u>	<u>Определение трудоемкости выполнения работ</u>	62
<u>4.8</u>	<u>Разработка графика проведения научного исследования</u>	63
<u>4.9</u>	<u>Бюджет научно-технического исследования (НТИ)</u>	68
<u>4.9.1</u>	<u>Материальные затраты</u>	68
<u>4.9.2</u>	<u>Расчет затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ</u>	68
<u>4.9.3</u>	<u>Основная заработная плата исполнителей темы</u>	70
<u>4.9.4</u>	<u>Расчет основной заработной платы</u>	71
<u>4.9.5</u>	<u>Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)</u>	72
<u>4.9.6</u>	<u>Накладные расходы</u>	72
<u>4.9.7</u>	<u>Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта</u>	73

<u>4.10 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</u> .....	74
<u>5. Социальная ответственность</u> .....	76
<u>5.1 Производственная безопасность</u> .....	77
<u>5.1.1 Анализ вредных факторов при разработке составов глин</u> .....	78
<u>5.1.1.1 Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны</u> .....	78
<u>5.1.1.2 Повышенная температура воздуха рабочей зоны</u> .....	79
<u>5.1.2 Анализ опасных факторов при разработке составов глин</u> .....	80
<u>5.1.2.1 Электрический ток</u> .....	80
<u>5.1.2.2 Движущиеся машины и механизмы</u> .....	81
<u>5.1.2.3 Повышенная температура оборудования и обрабатываемых материалов</u> .....	82
<u>5.2 Экологическая безопасность</u> .....	82
<u>5.2.1 Защита атмосферы</u> .....	82
<u>5.2.2 Защита гидросферы</u> .....	83
<u>5.2.3 Защита литосферы</u> .....	83
<u>5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях</u> .....	83
<u>5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</u> .....	84
<u>Заключение</u> .....	86
<u>Список использованной литературы</u> .....	87
<u>Приложение А</u> .....	92
<u>Приложение Б</u> .....	111

## Введение

На сегодняшний день керамический кирпич является в наибольшей степени экологичным и применяемым строительным материалом, как в промышленном, так и в жилищном строительстве, несмотря на избыточно большого количества современных искусственных материалов. На строительство зданий промышленного назначения приходится 21% использования кирпича, и 68% на жилищное строительство.

Отмечается прирост тенденции совмещения массового и индивидуального жилищного строительства, что объясняет повышенный спрос на лицевой облицовочный керамический кирпич различной цветовой гаммы от светлых тонов вплоть до черных оттенков.

Ввиду того, что современный рынок переполнен большим количеством стеновой керамики различного назначения, форм, и цвета, изделия темных тонов занимают особое место. В Европе предпочитают строительство домов из кирпича темной окраски, что придает сооружениям богатый и внушительный вид. В последнее время строительные компании России заимствуют европейские тенденции, как в строительстве, так и в предпочтении самих строительных материалов. В результате чего повысился интерес к изделиям темных тонов. Но, к сожалению, высокая стоимость изделий за счет применения в производстве дорогостоящих пигментов, которые повышают себестоимость готовых изделий, не позволяет дальнейшее ее использование при массовом строительстве.

Для получения кирпича от темного оттенка до черного не обязательно использовать дорогие красители, можно применить другую технологию производства, а именно редуционный обжиг, такой обжиг осуществляется в восстановительной среде, данная технология относится к поверхностному окрашиванию, которая дает возможность из высокожелезистых красножгущихся глин получать темный кирпич. Высокое качество такого кирпича можно обеспечить при применении современных

ресурсосберегающих технологий, которая повышает их конкурентоспособность. Таковой является технология производства облицовочного кирпича при использовании редуционного обжига, которая дает возможность производить кирпич задуманного цвета от химико-минералогического состава используемого сырья и от его качества.

Чтобы повысить конкурентоспособность, улучшить качество и снизить себестоимость продукции, необходимо внедрить на строящиеся и действующие заводы технологию редуционного обжига, что позволит избежать приобретения дорогостоящих красителей, и благодаря чему можно будет производить кирпич различных тонов, от темно-красного до черного цвета.

# 1 Обзор литературы

## 1.1 Особенности технологии лицевого декоративного керамического кирпича

В последнее время изготавливается огромное количество разнообразных современных строительных материалов, используемых для постройки жилых зданий и сооружений. К таковым относятся газосиликатные блоки, керамический и силикатный кирпич, и ячеистые блоки. К наиболее широко применяемым строительным материалам относится керамический кирпич [1-4]. Керамический кирпич наиболее востребован и является экологически чистым и безопасным строительным материалом. Кирпичи бывают как лицевыми, так и рядовыми. К преимуществам лицевого кирпича относится, что он не нуждается в дальнейшей декоративной обработке, но в плане декоративных и технико-эксплуатационных свойств к нему предъявляются более жесткие требования [5-7].

Аналитики СМ PRO представили статистику производства кирпича. Они констатируют, что в первом полугодии 2015 года производство кирпича в России уменьшилось на 2,6% по сравнению того же периода 2014 года и данные составили 5,4 миллиардов условных кирпичей. В первом полугодии 2015 года отгрузка кирпича в крупных и средних предприятиях упала на 10%, что составило 482 миллиона условных кирпичей. В июле 2015 года объем остатков на складах крупных и средних предприятий Российской Федерации составил 1,2 миллиарда условных кирпичей. Также аналитики СМ PRO отметили, что средняя цена на кирпич у производителей с начала года остается прежней. В СМ PRO подсчитали: « Что большими темпами идет снижение объемов отгрузки силикатного кирпича, чем керамического. У керамического кирпича поставки понизились на 9% только за первое полугодие 2015 года, а у силикатного падение произошло на 13% »[8].

В последние несколько лет, полихромии строящихся объектов и зданий как жилищного, так и промышленного масштаба уделяют особое внимание, особенно в больших городах. Это поспособствовало предъявлению новых высоких требований к внешнему виду керамического лицевого кирпича и, в соответствии, с эстетико-потребительскими свойствами, которые наравне с цветом и ее формой дает возможность изготовления различных цветовых решений в современном ландшафтном архитектурно-строительном дизайне [9-12]. Из глин с различным содержанием железа довольно трудно добиться нужной полихромии в строящихся сооружениях. В глинах с содержанием железа от светло-желтого до темно-красного, затруднительно добиться равномерной окраски керамического лицевого кирпича. Одна из труднорешаемых задач в технологии производства керамики, является использование легкоплавких глин с большим содержанием в ней железа, так как глинистое сырье в первую очередь отличается малой пластичностью, во вторых, большим содержанием песка и имеет сравнительно ограниченный интервал спекания. В данной сложившейся ситуации на рынке керамического лицевого кирпича определила высокую актуальность в разработке новых способов и технологий по производству керамического облицовочного кирпича с высоким качеством и заданными свойствами.

## **1.2 Керамический кирпич и способы его объемного окрашивания**

Существуют две основные группы декорирования керамического лицевого кирпича: поверхностные и объемные способы окрашивания [13, 14]. Введение в шихту различных оксидов металлов ( $MnO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Cr_2O_3$  и др.) и минеральные добавки (руды цветных и черных металлов, продукты их обогащения, карбонатные породы, отходы производства и др.), которые за счет равномерного разделения в черепке окрашивают изделия или при

формировании окрашенных кристаллических фаз, это и называют объемным окрашиванием [15]. Введение добавок, которые позволяют получать лицевой керамический кирпич разнообразной цветовой палитры, являются достаточно дорогими. Отличительным превосходством окрашенного кирпича является его долговечность в сравнении с двухслойным, глазурированным и ангобированным кирпичом. Наиболее активно ведутся научно-технические разработки с целью окрашивания различных керамических изделий с 70 годов прошлого века [16-18].

В качестве объемно-окрашивающей добавки на заводах в России и зарубежья используется марганцевая руда. Но, для получения темных тонов от темно-коричневого вплоть до черного количество марганцевой руды вводимой в шихту должно составлять не менее 30% по массе [19-22]. Есть и обратная сторона медали, марганцевая руда в таком количестве значительно увеличивает водопоглощение кирпича, уменьшает механическую прочность, а также повышает себестоимость продукта, что не позволяет постоянное использование производителям лицевого керамического кирпича.

В работах различных авторов [16,23], подробно описано получение керамического кирпича различной цветовой палитры путем добавления в легкоплавкие глины оксиды титана, марганца, хрома и других хромофорных добавок, однако присутствует сложная зависимость от химико-физических и технологических факторов приобретения стабильного цвета. Г.Л.Мойсова в своей статье [11], подробно показала, как зависит добавление хромофорных добавок на цвет полученного керамического изделия. Также автор подметил, что определенно присутствует зависимость получения устойчивого цвета от процентного содержания добавок в массе, а также при обжиге зависимость от состава газовой смеси. На основе результатов эксперимента автор удостоверил, что применение дорогостоящих красителей не позволяет полностью добиться однородности по цвету при равном содержании в массе пигмента, что является довольно серьезной задачей при выпуске целой

партии на предприятии, продукции одного и того же цвета. Кроме существующих проблем, керамические природные пигменты являются довольно дорогостоящими материалами, и окрашивание изделия во всем объеме сильно повышает его стоимость, что в первую очередь исключает вероятность организации в большом объеме производства способом объемного окрашивания цветных керамических лицевых изделий по экономическим соображениям.

Объемное осветление является вторым способом изготовления окрашенного керамического лицевого кирпича, которое в зависимости от минералогического и химического состава глин позволяет изготавливать кирпич различных цветов. Подробно изложены результаты экспериментов, в работах И.А. Альперовича с соавторами [24,25], которые показали, что в качестве хромофора применяют мел для объемного осветления черепка. Образование железосодержащих минералов в процессе обжига, связывающих оксиды железа, в том числе, меллита и двухкальциевого феррита ( $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), который представляет твердый раствор железистого окерманита ( $2\text{CaO}\cdot\text{FeO}\cdot 2\text{SiO}_2$ ) и геленита ( $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ) объясняется тем, что происходит осветление керамического черепка карбонатами. В работах А.П. Зубехина с соавторами [26], это мнение довольно противоречиво и не доказывается данными фотометрических исследований, где установлено, что происхождение железосодержащих соединений с высококонцентрированным содержанием оксида железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , т.к. четырехкальциевый алюмоферрит ( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), двухкальциевый феррит ( $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и другие, что в свою очередь никак не может осветлять цвет керамического черепка, что резко уменьшает коэффициент отражения с получением буро-коричневого цвета.

На сегодняшний день, к сожалению, отсутствуют научно засвидетельствованные положения о способе осветления керамических масс на основе красножгущегося легкоплавкого глинистого минерального сырья,

потому, эти вопросы до сих пор остаются открытыми и актуальными. Помимо всего, множество исследований показали, что введение большого количества мела понижает физико-механические признаки изделия. Существенное влияние на процесс осветления оказывают и множество других факторов. Установлено [27], что увеличение температуры обжига изделий, использование интенсифицирующих добавок и повышение их концентрации, а также стоит увеличить удельную поверхность карбонатных добавок, и усилить перемешивание глинистого сырья с добавками, все эти действия приведут к увеличению интенсивности осветления черепка на основе красножгущейся глины. Кроме того, большое значение выражает химический состав глинистого сырья: шихта с равным содержанием  $Fe_2O_3$ , но при разном содержании оксида кальция (от 8-20%) при одинаковой температуре обжига может получиться цвет кирпича от темно-коричневого до ослепительно белого. На несоответствие требований ГОСТа и ухудшению предела прочности влияет неравномерность окраски.

Добавка, придающая черепку светлый окрас, является  $TiO_2$ , в свою очередь он является белым красителем, однако усиливает окраску керамических материалов при совместном содержании оксида железа. Также выявлено, что можно получить изделия и керамического цвета с использованием  $TiO_2$ , который находится в форме рутила, размельченного на сите размером №0045. Кроме того содержание его в массе в процентном соотношении должна быть не меньше 5-10%. При том, что температуру в печи необходимо соблюдать в интервале, и обжиг должен происходить при температуре не ниже 1000-1040°C, что бывает невозможным при использовании в технологии легкоплавких глин, и что в большой степени повышает стоимость готовой продукции.

Оксид хрома усиливает темно-зеленые тона, и при добавлении в глиняную массу содержание от 2,5-5,0% по массе образует керамические

изделия коричневого цвета. Но чаще всего цвет изделий неоднороден по всему своему объему и образует серовато-зеленые оттенки.

Перед тщательным регулированием окислительно-восстановительных процессов газовой среды в пространстве печи приводят ввод окрашивающих компонентов в состав. При равных условиях окрас керамического кирпича может изменяться от светло-желтого до красного, если в газовой среде обжиговой печи при объемном окрашивании создать необходимые условия.

На основании всего вышесказанного делаем вывод, что осветление, объемное окрашивание и придание керамическому кирпичу более темные тона, при помощи различных добавок, которые нуждаются в равномерном распределении во всей керамической массе и необходимо обжигать в устойчивой окислительной среде, которые чаще всего не могут обеспечить стабильного цвета керамического лицевого кирпича.

### **1.3 Способы поверхностного окрашивания и декорирования керамического лицевого кирпича**

Декорирование лицевой поверхности является одним из направлений исследований для получения декоративного кирпича. Производство декорированного кирпича поверхностным способом можно разделить на 2 группы: обработка поверхности обожженного кирпича и обработка поверхности самого глиняного бруса [28].

Способ обработки глиняного бруса наиболее эффективен и технологичен, так как для производства такого кирпича нет необходимости перестраивать технологическую линию производства. Данное производство максимально механизировано, поэтому можно исключить двойную сортировку изделий и дорогостоящих и недоступных материалов [29].

Механическая обработка лицевой поверхности глиняного бруса, производство ангобированного и двухслойного керамического кирпича, обработка при котором достигается визуальное старение кирпича, а также

нанесение пленок битумной эмульсии, все это можно отнести к способам обработки поверхности глиняного бруса.

Самым доступным способом является механическая обработка лицевой поверхности бруса, в результате которой можно обеспечить декоративную рельефную поверхность лицевого изделия [30]. При такой обработке невозможно добиться изменения цвета, только изменяется однородность продукции, что в свою очередь является недостатком, так как такое обработка делает изделие малопривлекательной. Такой же недостаток можно наблюдать и у другого способа обработки поверхности лицевого кирпича так называемое «старение». При данной обработке изделие окрашивают красками в хаотичном порядке или искажают поверхность обрабатываемого ребра. Но при этом лицевая поверхность кирпича имеет прежнюю красно-коричневую окраску с нанесенными на нее оттенками краски, что делает практически невозможным воплощать различные дизайнерские задумки, так как поверхность зданий остается прежней и можно изменять форму зданий делая архитектуру сооружений более разнообразной.

Существует несколько заводов предпринимателей, которые попытались внедрить технологию производства двухслойного кирпича [31]. Но для достижения желаемого цвета, необходимо использовать беложгущую глину. На заводах по выпуску керамических красок производят различные пигменты и красители, которые используются для получения цветного черепка, к таким красителям относятся: оксиды хрома, железа, марганца, кобальта и другие. Толщина поверхности лицевого слоя порой достигает от 2...5 мм. Обеспечение прочности сцепления при их формовании и совместимость массы лицевого и основного слоев являются основной задачей при данном виде производства. Недопустимо отслаивание слоев друг от друга и возникновение трещин после процессов сушки и обжига [32]. Трудоемкостью процесса изготовления, необходимостью

участия дополнительного оборудования в процессе изготовления, характеризуется технология производства двухслойного кирпича. Небольшая долговечность в процессе эксплуатации является отрицательным качеством как двухслойного, так и торкретированного кирпича.

При нанесении ангобного покрытия можно получить матовую цветную поверхность керамического черепка [33, 34]. Глиняная суспензия необходимого цвета вместе с добавками, наносимая на поверхность тонким слоем (не более 0,25 мм), приобретающая после процесса обжига прочность, называется ангобом. При помощи ангоба можно получить необходимый цвет, если лицевой кирпич изготовленный из имеющихся глин, не удовлетворяет требованиям по цвету. Чтобы усилить естественный цвет глины нужно добавить ангоб. Ангобы из местных глин являются более дешевыми.

Все вышерассмотренные методы декорирования и окрашивания поверхности керамического лицевого кирпича недостаточно результативно повышают качество и усложняют его технологию.

На основании всех рассмотренных способов, можно сделать вывод, что данные способы по декорированию и окрашиванию керамического лицевого кирпича (Рисунок 1) окислительным обжигом имеют ряд недостатков, как с технологической точки зрения, так и их эффективности, а также экономических затрат.



Рисунок 1 – Способы декорирования керамического кирпича

#### **1.4 Воздействие восстановительной среды на цвет керамического черепка и процесс обжига**

В последние годы в производстве керамического лицевого кирпича особое применение получили технологии [35], по изготовлению кирпичей светлых тонов. Получение изделий темно-коричневого и темно-красного вплоть до черных тонов практически не находило применения из-за использования в технологии дорогих пигментов. Значительный интерес вызывают технологии восстановительного обжига, позволяющие получать различные цвета на поверхности кирпича на основе глин с большим содержанием железа. Технологии восстановительного обжига изучали многие ученые, но конкретного применения данная технология так и не получила.

На цвет керамических материалов и на скорость физико-химических процессов влияет характер газовой среды обжига.

Обжиг материала на основе высокожелезистых глин из силикатных материалов и керамический кирпич проводят в окислительной среде. Восстановительная среда создается, если в них присутствуют углистые или органические примеси. Если недостаточно регулировать соотношение газ-воздух, то в печи локально создается восстановительная среда, которые в свою очередь интенсифицируют процесс, в результате чего может ухудшиться цвет черепка, что крайне недопустимо при производстве керамического лицевого кирпича.

Данной проблеме в технологии производства керамики уделялось большое внимание. У.Д. Кингери [36], А.И. Августник [14], И.И. Мороз [37], В.С. Городов и А.А. Крупа [38] и другие ученые отмечали, что при полном восстановлении  $Fe_2O_3$  до  $FeO$  в восстановительных условиях в процессе обжига интенсифицируется процесс спекания черепка за счет снижения вязкости и увеличения жидкой фазы, а также увеличения образования легкоплавких эвтектик. При этом образуются новые фазы,

существенно изменяющие цвет кирпича, такие как фаялит  $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ , магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (черного цвета) и герценит  $\text{FeO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  [38].

Зола и отходы при углеобогащении И.А. Тогжанов и С.Ж.Сайбулатов рекомендуют ввести в шихту для создания восстановительного характера газовой среды пространства печи. За счет чего, это позволит интенсифицировать процесс обжига кирпича, повышая морозостойкость и предел прочности, и понижая его водопоглощение.

Достаточно сложным технологическим процессом является создание восстановительных условий при обжиге керамических изделий. Данный процесс можно осуществлять различными способами, один из них основан на введении в керамическую шихту материалов, которые в процессе обжига создают дополнительный источник углерода, а также за счет уменьшения количества кислорода в пространстве газовой печи.

Для интенсификации процессов спекания обжиг рекомендовано проводить в окислительной среде при температуре не превышающей  $700^\circ\text{C}$ , а в восстановительной среде при максимальной температуре создать изотермическую выдержку.

Немецкий исследователь Густав Хейлеман, установил влияние восстановителя  $\alpha - \text{Fe}_2\text{O}_3$  на цвет кирпича, при добавлении в состав шихты угля при производстве керамического кирпича, при создании плотных пакетов при садке,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  переходит в закисные формы, получая кирпич различных оттенков от красного до черных цветов. В этом способе существует также ряд недостатков, возможность сильного оплавления, отсутствие при неуправляемой восстановительной газовой среде абсолютного контроля над качеством готовых изделий, а также невозможно получить равномерно окрашенную продукцию.

Ввод в шихту различных углеродосодержащих добавок за счет чего создается восстановительная газовая среда, но и процесс регулирования

газового пространства среды в атмосфере печи повышает эксплуатационные свойства керамического черепка.

Процессы создания восстановительных условий в атмосфере газовой печи, оказывают наибольший интерес исследования по изменению цвета керамического кирпича и интенсификации процессов.

А.С. Саднуас с соавторами исследовал влияние разнообразных газов на процесс спекания керамических изделий. Чтобы создать восстановительные условия и снизить температуру дегидратации глинистых минералов на 50-70 °С в зону обжига вводили специально газы-восстановители (СО и Н<sub>2</sub>). Обжиг по схеме окисление – восстановление – окисление является наиболее эффективным, за счет него улучшаются физико-механические свойства керамических изделий.

В производстве керамического лицевого кирпича данный способ не может быть использован. Кристаллохимический и фазовый состав железосодержащих соединений определяют обжиг в восстановительной или окислительной среде, для чего необходимо создать стабильную газовую среду управляемого состава.

Технология редуционного обжига является современной и перспективной, она обеспечивает регулировать восстановительную среду газ-воздух, создавая на границах зон подогрева и охлаждения избыток воздуха равный 0,2-0,99. Эта технология обеспечивает получение керамического лицевого кирпича различных цветов.

Данный способ технологии редуционного обжига получил большое развитие при производстве керамического лицевого кирпича на многих кирпичных заводах Европы. Однако до сих пор плохо изучены физико-химические процессы, происходящие в процессе обжига кирпича, а также формирование фазового состава, влияющие на свойства и цвет кирпича.

## **1.5 Особенности обжига в редуционной среде**

Сжигание топлива в полном объеме при наименьшем показателе коэффициенте избытка воздуха и при нормальном формировании фазового состава обеспечивает производство керамического лицевого кирпича в окислительной среде [39]. Во многих странах Европы производят кирпич редуционным обжигом.

Чтобы обеспечить темный цвет лицевого кирпича и полное сгорание топлива необходимо создать в зоне спекания сильновосстановительную среду при максимальной температуре применяя редуционный обжиг. При таком обжиге можно регулировать цвет черепка толщиной до 0,3 мм в поверхностном слое.

Для наибольшей эффективности при получении кирпича темной палитры используются высокожелезистые красножгущиеся глины с содержанием оксида железа порядка 5%.

Редуционный обжиг осуществляется в туннельной печи при восстановительной среде за счет регулирования соотношения газ: воздух.

В две группы горелок располагающихся на потолке циклично подается газ, тем самым создается сильновосстановительная газовая среда, данная зона редукиции располагается в конце зоны спекания.

В зоне спекания редукиция газовой смеси происходит следующим образом: природный газ, состоящий из метана, этана, пропана и других углеводородов. Полное сжигание газа не происходит при низком коэффициенте избытка воздуха  $\alpha \approx 0,2$  за счет чего, и образуются восстановители CO и H<sub>2</sub>.

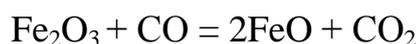
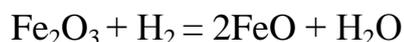
Из зоны спекания в зону подогрева поступает газовый поток, также в эту зону подается воздух и газ через дополнительные боковые горелки с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha \approx 1,5$  из расчета полного сжигания газа. С температурой 80- 120 °С в атмосферу выбрасываются отходящие дымовые газы.

Воздух подается из зоны спекания в зону охлаждения и частично в отделение сушки кирпича, который охлаждает кирпич до температуры 70 °С.

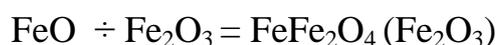
Под действием восстановительной среды сущность изменения кристаллохимического состояния и фазового состава железа можно заключить в следующем. Независимо от фазового и минералогического состава железистых примесей в глиняном сырье ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{FeS}_2$ ;  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  и других) переходящие в  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  при температуре обжига выше 800 °С, который в свою очередь обуславливает красные, красно-коричневые и розово-красные цвета. С различными силикатными и алюмосиликатными соединениями  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  может как образовывать твердые растворы, так и частично растворяться в расплаве.

В восстановительной среде при редуционном обжиге протекают следующие кристаллохимические и фазовые превращения железосодержащих соединений, обуславливающие его цвет.

За счет воздействия восстановителей  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$  восстановление оксида железа происходит по следующей схеме:



Происходит образование магнетита (феррошпинели) черного цвета за счет взаимодействия невосстановившегося  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$  по реакции:



Также может произойти образование фаялита  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  при взаимодействии  $\text{FeO}$  с  $\text{SiO}_2$ , кроме того может образоваться твердый раствор оксида железа с алюмосиликатными и силикатными фазами, не исключая фиксацию ионов  $\text{Fe}^{3+}$  в стеклофазе, и частичное растворение железосодержащих соединений в расплаве.

## 2 Методы исследования и материалы

### 2.1 Рентгенофазовый анализ

В основе рентгенофазового анализа лежит физическое явление – дифракция (рассеяние) рентгеновских лучей на кристаллической решетке при определенных углах падения и длинах волн. Суть метода заключается в изучении дифракционной картины, которая получается при отражении рентгеновских лучей атомными плоскостями в структуре кристаллов. Для количественной оценки используется уравнение Вульфа — Брэгга:

$$2d \cdot \sin\theta = n\lambda, \quad (1)$$

где  $d$  – межплоскостное расстояние, нм;  $\theta$  – угол падения луча на плоскость, град.;  $n$  – порядок дифракции (целое число);  $\lambda$  – длина волны монохроматического излучения, нм.

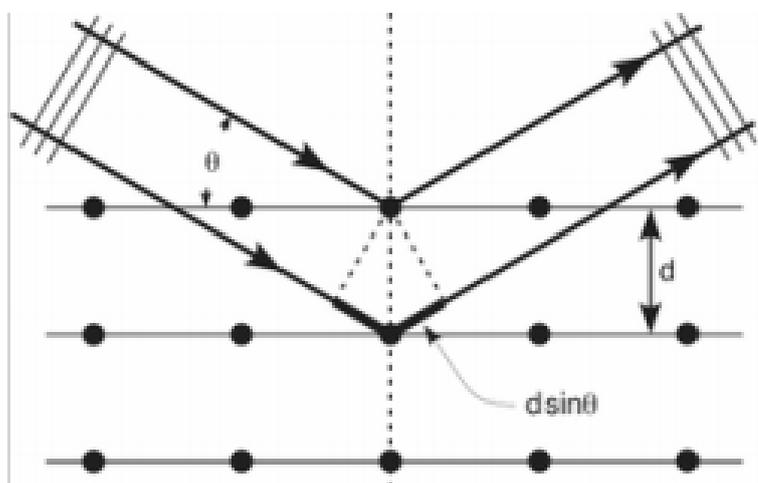


Рисунок 2.1 – Схема падения и отражения рентгеновского луча

Для определения фазового состава исследуемого материала рассчитывают величину межплоскостного расстояния  $d$  и относительную интенсивность рефлекса на рентгенограмме, величина длины волны  $\lambda$  является заданной и имеет постоянное значение.

При сравнении табличных значений рентгеновских характеристик чистых кристаллических фаз и полученного набора основных рефлексов исследуемого образца определяется вещественный состав сырьевых материалов или фазовый состав готового керамического материала.

Рентгенографическое исследование минералогического состава исследуемых пород проводилось на дифрактометре ДРОН- 3,0. Расшифровка данных рентгенофазового анализа проводилась с использованием компьютерной программы Crystallographica Search-Match.

## **2.2 Растровая электронная микроскопия**

В научно-исследовательских лабораториях широко используется растровый электронный микроскоп (РЭМ). По своим техническим возможностям является многофункциональным, он совмещает в себе качества как просвечивающего электронного (ПЭМ), так и светового (СМ) микроскопов. Происходит сканирование электронным зондом поверхности образца и последующее детектирование возникающих при этом широких спектров излучений. Вторичные, отраженный и поглощенные электроны служат сигналами для получения изображения в РЭМ. Для получения дополнительной информации, в частности рентгеновское излучение, используются другие эффекты. При помощи рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) можно получить информацию о химическом составе материала исследуемого образца.

Все это определяет методические особенности использования РЭМ и создает целый ряд новых дополнительных аналитических возможностей в области электронной микроскопии. Простота изготовления объектов для исследования, высокая информативность, высокая степень автоматизации количественного анализа изображения и обработки результатов измерений и др. Все это делает РЭМ наиболее универсальным прибором для исследования структуры материалов и топографии поверхности.

Основные компоненты всех РЭМ включают следующее:

- Источник электронов ("Пушка");
- Электронные линзы;
- Держатель образца;
- Датчики всех сигналов, представляющих интерес;
- Устройства вывода данных.

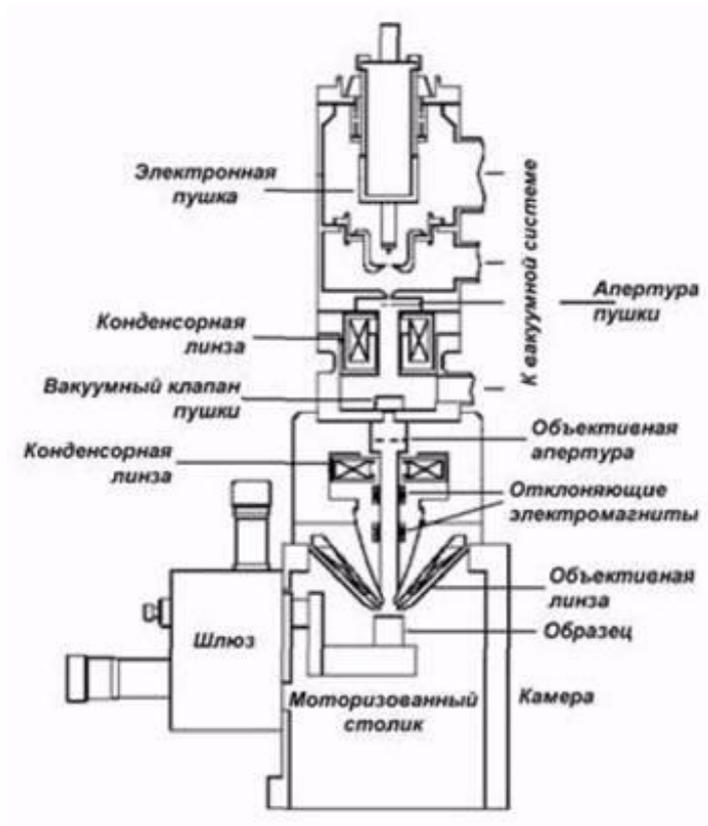


Рисунок 2.2 – Схема устройства современного растрового электронного микроскопа (РЭМ)

### *Основные принципы растровой электронной микроскопии (РЭМ)*

Ускоренные электроны в РЭМ несут значительные порции кинетической энергии, и эта энергия рассеивается в виде различных сигналов, возникающих в результате взаимодействия электрон-образец, когда падающие электроны тормозятся в твёрдом образце. Эти сигналы включают в себя вторичные электроны (которые производят РЭМ изображения), обратнорассеянные электроны (ОРЭ), дифрагированные обратнорассеянные электроны (ДОРЭ, которые используются для определения кристаллической

структуры и ориентации минералов), фотоны (характеристические рентгеновские лучи, которые используются для элементного анализа и континуума рентгеновских лучей), видимый свет (катодоллюминесценция – КЛ), и тепло. Вторичные электроны и обратнорассеянные электроны обычно используются для построения изображений образцов: вторичные электроны являются наиболее ценными для наблюдения морфологии и топографии на образцах, а обратнорассеянные электроны наиболее ценны для иллюстрации контраста композиции в многофазных образцах (т.е. для быстрого распознавания фаз). Рентгеновские лучи образуются в результате неупругих столкновений падающих электронов с электронами в дискретных орбиталях (оболочках) атомов в образце. Возбуждённые электроны возвращаются на более низкие энергетические уровни, они дают рентгеновские лучи, которые имеют фиксированные длины волн (что связано с различием в энергетических уровнях электронов в различных оболочках атомов данного элемента). Таким образом, характеристические рентгеновские лучи производятся для каждого элемента в минерале "возбуждённом" электронным пучком. Анализ РЭМ считается "неразрушающим", то есть, рентгеновские лучи, сформированные с помощью электронных взаимодействий, не приводят к объёмным потерям в образце, так что можно анализировать одни и те же материалы повторно.

### **2.3 Гранулометрический анализ**

Гранулометрический анализ, анализ размеров частиц, или просто измерение частиц – это собирательное название технических процедур или лабораторных методов, с помощью которых определяют диапазон размеров и средний размер частиц в порошке или жидком образце. В настоящее время существуют много способов определения гранулометрического состава грунтов. Наибольшее распространение получили ситовой анализ, метод двойного отмучивания, пипеточный метод, ареометрический метод и

полевой метод Рутковского. В данной работе гранулометрический состав определяли ситовым методом.

Ситовой анализ (или градационный тест) – это практика или процедура, используемая (обычно используется в гражданском строительстве) для оценки распределения частиц по размерам (также называемого градацией) дисперсного материала.

Распределение размера часто имеет решающее значение для роли, которую материал выполняет в использовании. Ситовой анализ может быть применён к любому типу неорганических или органических дисперсных материалов, включая пески, щебни, глины, гранит, полевые шпаты, угли, почвы, широкий спектр производимых порошков, зерна и семена, до минимального размера в зависимости от точности способа. Будучи таким простым способом измерения частиц, он является, вероятно, наиболее распространенным.



Рисунок 2.3 – Механический вибратор для ситового анализа

*Методика проведения*

Градационный тест выполняется на образце дисперсного материала в лаборатории. Типичный ситовой анализ включает в себя колонну вложенных друг в друга сит с проволочной сеткой (рис. 2.3).

Отобранную навеску засыпают в верхнее сито с самыми большими отверстиями в сетке. Каждое последующее сито в колонне имеет меньшие отверстия, чем предыдущее. В основании – круглый поддон, называемый приёмником.

Колонну обычно помещают в механический вибратор. Вибратор трясёт колонну, как правило, в течение некоторого фиксированного периода времени. После завершения встряхивания материал на каждом сите взвешивают. Масса образца каждого сита затем делится на общую массу для получения процента материала, оставшегося на каждом сите.

Средние размеры частиц на каждом сите затем анализируются для получения точки отсечения или определенного диапазона размеров частиц, оставшихся на сетке.

Результаты этого теста используются для описания свойств дисперсного материала и проверки пригодности его для различных инженерных целей, таких, как выбор соответствующего материала для бетонных смесей и битумных смесей, а также размеров отверстий скважинных фильтров для производственных вод.

Результаты этого теста представляются в графической форме для определения типа градации дисперсного материала.

Сита подходящего размера для дисперсного материала должны быть выбраны и размещены в порядке убывания размера сверху донизу в механическом просеивающем вибраторе. Поддон должен быть помещён под колонной сит для сбора дисперсного материала, проходящего через самое мелкое сито. Вся колонна затем встряхивается, и частицы, диаметр которых меньше диаметра отверстий сита проходят через сетку сита. Далее

дисперсный материал попадает в поддон. Количество материала, оставшегося на каждом сите, взвешивают.

## 2.4 Определение наименьшей капиллярной влажности

Анализ современных представлений о формах связи влаги с материалом, классификации отдельных ее видов позволяет сделать вывод о том, что при решении технологических проблем целесообразно разделить физико-химически и физико-механически связанной воды на две основные категории влаги: капиллярно-подвижную (КПВ) и капиллярно-неподвижную (КНВ)

Особенностью КПВ является ее способность передавать гидростатическое давление и перемещаться в структуре материала в виде жидкости. КНВ не передает гидростатического давления и может быть удалена из материала только в форме пара. Условная граница между этими категориями влаги – наименьшая капиллярная влажность  $W_{нкв}$ , при которой молекулы прочно и рыхло связанной воды удерживаются поверхностью частиц и микрокапиллярами в поровом пространстве максимально уплотненных частиц твердой фазы. Метод определения наименьшей капиллярной влажности был описан еще в 1927 году А.Ф. Лебедевым.

### *Методика проведения*

Наименьшую капиллярную влажность  $W_{нкв}$  можно определить по методу влагоемких сред. Сущность данного метода заключается в следующем:

1. В фарфоровой ступке измельчают пестиком с резиновым наконечником среднюю пробу материала находящуюся в воздушно-сухом состоянии. Для избегания крупных кусков, материал просеивают через мелкое сито, размер ячеек составляет 0,5 мм.

2. На технических весах отвешивают навеску порошкообразного материала приблизительно из 50 грамм. В фарфоровую чашку помещают навеску и постепенно, при аккуратном перемешивании, приливают к ней дистиллированную воду. Процесс проводят до тех пор, пока не образуется высококонцентрированная пастообразная смесь.

3. Далее берут пакет, состоящий из 20 листов фильтровальной бумаги, после чего укладывают вырезанный кружок из плотной и тонкой ткани, на который помещают кольцевой шаблон из металла толщиной 1-2 мм, наружным диаметром 55-65 мм и внутренним 40-50мм соответственно.

4. Приготовленной пастой заполняют шпателем внутреннее пространство шаблона, таким образом, чтобы слой пасты не превышал высоту шаблона.

5. После снятия шаблона, приготовленную лепешку в первую очередь накрывают кружком из ткани, а затем из 20 листков фильтровальной бумаги пакетом.

6. Между двумя плоскопараллельными металлическими дисками помещают пакеты из бумаги для фильтрации, тканевых прокладок и полученных лепешек. Полученную конструкцию сжимают до величины удельного давления 6,55 Мпа (65,5 кг/см<sup>2</sup>) на гидравлическом прессе, и поддерживают в течение 10 минут это давление.

7. Заранее рассчитывают показания манометра прессы по формуле:

$$P_1 F_1 = P_2 F_2, \quad (2)$$

где  $P_1$  – показание манометра, кг/ см<sup>2</sup>;  $F_1$  – площадь поршня прессы, см<sup>2</sup>;  $P_2$  – заданное давление, кг/ см<sup>2</sup>;  $F_2$  – площадь лепешки материала, см<sup>2</sup>. Например, при  $D_p=8$  см,  $F_1=0,785 \cdot 64=50,24$  см<sup>2</sup>,  $d_l=4$  см,  $F_2=0,785 \cdot 16=12,56$  см<sup>2</sup> и необходимое давление будет достигнуто при  $P_1=16,4$  кг/см<sup>2</sup>, а при  $d_l=5$  см,  $F_2=0,785 \cdot 25=25,6$  кг/см<sup>2</sup>,  $P_1=25,6$  кг/см<sup>2</sup>.

8. По истечении 10 минут выдержки давление на гидравлическом прессе сбавляют и извлекают полученную лепешку материала, далее

лепешки помещают в стеклянные бюксы, которые были предварительно взвешены, бюкс закрывают пришлифованной крышкой, после чего повторно взвешивают на аналитических весах и отправляют на сушку при температуре 105°C. В процессе сушки крышку бюкса следует снять.

9. В течение 70-90 минут после сушки лепешек, бюкс необходимо закрыть крышкой, для плавного охлаждения в эксикаторе, окончательно взвешивают на аналитических весах и по полученным данным определяют абсолютную влажность материала, которая численно равна наименьшей капиллярной влажности:

$$W_{\text{НКВ}} = \frac{\Delta m}{m_{\text{сух}}} 100\%, \quad (3)$$

где  $\Delta m$  – изменение массы материала при сушке, г;

## 2.5 Определение прочности на сжатие

Прочность на сжатие – это максимальное сжимающее напряжение, которое выдерживает образец до разрушения. Используются образцы-кубики, обожженные при разных температурах. Для определения площади образцы замеряются штангенциркулем.

При установке образца на плиту пресса необходимо учитывать возможные перекосы образца, поэтому испытания проводят на опоре полусферической формы. Иногда на образец сверху и снизу укладывают прокладки из материала, который легко деформируется (картон, резина, алюминий, медь и др.), которые в свою очередь устраняют действие перекосов, различных неровностей и многих других дефектов поверхности образца. Для проведения испытаний отбирают образцы без видимых дефектов, измеряют, как указано выше.

При испытании образец устанавливается в центре нижней плиты пресса и прижимается верхней плитой пресса, которая должна плотно прилегать ко всей верхней грани образца. При подаче нагрузки необходимо

соблюдать постоянную скорость нагружения вплоть до разрушения образца в момент которого по манометру пресса фиксируют разрушающее (максимальное) напряжение.

Разрушающее напряжение (Мпа) при сжатии определяют по формуле:

$$\sigma = \frac{P \cdot S_{\text{порш}}}{S_{\text{обр}}} 0,1 \text{ [Мпа]}, \quad (4)$$

где P - показание манометра, кгс/см<sup>2</sup>; S<sub>порш</sub> - площадь поршня, см<sup>2</sup>;

S<sub>обр</sub> - площадь образца, см<sup>2</sup>.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4Г21	Айткожиной Камилле Балдыргановне

<b>Институт</b>	<b>ИФВТ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТСН</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	18.03.01 – Химическая технология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитана стоимость исходного сырья, материалов, спецоборудования, комплектующих изделий и покупных полуфабрикатов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расчетные величины материалов, сырья и оборудования научно-технического проекта
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Премимальный коэффициент, районный коэффициент, коэффициент доплат и надбавок, заработная плата по тарифной ставке.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет основной заработной платы, баланс рабочего времени, общая стоимость оборудования и материалов, отчисления во внебюджетные фонды.
2. 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

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

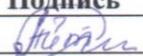
1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику 23.03.2016г.

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		23.03.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4Г21	Айткожина Камилла Балдыргановна		23.03.2016г.

## 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Основной продукт, получаемый в ходе научно-исследовательской работы на предприятии является керамический кирпич.

Керамический кирпич является перспективным материалом в таких отраслях промышленности как строительство домов. Применяется для возведения несущих и самонесущих стен и перегородок, одноэтажных и многоэтажных зданий и сооружений, внутренних перегородок, заполнения пустот в монолитно-бетонных конструкциях, наружной части дымовых труб.

Таблица 4.1 – Карта сегментирования рынка по виду применения материала.

		Вид изделия		
		Керамический облицовочный кирпич	Кирпич рядовой	Камень крупноформатный
Размер компании	Крупные	+	+	+
	Средние	+	+	-
	Малые	-	+	-

Как видно из приведенной карты сегментирования, наибольший сегмент занимает производство керамического рядового кирпича. Они используются на производствах различного масштаба. Однако рядовой кирпич не обладает эстетикопотребительскими качествами, поэтому он уступает керамическому лицевому кирпичу.

### 4.2. Анализ конкурентных технических решений

Таблица 4.2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>

<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Время производства	0,08	3	4	4	0,24	0,32	0,32
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	5	3	3	0,30	0,18	0,18
3. Теплоизоляционная способность	0,08	4	3	5	0,32	0,24	0,40
4. Энергоэкономичность	0,05	5	4	5	0,25	0,20	0,25
5. Надежность	0,04	5	4	2	0,20	0,16	0,08
6. Простота производства	0,06	4	3	3	0,24	0,18	0,12
7. Безопасность	0,1	4	2	2	0,40	0,20	0,20
8. Потребность в ресурсах	0,1	5	3	2	0,50	0,30	0,20
9. Простота эксплуатации	0,05	4	3	4	0,20	0,15	0,20
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,09	3	4	5	0,27	0,36	0,45
2. Уровень проникновения на рынок	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
3. Цена	0,08	4	4	1	0,32	0,32	0,08
4. Предполагаемый срок выпуска	0,04	3	3	4	0,12	0,12	0,16
5. Срок выхода на рынок	0,05	3	4	4	0,15	0,20	0,20
6. Наличие сертификации разработки	0,06	3	4	3	0,18	0,20	0,18
Итого	1	59	52	51	3,93	3,37	3,26

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_i \quad (5)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Полученные данные таблицы  $x+1$ , показывают хорошую конкурентоспособность.

### 4.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) описывает качество и перспективность на рынке новой разработки и позволяет принимать целесообразные решения по вложению денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 4.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Теплоизоляция	0,09	93	100	0,93	0,0837
2. Качество продукта	0,1	98	100	0,98	0,0980
3. Энергоэкономичность	0,08	85	100	0,85	0,0680
4. Безопасность	0,1	75	100	0,75	0,0750
5. Надежность	0,1	90	100	0,90	0,0900
6. Простота в производстве	0,1	85	100	0,85	0,0850
7. Воспроизводимость	0,1	95	100	0,95	0,0950
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					

1. Конкурентоспособность продукта	0,1	90	100	0,90	0,0900
2. Уровень проникновения на рынок	0,09	70	100	0,70	0,0630
3. Цена	0,08	80	100	0,80	0,0640
4. Наличие сертификации разработки	0,06	77	100	0,77	0,0462
Итого	1	938	100	9,38	0,8579

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i B_i \quad (6)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

По результатам оценки качества и перспективности выяснили, что данная разработка является перспективной.

#### 4.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ используют для исследования внешней и внутренней среды проекта [Y].

Таблица 4.4 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> 1. Изготовление недорогого теплоизоляционного материала	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> 1. Отсутствие промышленного оборудования для
--	--	--

	<p>2. Простота эксплуатации</p> <p>3. Экологичность</p>	<p>апробации разработки</p> <p>2. Большие энергозатраты на производство</p> <p>3. Малый рынок сбыта из-за конкуренции с большими зарубежными фирмами</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>1. Производство новых видов продукции</p> <p>2. Снижение цен на выпускаемую продукцию</p> <p>3. Участие в тендерах</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»</p> <p>1. Разработка новой технологии производства или декорирования керамического кирпича.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»</p> <p>1. Сотрудничество с «Копыловский керамический завод»</p> <p>2. Увеличить объем производства</p> <p>3. Создание новых видов составов</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>1. Появление большого количества конкурентов</p> <p>2. Отсутствие спроса на новую продукцию</p> <p>3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукта</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»</p> <p>1. Совершенствование метода получения продукции</p> <p>2. Создание спроса на новую технологию производства.</p> <p>3. Сертификация товара</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»</p> <p>1. Апробация технологии на заводе «Копыловский керамический завод»</p> <p>2. Совершенствование технологии в соответствии с конкурентными преимуществами</p>

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 данного предприятия на рынке, но совместно с сильными сторонами оно создает спрос на новую продукцию и совершенствование технологии производства.

#### **4.5 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований**

Один из альтернативных методов проведения научных исследований – это морфологический подход.

Таблица 4.5 - Морфологическая матрица для керамического кирпича

	1	2	3
А. Глина	I состав	II состав	III состав
Б. Условия сушки	Мягкие и долгие	Средние	Жесткие и быстрые
В. Условия обжига	950°С	1000°С	1050°С

Решение данной матрицы – это выбор наиболее желательных функционально конкретных решений. Решением является А2Б12В12

#### **4.6 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Таблица 4.6 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель, студент
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	6	Проведение экспериментов	Студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, студент
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка полученных результатов	Руководитель, студент
	9	Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, студент
Проведение ВКР			

Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка технологии получения керамзита.	Студент
Изготовление и испытание опытного образца	11	Получение опытных образцов	Студент, руководитель
	12	Лабораторные испытания опытных образцов	Студент, руководитель
Оформление комплекта документации по ВКР	13	Составление пояснительной записки	Студент

#### 4.7 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (7)$$

где,  $t_{ожі}$  – наиболее вероятное время в течение, которого должна быть выполнена работа, чел-дни;  $t_{\min i}$  – минимальное время для выполнения данного этапа при благоприятном стечении обстоятельств, чел-дни;  $t_{\max i}$  – максимальное время для выполнения данного этапа при неблагоприятном стечении обстоятельств, чел-дни.

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

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (8)$$

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

#### 4.8 Разработка графика проведения научного исследования

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (9)$$

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.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (10)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;  $T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;  $T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

В 2016 году 366 календарных дней, из них 119 выходных и праздничных дней. Тогда коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48 \quad (7)$$

Таблица 4.7 –Временные показатели проведения научного исследования

Название работ	Трудоемкость работ						Исполнители	Т <sub>р</sub> , раб. дн.		Т <sub>р</sub> , кал. дн.	
	t <sub>min</sub> , чел-дн.		t <sub>max</sub> , чел-дн.		t <sub>ож</sub> , чел-дн.			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2					

Название работ	Трудоемкость работ						Исполнители	Т <sub>р</sub> , раб. дн.		Т <sub>р</sub> , кал. дн.	
	t <sub>min</sub> , чел-дн.		t <sub>max</sub> , чел-дн.		t <sub>ож</sub> , чел-дн.			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2					
Составление технического задания	0,2	0,2	1	1	0,5	0,5	Р	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,2	0,2	1	1	0,5	0,5	С	0,1	0,1	0,1	0,1
Выбор направления исследований	0,5	0,5	2	2	1	1	Р	0,5	0,5	0,6	0,6
	0,5	0,5	2	2	1	1	С	0,5	0,5	0,6	0,6
Подбор и изучение материалов	5	5	10	10	7	7	Р	3,5	3,5	4,2	4,2
	5	5	10	10	7	7	С	3,5	3,5	4,2	4,2
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	Р	0,7	0,7	0,8	0,8
	1	1	2	2	1,4	1,4	С	0,7	0,7	0,8	0,8
Проведение теоретических расчетов и обоснований	3	3	5	5	3,8	3,8	С	1,9	1,9	2,3	2,3
Проведение экспериментов	5	5	8	8	6,2	6,2	С	3,1	3,1	3,7	3,7
Сопоставление результатов с теоретическими исследованиями	2	2	3	3	2,4	2,4	Р	1,2	1,2	1,4	1,4
	3	3	5	5	3,8	3,8	С	1,9	1,9	2,3	2,3
Оценка полученных результатов	3	3	4	4	3,4	3,4	Р	1,7	1,7	2	2
	5	5	6	6	5,4	5,4	С	2,7	2,7	3,2	3,2
Приготовление опытных образцов	3	3	4	4	3,4	3,4	Р	1,7	1,7	2	2
	14	14	28	28	19,6	19,6	С	9,8	9,8	12	12
Испытания	3	3	4	4	3,4	3,4	Р	1,7	1,7	2	2

Название работ	Трудоёмкость работ						Исполнители	Т <sub>р</sub> , раб. дн.		Т <sub>р</sub> , кал. дн.	
	t <sub>min</sub> , чел-дн.		t <sub>max</sub> , чел-дн.		t <sub>ож</sub> , чел-дн.			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2					
опытных образцов Испытания опытных образцов	5	5	7	7	5,8	5,8	С	2,9	2,9	3,5	3,5
Составление пояснительной записки	13	13	16	16	14,2	14,2	С	14	14	17	17

Р – руководитель

С – студент

Таблица 4.8. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работы	Исполнители	$T_{ki}$ , дней	Продолжительность выполнения работ												
			февраль		март			апрель		май					
Составление технического задания	Руководитель, студент	0,1	█												
Выбор направления исследований	Руководитель, студент	0,6	█												
Подбор и изучение материалов	Руководитель, студент	4,2		█	█										
Календарное планирование работ	Руководитель, студент	0,8			█	█									
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Бакалавр	2,3				█	█								
Проведение экспериментов	Бакалавр	3,7					█	█							
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, студент	1,4 2,3						█	█						
Оценка полученных результатов	Руководитель, студент	2,0 3,2							█	█					

Продолжение таблицы 4.8

Вид работы	Исполнители	$T_{ki}$ , дней	Продолжительность выполнения работ															
			февраль		март			апрель			май							
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
Получение опытного образца	Руководитель, студент	2 12																
Испытания опытного образца	Руководитель, студент	2 3,5																
Составление пояснительной записки	Студент	17																

Руководитель	Студент
	

## 4.9 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

### 4.9.1 Материальные затраты

Таблица 4.9 – Затраты на материалы

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, З <sub>м</sub> , руб.
Глина	л	70	11	920
Моторное масло	л	2	312	732
Марля медицинская	п.м	30	10	420
Резиновые перчатки	шт	20	20	520
Пленка полиэтиленовая	п.м	50	14,70	832
Поролон	м	2	135	339
Итого				3763

### 4.9.2 Расчет затрат на оборудование для научно-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 оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме. Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{C_n \cdot H_a \cdot n}{100 \cdot k}, \quad (11)$$

где  $C_n$  – первоначальная стоимость оборудования;

$H_a$  – норма амортизации, %;

$n$  – число проработанных месяцев;

$k$  – количество месяцев в году.

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

Таблица 4.10- Расчет амортизации оборудования

Наименование оборудования	Сп, руб	На, %	А, руб
Весы аналитические Веста В153	15000	10	216
Пресс гидравлический	15000	8	173
Щековая дробилка ШД-10	250000	10	3604
Виброплощадка	22500	12	389
РФА- установка ДРОН-3М	180000	12	3114
ДТА- установка СТА 449 F3 Jupiter	3000000	12	51900
Пропарочная камера	15000	12	260
Печь камерная	70000	12	1211
Итого:	–	–	60867

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

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$Z_э = N \cdot T \cdot C, \quad (12)$$

где  $N$  – потребляемая мощность установки, кВт;

$T$  – время работы оборудования, ч;

$C$  – стоимость 1кВт·час электроэнергии (2,6 руб.).

Таблица 4.11 – Расчет затрат на электроэнергию

Наименование оборудования	N, кВт/ч	T, ч	Затраты, руб.
Весы аналитические Веста В153	0,4	24	25
Пресс гидравлический	3,5	14	127
Щековая дробилка ШД-10	2,2	8	46
Виброплощадка	1	10	26
РФА- установка ДРОН-3М	1,5	6	23
ДТА- установка СТА 449 F3 Jupiter	1,5	3	12
Пропарочная камера	4,5	12	140
Печь камерная	3	168	1310
Итого:	–	–	1734

### 4.9.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату. Также включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (13)$$

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

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

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (14)$$

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно –  
техническим

работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (15)$$

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 должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (16)$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{мс}$ );

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_{р}$  – районный коэффициент, для Томска равный 1,3

В табл. 4.12 приведен баланс рабочего времени каждого работника НТИ.

Таблица 4.12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	140	140
Количество нерабочих дней		
выходные дни:	16	16
праздничные дни:	6	6
Потери рабочего времени		
отпуск:	0	0
невыходы по болезни:	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	118	118

#### 4.9.4 Расчет основной заработной платы

Таблица 4.13. Расчет основной заработной платы

Исполнители	Категория	$k_{т}$	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_{р.}$ раб. Дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	Доцент, к.х.н.	0,3	23300	0,3	0,2	1,3	45435	2211,5	32	70768,8
Бакалавр	Лаборант	0,3	14500	0,3	0,2	1,3	28275	1376,2	62	85324,4
Итого $Z_{осн}$										156093,2

Общая заработная исполнителей работы представлена в табл. 4.14.

Таблица 4.14 - Общая заработная плата исполнителей

Исполнитель	$Z_{осн}$ , руб.	$Z_{доп}$ , руб.	$Z_{зн}$ , руб.
Руководитель	70768,8	8492,2	79261
Бакалавр	85324,4	10238,9	95563,3

#### 4.9.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (17)$$

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

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность водится пониженная ставка – 27,1% [у].

Таблица 4.15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	70768,8	8492,2
Бакалавр	85324,4	10238,9
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,305	
<b>Итого:</b>	<b>53320,8</b>	

#### 4.9.6 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = k_{нр} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4) \quad (18)$$

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

$$Z_{\text{накл}} = 275778 \cdot 0,16 = 44124,4 \text{ руб}$$

Величину коэффициента накладных расходов  $k_{\text{нр}}$  допускается взять в размере 16%. Таким образом, накладные расходы на данные НТИ составляют 44124,4 руб.

#### 4.9.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Расчет бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Исп.1	Исп.2	
1. Материальные затраты НТИ	3763	3763	табл. 3.9
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	60867	60867	табл. 3.10
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	70768,8	85324,4	табл. 3.13
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8492,2	10238,9	табл. 3.14
5. Отчисления во внебюджетные фонды	53320,8	53320,8	табл. 3.14
6. Накладные расходы	44124,4	44124,4	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	241336,2	257638,5	Сумма ст. 1-6

Как видно из табл. 4.15 основные затраты НИИ приходится на основную заработную плату исполнителей темы.

#### 4.10 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается

$$\text{как: } I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (19)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитывается как:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (20)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

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

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки.

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Сложность технологии	0,10	3	3	3
2. Удобство в эксплуатации	0,25	4	5	5
3. Надежность	0,15	4	5	4
4. Энергосбережение	0,25	5	5	5
5. Материалоемкость	0,25	5	3	3
Итого	1			

Таблица 4.18- Сравнительная эффективность разработки

Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
	4,10	4,30	4,15

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.