

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

Школа Инженерная школа новых  
 производственных технологий Направление  
 подготовки 18.03.01 Химическая технология  
 Отделение школы НОЦ Кижнера Н.М.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

<b>Тема работы</b>
Разработка составов строительной керамики с использованием техногенного сырья

УДК 1: 666.7.046.591

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6А	Матвеева Юлия Евгеньевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ Н.М. Кижнера	Ревва Инна Борисовна	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2020 г.

**Запланированные результаты обучения  
по основной образовательной программе подготовки бакалавров  
18.03.01 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), СДИО(п. 1.1, 4.1, 4.3, 4.8)
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), СДИО (п. 1.1, 3.2, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6)
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), СДИО (1.2, 2.1, 4.5)
P4	Разрабатывать <i>новые</i> технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, <i>проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды</i>	Требования ФГОС (ПК-11,26,27,28), Критерий 5 АИОР (п.1.3) (ОК-9, ОК-10, ОК-13, ПК-4, 7, 10, 12 -17, 26 ) СДИО (п.1.3, 4.4, 4.7)
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), СДИО (п. 2.2)
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность, <i>выводить на рынок новые материалы</i> , 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, ОК-6,13,15), Критерий 5 АИОР (п.1.5) СДИО (п. 4.1, 4.7, 4.8, 3.1, 4.6)
<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), СДИО (п. 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), СДИО (п. 2.4)

Р9	<i>Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.</i>	Требования ФГОС (ОК-14), Критерий 5 АИОР (п.2.2), СДИО (п. 3.2, 3.3)
Р10	<i>Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве, ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.</i>	Требования ФГОС (ОК-3,4) , Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3) СДИО (п. 4.7, 4.8, 3.1)

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология  
 Отделение школы (НОЦ) НОЦ Н.М.Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
 (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
4ГБА	Матвеева Юлия Евгеньевна

Тема работы:

**Исследование влияния добавок на получение оксинитрида алюминия**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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>Объект исследования – составы керамического кирпича с добавками зольного остатка.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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>Анализ литературных источников; постановка задач исследования; изучение методов исследования; анализ результатов экспериментов; финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; социальная ответственность; заключение по работе.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна, доцент ШБИП, к.т.н.
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна, ассистент ООТД ШБИП
Экспериментальная часть	Ревва Инна Борисовна, доцент НОЦ Н.М.Кижнера, к.т.н.

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

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6А	Матвеева Юлия Евгеньевна		

## РЕФЕРАТ

Данная дипломная работа представлена пояснительной запиской на 65 листах, содержит 7 таблиц и 10 рисунков. В работе использовано 10 литературных источника. Разработаны составы для получения конструкционного керамического кирпича на основе глины Верхового месторождения с добавкой золы Томской ТЭЦ с оформлением изделий по пластичной технологии.

Ключевые слова: техногенное сырьё, золы, глины.

Объектом исследования является золосодержащие отходы от сжигания твердого топлива ТЭЦ и местное минеральное сырьё.

Целью дипломной работы явилась разработка составов керамического кирпича конструкционного назначения с улучшенными теплофизическими характеристиками и теплоизоляционного керамического кирпича.

В процессе работы исследованы составы и свойства исходных компонентов шихты, формование образцов, определение дообжиговых свойств, обжиг образцов и определение керамических свойств.

В результате исследования: установлено влияние условий получения керамического материала на процесс спекания и свойства керамики.

Степень внедрения: лабораторные испытания.

Область применения: строительная промышленность.

Экономическая эффективность/значимость работы: в результате проведения анализа экономической эффективности выявлено, что данное исследование актуально, в связи с использованием нетоксичных отходов и местного минерального сырья, отличающегося дешевизной получения.

## Введение

Основными источниками многотоннажных отходов являются: золоотвалы.

Из отраслей материального производства, способных потреблять промышленные (техногенные) отходы, наиболее востребованной является промышленность строительных материалов. Отходы производства или побочные продукты промышленности являются вторичными материальными ресурсами. Почти все техногенные отходы по своему составу и свойствам близки к природному сырью.

Ввиду того, что, выпускаемые в настоящее время строительные материалы не всегда отвечают высокому качеству, стоит вопрос поиска недорогого и доступного пути решения данной проблемы. В связи, с чем перспективна разработка новых составов керамических масс для производства строительной керамики, в частности керамического кирпича. Срок эксплуатации и различные технологические характеристики (водопоглощение, прочность, стойкость к различного рода факторам и т.д.) керамического кирпича, значительным образом зависят от компонентного, минералогического и гранулометрического состава масс. Внедрение в массу различных добавок улучшают те или иные свойства. Особый интерес для производства в этом смысле представляют отходы ТЭЦ, а именно продукты сжигания угля – золы. Это связано как с их широким распространением, так и с их свойствами.

В производстве строительных материалов используется 75 % общего количества доменных шлаков и золосодержащих отходов. Основным потребителем является цементная промышленность. Ежегодно она потребляет миллионы тонн гранулированного доменного шлака.

Золы и шлаки тепловых электростанций (ТЭС) - минеральный остаток от сжигания твердого топлива. Одна ТЭС средней мощности ежегодно выбрасывает в отвалы до 1 млн т золы и шлака, а ТЭС, сжигающая многозольное топливо, - до 5 млн т. По химическому составу топливные

золы и шлаки состоят из  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  и др., а также содержат несгоревшее топливо. Используются топливные золы и шлаки всего на 3-4 % от их ежегодного выхода.

Золы и шлаки ТЭС возможно использовать при производстве практически всех строительных материалов и изделий. Например, введение 100-200 кг активной золы (уноса) на 1 м<sup>3</sup> бетона дает возможность экономить до 100 кг цемента. Шлаковый песок пригоден для замены природного песка, а шлаковый щебень — в качестве крупного заполнителя. Отходы горнодобывающей промышленности. Вскрышные породы - горнорудные отходы, отходы добычи разнообразных полезных ископаемых. Особенно большое количество этих отходов образуется при добыче открытым способом. По ориентировочным подсчетам в стране ежегодно образуется свыше 3 млрд т отходов, которые являются неисчерпаемым источником сырья для промышленности строительных материалов. Однако в настоящее время они используются лишь на 6-7%. Вскрышные и пустые породы применяются в зависимости от своего состава (карбонатные, глинистые, мергелистые, песчаные и т.д.).

Объектом исследования является золосодержащие отходы от сжигания твердого топлива ТЭЦ и местное минеральное сырьё.

## Оглавление

Глава 1 Литературный обзор	11
1.1 Сырьевые материалы для строительной керамики	11
1.1.1 Пластичное сырьё	11
1.1.2 Отощающие добавки	13
1.1.3 Плавни (флюсующие материалы)	15
1.2 Способы формования строительных изделий	19
1.2.1 Пластический способ	19
1.2.2 Полусухое прессование	20
1.3 Основные свойства строительной керамики	22
Глава 2 Методы исследования	24
2.1 Определение воздушной усадки глинистого сырья	25
2.2 Определение коэффициента чувствительности глин к сушке глинистого сырья	28
2.3 Определение водопоглощения обожженных изделий	29
2.4 Определение предела прочности при сжатии	32
Глава 3 Экспериментальная часть	34
3.1 Характеристика глинистого сырья для керамического кирпича	34
3.2 Характеристика используемого сырья – зольного остатка	37
3.3 Разработка составов керамического кирпича пластичным способом формования	40
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	46
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований	46
4.2 SWOT-анализ	47
4.3 Планирование научно-исследовательской работы	48
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	48
4.3.2 Определение трудоёмкости проведения работ	49
4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	50

4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	54
4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	54
4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	54
4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	55
4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды	57
4.4.5 Накладные расходы	58
4.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	58
Глава 5. Социальная ответственность	63
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	
5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства	63
5.1.2 Эргонометрические требования к правильному расположению и компоновки рабочей зоны	64
5.2. Производственная безопасность	64
5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	66
5.2.1.1 Недостаточная освещенность на рабочем месте	66
5.2.1.2 Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	66
5.2.1.3 Повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов	67
5.2.1.4 Электрический ток	67
5.3 Экологическая безопасность	69
5.3.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду	69
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	70
5.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению типовой ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	70

## Глава 1 Литературный обзор

### 1.2 Сырьевые материалы для строительной керамики

#### 1.2.1 Пластичное сырьё

Глиной называются землистые минеральные массы, или землистые обломочные горные породы, способные с водой образовывать пластичное тесто, по высыхании сохраняющее приданную ему форму, а после обжига получающее твердость камня.

Глины образовались в результате выветривания изверженных полевошпатных горных пород. Процесс выветривания горной породы состоит из механического разрушения и химического разложения. Механическое разрушение происходит в результате воздействия переменной температуры, воды и ветра, химическое разложение — в результате воздействия различных реагентов, например, воды и углекислоты на (полевошпат, когда образуется минерал каолинит  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Наиболее чистые глины, состоящие преимущественно из каолинита, называют каолинами. Обычные глины отличаются от каолинов химическим и минералогическим составом, так как помимо каолинита они содержат кварц, слюду, полевые шпаты, кальцит, магнезит и др.

Глины состоят из различных окислов, свободной и химически связанной воды и органических примесей. В число окислов, составляющих глины, входят: глинозем  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , кремнезем  $\text{SiO}_2$ , окись железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , окись кальция  $\text{CaO}$ , окись натрия  $\text{Na}_2\text{O}$ , окись магния  $\text{MgO}$  и окись калия  $\text{K}_2\text{O}$ . Глинозем оказывает наибольшее влияние на свойства керамических изделий и является важнейшей составной частью глины. Чем выше содержание глинозема, тем выше пластичность и огнеупорность глины. Кремнезем является основным (по количеству) окислом, образующим глины — количество его достигает 60—78%.

Пластичность является важнейшим технологическим свойством глин, обуславливающим возможность формования из них различных керамических

изделий. Степень пластичности зависит от минералогического и гранулометрического (зернового) состава, формы и характера поверхности зерен (шероховатая или окатанная), а также от содержания растворимых солей, органических примесей и воды. [1]

Имеется много методов определения пластичности. Наиболее широкое распространение получил метод, характеризующий пластичность по величине воздушной усадки глиняного теста и количества воды затворения, необходимого для получения удобоформуемой массы. Глины более пластичные требуют большего количества воды и дают большую усадку, чем тощие малопластичные глины. По степени пластичности глины делят на высокопластичные, имеющие водопотребность более 28% с воздушной усадкой от 10 до 15%, средней пластичности — водопотребность от 20 до 28%, воздушная усадка от 7 до 10% и малопластичные — водопотребность менее 20%, воздушная усадка от 5 до 7%.

Пластичность глины можно повышать добавлением более пластичной глины, а также путем отмучивания, т. е. освобождением глины от примесей песка. Механическая обработка и вылеживание также повышают пластичность глин. Понижение пластичности достигается добавлением отошающих добавок.

Пластичность глин зависит от гранулометрического состава: чем больше содержание глинистых частиц (мельче 0,001 мм), тем выше пластичность. В состав глины входят различные по крупности частицы: от 5 до 0,14 мм — песчаные фракции, от 0,14 до 0,005 мм — пылевидные фракции и менее 0,005 мм — глинистые фракции. Огнеупорные глины являются высокодисперсными — содержание фракций меньше 0,001 мм составляет 60—80%. В легкоплавких глинах преобладают фракции от 0,01 до 0,001 мм.[2]

### 1.2.2 Отощающие добавки

Отощающие добавки – это материалы, снижающие пластичность и усадку глин в сушке и обжиге. К ним относятся: кварц, шамот, золы, шлаки и др.

1. Кварцевые материалы – наиболее распространенные природные отощающие добавки. К ним относятся жильный кварц, кварцевые пески и кремень. Они состоят из кремнезема и являются отошителями из-за способности не давать усадку при сушке и обжиге. Кварц и его кристаллические разновидности устойчивы к действию кислот (за исключением плавиковой) и менее стойки к щелочам. Степень воздействия щелочей на кварц тем выше, чем мельче его зерна. При нагревании кварц претерпевает модификационные превращения в твердой фазе: при 575°C он перекристаллизуется из  $\beta$ -кварца в  $\alpha$ -кварц с увеличением объема, что может привести к растрескиванию изделий. При 870°C он превращается в тридимит, а при 1410°C – в кристобалит. При 1710°C кварц плавится и при резком охлаждении дает кварцевое стекло. Эти особенности кварца в технологии керамики известны и учитываются при разработке режимов обжига: при температурах указанных превращений скорость подъема и охлаждения замедляют. Заменителями жильного кварца могут быть чистые кварцевые пески, а также пески, получаемые при отмучивании каолинов.

2. Пылевидный кварц (маршаллит) – это природное вещество от серовато-белого до чисто белого цвета, с высокой дисперсностью. Он не является чистым кремнеземом, так как содержит значительное количество щелочных оксидов. Маршаллит применяется в производстве изделий тонкой керамики.

3. Кремень представляет собой кристаллическую разновидность кремнезема и встречается в природе в виде кусков различной формы. После предварительного обжига лучшие сорта кремня без примесей железа используют в производстве тонкой керамики. Кремневую гальку применяют

в качестве мелющих тел в шаровых мельницах для измельчения керамических масс и глазурей.

При оценке кварцевого сырья существенное значение имеет его чистота. Вредны примеси, снижающие качество кварцевых материалов, а в случае высокого их содержания исключающие возможность его применения. Сюда относятся окрашивающие примеси:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , слюда и железистые силикаты.

4. Шамот изготавливают обжигом огнеупорных или тугоплавких глин при температурах 100-1400°C. Его применяют как отощитель керамических масс, при производстве облицовочных плиток, фарфора и фаянса, шамотных огнеупоров. Шамот в отличие от других отощителей не понижает огнеупорности масс. Зерновой состав и количество шамота определяются рецептурой массы для разных видов изделий. Лучше применять его тонкозернистым и при совместном помоле с глинистыми минералами для равномерного распределения в массе.

На многих керамических заводах вместо шамота применяют измельченный бой готовых изделий или утильного обжига, а также бой огнеупоров, который предварительно сортируют и очищают от загрязнений. На кирпичных заводах вместо шамота используют молотый обожженный кирпич. Но количество этих отходов невелико, поэтому они не оказывают заметного влияния на свойства масс. Применение боя и отходов кирпича важнее с точки зрения их утилизации, создания безотходных технологий и охраны окружающей среды.

5. Дегидратированная глина применяется при недостатке отощителей. Она получается нагреванием обычной глины до 600-700°C, когда та теряет пластичность при удалении химически связанной воды. Ее применяют чаще в производстве грубой строительной керамики. Это позволяет снизить сроки сушки без появления трещин на изделиях, расширить базу отощителей.

6. Известняк является отощающей и разрыхляющей добавкой. При нагревании до 910°C карбонаты разлагаются на  $\text{CO}_2$  и  $\text{CaO}$ , поэтому нельзя

применять известняк размером более 0,63 мм, чтобы исключить растрескивание керамики. Его надо применять тонкозернистым и в небольших количествах. При 1000°C CaO вступает в реакцию с другими оксидами массы, особенно с щелочными. С кварцем он образует волластонит ( $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ ), упрочняющий керамику. Скорость реакции возрастает с повышением температуры обжига и ростом количества легкоплавких соединений, содержащих CaO. Присутствие извести в глинистых массах понижает температуру спекания, но уменьшает интервал спекания, затрудняя обжиг и создавая опасность деформации изделий. Из карбонатов кальция в состав керамических масс обычно вводят мел, так как он состоит из более тонких частиц, легче размалывается и дешевле мрамора. Однако после обжига мел дает более темную, чем мрамор, окраску керамики. Добавка мела в массы, обжигаемые не до спекания и покрываемые глухими свинцово-оловянными глазурями, полезна, так как при этом повышается пористость изделий, в результате чего лучше закрепляется глазурь на керамике.[3]

### **1.1.3 Плавни (флюсующие материалы)**

Плавни в керамических массах играют роль отошающих добавок. При обжиге плавни способствуют образованию легкоплавкого расплава, снижают температуру обжига изделий, повышают плотность черепка. В качестве плавней в массах тонкокерамических изделий используют полевой шпат, пегматит, нефелиновый сиенит, перлит, мел, доломит, тальк и другие материалы. Действие плавней в массе не одинаково. Полевые шпаты, пегматиты, нефелиновые сиениты сами переходят в расплав, мел, доломит, тальк образуют расплав при взаимодействии с глинистым веществом, кварцем и другими компонентами массы.

Полевые шпаты составляют большую группу алюмосиликатов K, Na, Ca и реже Ba, широко (до 60%) представленную в земной коре минералами: ортоклазом (микроклин)  $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2$ , альбитом  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2$ , анортитом  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2$  и др. В чистом виде они встречаются редко, так как, смешиваясь друг с другом, образуют твердые растворы.

По минералогическому составу полевые шпаты разделяются на три группы: натриево-калиевые полевые шпаты (ортоклазы), натриево-кальциевые полевые шпаты (плагиоклазы) и калиево-бариевые полевые шпаты (гиалофаны).

Калиевый полевой шпат  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  имеет окраску белую, кремовую до темно-красной, плотность 2,56—2,58 г/см<sup>3</sup>. Температура плавления 1130—1450°С. В природе встречаются две его разновидности — микроклин и ортоклаз, имеющие одинаковый химический состав, но отличающиеся кристаллографическими и кристаллооптическими свойствами.

Натриевый полевой шпат  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  — альбит, белого цвета или с оттенками других цветов — красного, желтого, серого и др. Плотность его 2,62 г/см<sup>3</sup>, Температура плавления 1120—1250° С.

Кальциевый полевой шпат  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  — анортит, имеет желтоватый цвет, плотность 2,76 г/см<sup>3</sup>. Температура плавления 1250—1550° С. С увеличением содержания оксида кальция в полевом шпате снижается прозрачность расплава. Поэтому лучше применять щелочные полевые шпаты с содержанием анортита менее 20%.

Лучшие виды плавней для твердого фарфора натриево-калиевые полевые шпаты, в которых преобладает ортоклаз. Полевые шпаты этой группы обладают низкой температурой плавления и достаточно большим интервалом между спеканием и плавлением 140—220° С, а соотношение  $K_2O$  и  $Na_2O$  должно быть не менее 2. При прокаливании при 1350° С пробы, предварительно прошедшей через сито № 0112 (2630 отв./см<sup>2</sup>) для I сорта и № 0071 (6400 отв./см<sup>2</sup>) для II и III сортов, на ней не должно быть черных точек (мушек).

Полевые шпаты в чистом виде встречаются редко в крупнокристаллических магматических породах (пегматитовых жилах), и запасы их весьма ограничены. Чаще они встречаются в различных соотношениях в виде природных смесей минералов, загрязненных биотитом, магнетитом, пироксеном, амфиболами и др. Изоморфная смесь альбита и

анортита образует плагиоклазы белого, серого, розового цвета с плотностью 2,62—2,76 г/см<sup>3</sup>. По содержанию анортита плагиоклазы делятся на три группы: кислые (до 30%), средние (до 60%) и основные (более 60%). Как плавни, плагиоклазы ниже полевых шпатов по качеству, так как имеют более высокую температуру плавления и меньший интервал спекания, чем у ортоклазов.

Пегматиты — полевые шпаты, проросшие кварцем. Они широко используются в керамических массах в качестве заменителей полевых шпатов. Содержание кварца в пегматитах колеблется от 30 до 35%, полевого шпата от 65 до 70%.

Пегматиты, как и полевые шпаты, используемые в производстве тонкокерамических изделий, должны удовлетворять требованиям ГОСТ. В кусковом сырье содержание оксида железа не должно превышать 0,2%, а CaO+MgO — 1,5%, K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O должно быть не менее 12% (марка Ш1К) и 8% (марка П1К) при массовом соотношении K<sub>2</sub>O : Na<sub>2</sub>O не менее 3. Содержание свободного кварца не более 8% (марка Ш1К) и 30% (марка П1К).

Температура плавления пегматитов 1230—1300° С. Как и плагиоклазы-пегматиты имеют непостоянный состав как по размерам зерна, так и по содержанию кварца, микроклина, плагиоклаза, что учитывается при расчете масс.

Нефелиновый сиенит представляет собой горную породу, содержащую минералы нефелина K<sub>2</sub>O\*3N<sub>2</sub>O \* 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-9SiO<sub>2</sub>, альбита Na<sub>2</sub>O \* Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-6SiO<sub>2</sub>, микроклина K<sub>2</sub>O • Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> • 6SiO<sub>2</sub>, а также примесей слюды, магнетита и др. Плотность его 2,58—2,64 г/см<sup>3</sup>, температура плавления около 1200° С. Содержание щелочей в нефелине составляет 20—30%.

Нефелиновые сиениты обычно загрязнены железистыми примесями и в производстве фарфоровых и фаянсовых изделий бытового назначения до настоящего времени не используются. Их применяют в производстве химически стойких изделий, плиток для полов, фаянсовых облицовочных

плиток, покрываемых глухими (непрозрачными) глазурями, в количествах 20—30% по массе.

Опыт использования нефелинового сиенита показывает, что введенный взамен полевого шпата в эквивалентно-молекулярных количествах он снижает температуру спекания массы не меньше, чем полевой шпат, а в отдельных случаях и больше, увеличивает сопротивление разрыву и повышает эластичность черепка. Ввод в массу нефелинового сиенита снижает пористость черепка, несколько повышает механическую прочность и огневую усадку, уменьшает склонность к образованию цека глазури.

Перлиты — стекловидные вулканические породы, имеющие температуру размягчения 1040—1070° С, температуру плавления 1300—1320 С. Они вводятся в керамические массы в качестве заменителя полевого шпата в тех случаях, когда не требуется высокая белизна изделия.

Использование заменителей полевого шпата экономически выгодно, так как расширяет сырьевые ресурсы керамической промышленности, высвобождает ресурсы полевого шпата для применения в глазурях и массах для изделий специального назначения, снижает транспортные расходы за счет использования местного сырья. При хорошем обогащении заменителей полевого шпата получают высококачественные изделия.

Тальк  $3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$  с плотной структурой называют жировиком, или стеатитом. Минералогический состав талька: тальк — 94—99%, хлориты 1—6, рудные минералы — менее 1%. Огнеупорность талька 1490—1510° С.

Мел, мрамор  $\text{CaCO}_3$  и доломиты  $\text{CaCO}_3\cdot \text{MgCO}_3$  реже используются как добавки в массу и широко применяются для приготовления глазури.

Карбонатные материалы не должны содержать вредных примесей, особенно железистых. Качественные доломиты должны содержать  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  не более 0,2% (I сорт) и 0,3% (II сорт); для глазурей соответственно — 0,1 и 0,15. Содержание  $\text{SiO}_2$  не должно превышать 3% для I и II сортов. Флюсующее действие доломита выше, чем мела и мрамора, особенно при температурах выше 1100° С. [4]

## **1.2 Способы формования строительных изделий**

Процесс придания массе размеров и заданных форм (т. е. получение заготовки изделия) называется формованием.

### **1.2.1 Пластический способ**

При пластическом формовании измельченную глину смешивают с непластичными добавками. Самыми распространёнными считаются пластический и полусухой способы формования.

Пластическим способом формуют большинство изделий стеновой керамики (кирпич обыкновенный, пустотелый, литой, керамические камни), черепицу, канализационные трубы, клинкерный кирпич другие изделия относительно сложной формы, возможно с внутренними пустотами. Формование осуществляется из пластичных глиняных масс влажностью 18 - 28 % преимущественно на ленточных; шнековых безвакуумных и вакуумных прессах. Приготовленная пластичная масса содержит до 10 % воздуха, что снижает плотность, прочность и формовочные свойства массы. Вакуумирование (разрежение 90-98 кПа) позволяет получить пластичную массу более высокого качества. Из глиносмесителя масса продавливается через перфорированную решетку в вакуум-камеру, предварительно разрезанная ножами и падает на формующий шнек пресса. С помощью шнека масса уплотняется и перемещается в головку пресса и мундштук, где приобретает требуемую форму и выходит в виде сплошного бруса. Для формования рядового глиняного кирпича (полнотелого) мундштук имеет плавно сужающееся к выходу прямоугольное отверстие. Для формования пустотелых изделий используют мундштуки с кернами, благодаря которым в глиняном бруске образуются пустоты. Выходное отверстие мундштука имеет размеры несколько большие, чем размеры готового изделия, учитывая воздушную и огневую усадку сырца. Производительность ленточных прессов достигает 10 тыс. шт. кирпича-сырца в час. Выходящий из мундштука ленточного пресса глиняный брус разрезается автоматами на отдельные кирпичи.

Как правило, все печи для обжига кирпича разбиты на зоны: подогрева, обжига, охлаждения. Температура соответствующих зон такова: зона подогрева – от 20° до 800°С; зона обжига – от 800° до 1020°С; зона охлаждения – от 1000° до 50° С. Рабочее время обжига порядка 30ч, но иногда достигает 80ч, это зависит от вида и размера печи. Время подогрева обычно занимает 10–11 ч; обжига - 7–8 ч; охлаждения 13–15 ч.

На рисунке 1 показана схема пластического формования керамических изделий.[5]



Рисунок 1.1-Схема пластического способа формования керамических изделий

### 1.2.2 Полусухое прессование

Полусухое прессование имеет преимущества: прочнее сырец, точнее конфигурация и размеры, меньше усадка в сушке и обжиге, проще механизация. Поэтому оно применяется чаще, чем пластическое формование (особенно для плоских тонкостенных изделий).

Измельченные глинистые материалы из запасников и хранилищ попадают на виброгрохоты, где просеиваются до прохождения ими через сита с размером частиц 1 - 3 мм. Содержание зерен <1мм допускается до 50%. Затем все компоненты сырьевой массы дозируют в зависимости от

рецептуры завода и смешивают обычно в двухвальных глиносмесителях, где происходит пароувлажнение пресс-порошка до влажности 8 – 12%. Технологическая схема производства представлена рисунком 2. Для прессования пресс-порошка в кирпичной промышленности обычно используют двухступенчатый, двухсторонний пресс для полусухого прессования, имеющий гидравлически регулируемое плавно увеличивающееся давление. Прессование осуществляется в несколько этапов. Первая ступень прессования осуществляется при давлении 40 – 70 кг/см<sup>2</sup>, вторая при давлении до 225 кг/см<sup>2</sup>. Продолжительность полного цикла прессования составляет 6с, из них собственно прессование занимает 2,08с. Оптимальное соотношение между величинами первоначального и окончательного давлений прессования находится в пределах от 1:3 до 1:4. При прессовании кирпича первоначальное давление в большинстве случаев равно 30 – 50 кг/см<sup>2</sup>, что обеспечивает осадку массы на 75 – 85% ее конечной величины.

Часто на кирпичных заводах, работающих по методу полусухого прессования, применяют коленорычажные и ротационные прессы. На рисунке 2 показана схема полусухого прессования.[6]



Рисунок 1.2-Схема полусухого способа производства керамических изделий

#### **1.4 Основные свойства строительной керамики**

Пористость керамического черепка обычно составляет 10-40%, она возрастает при введении в керамическую массу порообразующих добавок. Стремясь снизить плотность и теплопроводность, прибегают к созданию пустот в кирпиче и керамических камнях.

Водопоглощение характеризует пористость керамического черепка. Пористые керамические изделия имеют водопоглощение 6-20 % по массе, т.е. 12-40 % по объему. Водопоглощение плотных изделий гораздо меньше: 1-5 % по массе (2-10 % по объему).[7]

Теплопроводность абсолютно плотного керамического черепка большая-1,16 Вт/(м °С). Воздушные поры и пустоты, создаваемые в керамических изделиях, снижают плотность и значительно уменьшают теплопроводность, так, например, снижение плотности стеновых керамических изделий с 1800 до 700 кг/м<sup>3</sup> понижает их теплопроводность с 0,8 до 0,21 Вт/(м °С).

Прочность зависит от фазового состава керамического черепка, пористости и наличия трещин. Марка стенового керамического изделия (кирпича и др.) по прочности обозначает предел прочности при сжатии, однако при установлении марки кирпича наряду с прочностью при сжатии учитывают показатель прочности при изгибе, поскольку кирпич в кладке подвергается изгибу.

Морозостойкость. Марка по морозостойкости обозначает число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживает керамическое изделие в насыщенном водой состоянии без признаков видимых повреждений (расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашивание). Керамические изделия имеют марки по морозостойкости: 15, 25, 35, 50, 75, 100 в зависимости от своей структуры.

Паропроницаемость стеновых керамических изделий способствует вентиляции помещений. Малая паропроницаемость нередко служит причиной отпотевания внутренней поверхности стен помещений с

повышенной влажностью воздуха. Неодинаковая паропроницаемость слоев, из которых состоит наружная стена, вызывает накопление влаги.[8]

## Глава 2 Методы исследования

Для получения изделий хорошего качества необходимо тщательно готовить пластическую массу, дать ей вылежаться в течение некоторого времени для глубокого протекания процессов образования на поверхности глиняных частиц гидратных оболочек. Количество воды, необходимое для придания глине рабочей консистенции, называется водой затворения. В очень пластичных нормальная рабочая влажность составляет 35 – 40 %, в среднепластичных 25 – 35 %, в малопластичных глинах – от 15 до 25 %.

Изготовление образцов из глиняного теста пластической консистенции для дальнейшего изучения поведения исследуемой глины в сушке и обжиге. Воздушно-сухую глину из средней пробы около 1 – 2 кг уложить ровным слоем в таз и замочить водой. Количество воды для замачивания определяется предварительной пробой: к 100 г глины постепенно добавляется водопроводная вода, глина постоянно перемешивается, вода отливается из мерного цилиндра. Добиваются получения глины нормальной рабочей влажности, которая определяется по тому, что глина легко формуется и при раскатывании руками не прилипает к плите и пальцам.

Подготовленную пробу глины заливают необходимым количеством воды в 2 – 3 приема с промежутком в 20 – 30 минут. Чтобы вода лучше смачивала сухой порошок глины, в нем надо делать лунки. Глина перемешивается через 10 – 14 часов вручную до уничтожения комков и получения однородной массы. Глина выкладывается на плиту, проминается руками от центра кома к краям для удаления воздушных прослоек. Ком глины перебивается на плите. При необходимости подсыпается сухая глина. Хорошо проработанное тесто однородно по цвету, не имеет пузырьков и прослоек. Тесто оформляют в виде бруска, заворачивают во влажную ткань и укладывают в эксикатор для вылеживания. Из теста с нормальной рабочей влажностью в нескольких местах вырезаются кусочки по 15 – 20 г, высушиваются до постоянной массы и определяется их влажность, которая называется водой затворения. Относительная влажность показывает

содержание воды в глине нормальной рабочей консистенции, а абсолютная влажность показывает, сколько см<sup>3</sup> воды надо добавить к 100 г сухой глины, чтобы получить тесто рабочего состояния.

Далее из приготовленного и вылежавшегося теста рабочей влажности набивкой вручную в специальные формы формуются глиняные образцы:

- плитки 50 x 50 x 10 мм – 15 – 18 штук – для изучения воздушной и огневой усадки и исследования спекаемости глин;

- кубики размером 25 x 25 x 25 мм – 15 – 18 штук – для определения коэффициента чувствительности к сушке и для изучения изменения предела.

Все изделия маркируются, укладываются на стеклянную пластинку, покрываются влажной тканью и высушиваются в комнатных условиях.

### **2.1 Определение воздушной усадки глинистого сырья**

При сушке керамических изделий, содержащих технологическую связку, происходит, как правило, уменьшение их объема, особенно значительное для содержащего глину полуфабриката, полученного пластическим формованием или шликерным литьем. Уменьшение объема изделий при сушке называют воздушной усадкой.

Изменение размеров керамических изделий при их высушивании 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. Важную роль в усадке играет в ряде случаев уменьшение собственного объема частиц глинистых минералов, содержащих межплоскостную воду.

Значительная усадка полуфабриката в сушке является одной из причин их растрескивания и коробления, происходящих в результате действия внутренних напряжений, превышающих силы связности керамической массы.

Воздушную линейную усадку определяют по изменениям линейных

размеров образцов при сушке. Величина воздушной усадки прямо пропорциональна пластичности глин, и косвенно по ее значениям можно судить о сушильных свойствах глинистого сырья. Чем больше величина усадки, тем чувствительнее глина к сушке.

Для глинистых материалов значение воздушной усадки обычно равно 6–10 %. Отошение глин песком, шамотом и т.д. понижает воздушную усадку. Усадочные явления в глинах зависят от их состава и свойств: монтмориллонитовые глины, например, имеют большую усадку, чем каолиновые. Высоко- и среднепластичные глины имеют линейную усадку более 10%, умереннопластичные - от 6 до 10 %, мало- и непластичные - менее 6 %. Условия сушки также могут оказывать влияние на величину усадки. Так, при медленной сушке в естественных условиях изменение размеров образцов будет больше, чем при искусственной сушке со сравнительно быстрым подъемом температуры. Из пласта глиняной массы в нормальном рабочем состоянии, раскатанного металлической или деревянной скалкой до толщины 8 мм, вырезают металлической формочкой, смазанной минеральным маслом, плитки размером 50 x 50 x 10 мм. Можно изготавливать образцы в виде прямоугольной призмы размером 60 x 30 x 10 мм. Образцы незамедлительно раскладывают на покрытом тонкой бумагой листе из стекла, пластмассы или на другой ровной поверхности. На свежеформованные плитки наносят лабораторный порядковый номер и острыми концами штангенциркуля ставят метки (расстояние между метками должно составлять 50 мм), располагаемые по диагоналям, как показано на рисунке 2.1.

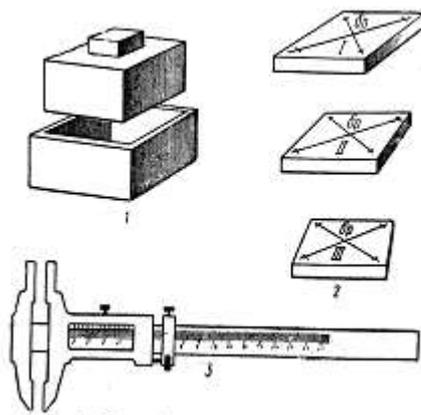


Рисунок 2.1 - Аппаратура, используемая для определения усадки на образцах – плитках: 1- форма с выталкивателем; 2 – образцы размером 50x50x5 мм; 3 – штангенциркуль

Глубина вдавливания концов штангенциркуля 2 –3 мм. После этого образцы подсушивают под стеклянным колпаком в течение 3 – 4 часа, а затем на воздухе в течение 24 часов. По мере высыхания плитки периодически осторожно переворачивают, не их деформации. После высушивания образцов на воздухе их досушивают в сушильном шкафу при температуре 105 – 110 °С не менее 1 часа. На высушенных образцах измеряют штангенциркулем расстояние между каждой парой меток. Штангенциркуль должен обеспечивать замер расстояния с погрешностью не более 0,05 мм.

Вычисление линейной усадки (%) производят по формуле:

$$L_B = \frac{d_1 - d_2}{d_1} * 100 \quad (2.1)$$

где  $d_1$  - расстояние между метками на отформованных образцах, мм;

$d_2$  - расстояние между метками на образцах после сушки, мм.

Образцы из высокопластичных чувствительных к сушке глин могут деформироваться в процессе сушки, усадка в разных направлениях образца может оказаться неодинаковой. Поэтому при подсчете средней величины воздушной усадки результаты измерений сильно деформированных образцов следует отбрасывать. За истинный показатель воздушной усадки принимают среднее арифметическое не менее 10 параллельных испытаний. Допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно

превышать 0,3 %. Окончательное значение величины усадки обычно округляют до 0,1 %.

## **2.2 Определение коэффициента чувствительности глин к сушке глинистого сырья**

Чувствительность глин к сушке определяет способность сырца, отформованного из глины, противостоять без трещин и деформаций внутренним напряжениям, развивающимся в результате удаления усадочной воды. Эта способность численно выражается величиной коэффициента чувствительности к сушке.

Чувствительность глин к сушке определяют отношением величины объемной усадки к объему свободных пор высушенного образца, которое условно называют коэффициентом чувствительности глин к сушке, и вычисляют по формуле:

$$k_{\text{ч}} = \frac{V_2}{V_1 \left( \frac{m_1 - m_2}{V_1 - V_2} - 1 \right)} \quad (2.2)$$

где  $V_2$  - объем образца, высушенного при температуре 20 °С, см<sup>3</sup>;

$V_1$  - объем влажного образца, см<sup>3</sup>;

$m_1$  - масса влажного образца, г;

$m_2$  - масса образца, высушенного при температуре 20<sup>0</sup> С, г

Из средней пробы глины берут навеску около 0,5 кг, высушивают на воздухе, измельчают (не растирая) в фарфоровой ступке и просеивают через сито с размером отверстий 1 мм. Подготовленную таким образом глину замачивают водой до формовочной влажности, перемешивают, покрывают влажной тканью и оставляют на сутки для вылеживания.

Из приготовленной массы формируют образцы размером 50 x 50 x 5 мм (по три образца для каждой пробы), которые сразу взвешивают с точностью до 0,1 г и измеряют объем в объемомере (рисунок 2.2)

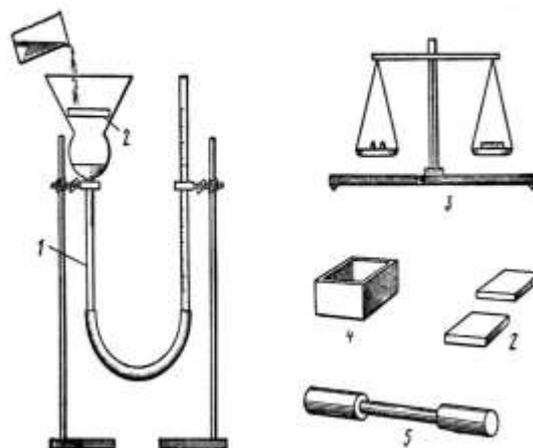


Рисунок 2.2 – Аппаратура для определения коэффициента чувствительности глин к сушке: 1 - объеммер; 2 - образцы-плитки; 3- технические весы; 4 - форма 50x50 мм; 5 – скалка для формования образцов

Далее эти образцы высушивают при температуре 20 °С до постоянной массы, взвешивают и замеряют их объем в том же объеммере. Если объеммер заполнен керосином, то высушенные образцы необходимо предварительно до замера насытить керосином. Образцы сначала заливают керосином на половину их высоты, а при появлении пятна на верхней грани заливают их полностью и выдерживают в течение суток.

### 2.3 Определение водопоглощения обожженных изделий

При известной массе тела определение водопоглощения сводится к измерению его объема, включая объем всех его пор. Для определения объема существуют различные методы и приборы (волюмометры), принцип работы которых основан: а) на вытеснении испытуемым образцом несмачивающей жидкости; б) на гидростатическом взвешивании образца, предварительно насыщенного жидкостью, не взаимодействующей с испытуемым материалом и обладающей хорошей смачивающей способностью.

В соответствии с ГОСТ 2409-95 используют образцы объемом 50 - 200 см<sup>3</sup>, вырезанные или отколотые от изделий с частичным сохранением наружной корочки. В лабораторной практике допустимо использование специально изготовленных образцов строгой геометрической формы (кубической или цилиндрической), или отколотых кусков меньшего размера.

Образцы или куски материала обдувают сжатым воздухом либо очищают жесткой волосяной щеткой от пыли, высушивают в шкафу до постоянной массы и хранят в эксикаторе. Кусковые образцы не должны содержать трещин и острых углов.

Подготовленные образцы в количестве не менее трех взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. Для насыщения пор образцов жидкостью применяют кипячение либо метод вакуумирования. Оба метода дают примерно одинаковые результаты, однако вакуумирование требует меньше времени и поэтому предпочтительно.

Для насыщения кипячением сухие взвешенные образцы помещают на подставке с отверстиями в сосуд, который постепенно заливают водопроводной водой с таким расчетом, чтобы уровень воды на 2 - 3 см перекрывал поверхность образцов. Образцы кипятят в течение 2 - 3 часов. Испарившуюся часть воды необходимо возмещать, так как кипячение образцов, не полностью погруженных в воду, приводит к существенным ошибкам. После кипячения образцы охлаждают в воде до комнатной температуры.

Для насыщения вакуумированием сухие взвешенные образцы помещают в вакуумную ячейку (рисунок 2.3), присоединенную к вакуум-насосу.

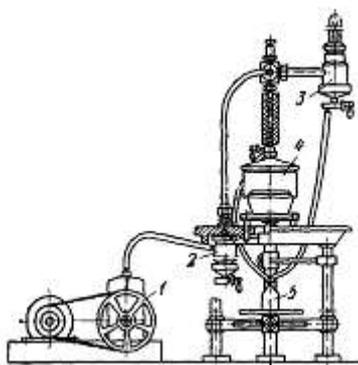


Рисунок 2.3- Устройство для насыщения пор образцов жидкостью:  
1 - масляный вакуум-насос; 2 - сосуд-ловушка; 3 - вакуумметр; 4 - вакуумная ячейка для образцов; 5 - сосуд для воды или керосина

После откачки воздуха (остаточное давление 15 - 20 мм рт. ст.) 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.

Образцы, насыщенные жидкостью, на воздухе и в погруженном состоянии, взвешивают на гидростатических весах (рисунок 2.4).

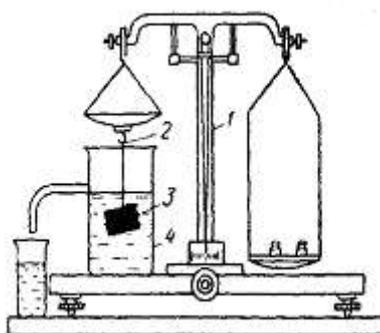


Рисунок 2.4 – Гидростатические весы для определения водопоглощения, кажущейся плотности и открытой пористости: 1 - весы; 2 - подвеска; 3 - испытуемый образец; 4 - емкость с водой или керосином

При взвешивании в погруженном состоянии образец помещают на легкую сетчатую подставку или подвешивают проволоочной петлей. Перед взвешиванием образца уравнивают чашки с подвесным устройством. Для взвешивания на воздухе образца, насыщенного жидкостью, предварительно влажным отжатым полотенцем удаляют с его поверхности избыток жидкости. После каждых 10 - 15 таких операций ткань повторно отжимают. Взвешенные образцы снова помещают в жидкость и хранят в ней до завершения всех расчетов.

При использовании для насыщения образцов керосина необходимо предварительно определить его плотность с точностью до  $0,001 \text{ г/см}^3$ .

При определении водопоглощения малых спекшихся образцов для повышения точности результатов образцы рекомендуют взвешивания проводить на аналитических весах.

Величину водопоглощения подсчитывают с точностью до 0,1 %, величину кажущейся плотности - с точностью до  $0,001 \text{ г/см}^3$

Водопоглощение  $V$ , подсчитывают по следующей формуле:

$$V = \frac{m_1 - m}{m} * 100 \quad (2.3)$$

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.

#### 2.4 Определение предела прочности при сжатии

Образцы для этого вида испытаний должны иметь форму цилиндров или кубов, причем диаметр цилиндра примерно равен его высоте. Плоскости образцов, которые должны прилегать к плитам испытательной машины (пресса), должны быть плоскопараллельны и отшлифованы.

Размеры обожженных при разных температурах обжига образцов кубиков замеряются штангенциркулем в верхней и нижней частях образца в направлении, параллельном помеченным плоскостям.

При установке образца на плиту пресса необходимо учитывать возможные перекосы образца, поэтому испытания проводят на полусферической опоре. Иногда на образец снизу и сверху укладывают прокладки из легко деформируемого материала (картона, резины, алюминия, меди и т.д.), которые устраняют действие перекосов, неровностей и другие дефекты поверхности образца.

Для проведения испытаний отбирают образцы без видимых дефектов, измеряют, как указано выше, и измеряют их среднее сечение по формуле:

$$S_{cp} = \frac{S_B - S_H}{2} \quad (2.4)$$

где  $S_B$  и  $S_H$  – площади соответственно верхнего и нижнего сечений.

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:

$$\sigma_{сж} = \frac{P * S}{a * b} * 0,1 \quad (2.5)$$

где P - показание манометра, кгс/см<sup>2</sup>; S - площадь поршня, см<sup>2</sup>; a\*b - площадь образца, см<sup>2</sup>. [9]

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4Г6А	Матвеевой Юлии Евгеньевне

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение Школа</b>	<b>НОЦ Кижнера</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	18.03.01 «Химическая технология»

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

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

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

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

**Перечень графического материала**

Оценка конкурентоспособности ИР  
Матрица SWOT  
Диаграмма Ганта  
Бюджет НИ  
Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4Г6А	Матвеева Юлия Евгеньевна		

## **Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований**

Данная научно-исследовательская работа направлена на исследование, техногенного сырья для производства строительной керамики с помощью метода высокотемпературного обжига, в лаборатории НОЦ Кижнера, кафедры силикатов и nano материалов 026 аудитории 2 корпуса ТПУ.

Данный метод применяется для улучшения свойств и структуры керамических материалов в строительной промышленности.

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя (Инженера) и студента-дипломника (лаборанта-исследователя).

Данная выпускная квалификационная работа заключается в определении оптимального высокотемпературного обжига для керамических материалов на основе техногенного сырья (зол).

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НИР, оценка её эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИР;
- Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- Рассчитать бюджет затрат на исследования;
- Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

#### 4.2 SWOT-анализ

Базовым рынком сбыта продукции является рынок Российской Федерации и СНГ, в перспективе планируется выход на международные рынки.

Успех в достижении стратегических целей научно-исследовательской работы обеспечивается получением синергетических эффектов выгоды от вертикальной интеграции, выгоды от диверсификации, от доступа к новым каналам сбыта продукции и технологиям, увеличение доли на рынке.

SWOT-анализ представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2-SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Развитая производственная, научная; социальная инфраструктуры;</li> <li>2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями;</li> <li>3. Экологичность материалов;</li> <li>4. Доступность для отечественных производителей;</li> <li>5. Ведущие позиции НИ ТПУ в области разработки функциональной и конструкционной керамики</li> </ol>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие прототипа научной разработки;</li> <li>2. Высокие требования к продукту;</li> <li>3. Технология не опробована на производстве.</li> </ol>
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производство новых видов продукции для нужд текущих и новых потребителей;</li> <li>2. Освоение новых сегментов рынка керамики;</li> <li>3. Инновационные достижения в области керамики.</li> </ol>	<p>СИБ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышение спроса из-за цены и доступности материалов;</li> <li>2. Обширная база потребителей;</li> <li>3. Подбор технологии под различное производство и оборудование.</li> </ol>	<p>СЛив:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усовершенствование технологии позволяет применить ее для любых производств;</li> <li>2. Из-за гибкости технологии, возможно производить любые изделия, что делает ее более привлекательной.</li> </ol>

<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Появление новых конкурентов – производителей с более развитыми технологиями и низкими издержками;</li> <li>2. Появление на рынке продукта-заменителя (из нового сырья), а также рост его продаж;</li> <li>3. Потеря спроса.</li> </ol>	<p>. СИУ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравнительно низкие издержки производства относительно западных аналогов;</li> <li>2. Низкая себестоимость, уменьшение издержек, доступность для российских предприятий сделают данный материал более конкурентоспособным и поднимут спрос на данный продукт.</li> </ol>	<p>СЛиУ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внедрение технологий на производство с дальнейшим анализом издержек и проблем в процессе;</li> <li>2. Устранение проблем, возникших при применении технологии, рационализация, повышение эффективности.</li> </ol>
---	--	---

### 4.3 Планирование научно-исследовательской работы.

#### 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

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

Порядок этапов работы и распределение исполнителей приведены в таблице.

Таблица 4.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследования	2	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчётов обоснований	Инженер
	6	Подготовка рабочего места: подготовка исходных веществ, растворителей и вспомогательных веществ	Инженер
	7	Проведение экспериментов	Инженер
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер

Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер
Проведение ВКР			
Изготовление и испытание опытного образца	11	Получение опытных образцов	Инженер
	12	Лабораторные испытания опытных образцов	Инженер
Оформление комплекта документации по	13	Составление пояснительной записки	Инженер

### 4.3.2 Определение трудоёмкости проведения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

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

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоёмкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

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

вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

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

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

#### 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении выпускной квалификационной работы наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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 2020 году 366 календарных дней, из них выходных и праздничных дней 71.

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 57 - 14} = 1,24$$

В таблице 4.4 представлены временные показатели проведения научно-исследовательской работы.

Таблица 4.4 - Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнитель	Длительность работ в рабочих днях $T_{\text{pi}}$		Длительность работ в календарных днях $T_{\text{ki}}$	
		$t_{\text{min}}$ , чел-дни		$t_{\text{max}}$ , чел-дни		$t_{\text{ож}}$ , чел-дни			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Разработка технического задания	0,3	0,3	0,6	0,6	1	1	Р	0,3	0,3	0,4	0,4
		0,3	0,3	0,6	0,6	1	1	И	0,3	0,3	0,4	0,4
2	Выбор направления исследований	0,5	0,5	2	2	1,1	1,1	Р	0,6	0,6	0,7	0,7
		0,5	0,5	2	2	1,1	1,1	И	0,6	0,6	0,7	0,7
3	Календарное планирование работ по теме	1	1	1,5	1,5	1,2	1,2	Р	0,6	0,6	0,7	0,7
		1	1	1,5	1,5	1,2	1,2	И	0,6	0,6	0,7	0,7
4	Подбор и изучение материалов	5	5	10	10	7	7	Р	3,5	3,5	4,3	4,3
		5	5	10	10	7	7	И	3,5	3,5	4,3	4,3

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	4	4	6	6	4,8	4,8	И	4,8	4,8	5,9	5,9
6	Проведение экспериментов	5	5	10	10	7	7	И	7	7	8,5	8,5
7	Получение опытных образцов	7	7	10	10	8,2	8,2	И	8,2	8,2	10	10
8	Лабораторные испытания опытных образцов	2	2	3	3	2,4	2,4	И	2,4	2,4	2,9	2,9
9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическим и исследованиям и	4	4	5	5	4,4	4,4	Р	2,2	2,2	2,7	2,7
		7	7	10	10	8,2	8,2	И	4,1	4,1	5	5
10	Оценка эффективности полученных результатов	3	3	4	4	3,4	3,4	Р	1,7	1,7	2,1	2,1
		5	5	7	7	5,8	5,8	И	2,9	2,9	3,5	3,5
11	Составление пояснительной записки	8	8	12	12	9,6	9,6	И	9,6	9,6	11,7	11,7

На основе таблицы 4.4 был построен календарный план-график проведения НИОКР.

Таблица 4.5 – Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	Исполнители	T <sub>ki</sub> дн	Продолжительность выполнения работ														
				Январь		Февраль			март			апрель			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Разработка технического задания	Руководитель, инженер	0,4 0,4	█														
2	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер	0,7 0,7	█	█													
3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер	0,7 0,7		█													
4	Подбор и изучение материалов	Руководитель, Инженер	4,3 4,3		█	█												
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	5,9			█	█	█										
6	Проведение экспериментов	Инженер	8,5				█	█	█									
7	Получение опытных образцов	Инженер	10					█	█	█								
8	Лабораторные испытания опытных образцов	Инженер	2,9						█	█								
9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер	2,7 5							█	█							
10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер	2,1 3,5								█	█						
11	Составление пояснительной записки	Инженер	11,7									█	█	█	█	█	█	

Руководитель	Инженер
█	▨

## 4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

### 4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расч\ i}$$

Где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;  $N_{расч\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 4.6 – Материальные затраты

Наименование	Марка, размер	Кол-во, кг	Цена за единицу, руб/кг	Сумма, руб.
Каолиновая глина	Терракот	2	3500	7000
Зола	-	0,500	2000	1000
Керосин	ТС-1	0,500	150	75
Всего за материалы				8075
Транспортно-заготовительные расходы (3-5 %)				323
Итого по статье С <sub>м</sub>				8398

### 4.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (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:

$$A = \frac{C_n \cdot H_a \cdot n}{100 \cdot k}$$

Где  $C_n$  – первоначальная стоимость оборудования;  $Ha$  – 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.

$$A_1 = \frac{15000 \cdot 10 \cdot 1,73}{100 \cdot 12} = 216 \text{ руб.}$$

$$A_2 = \frac{15000 \cdot 8 \cdot 1,73}{100 \cdot 12} = 173 \text{ руб.}$$

$$A_3 = \frac{250000 \cdot 10 \cdot 1,73}{100 \cdot 12} = 3604 \text{ руб.}$$

$$A_4 = \frac{85000 \cdot 12 \cdot 1,73}{100 \cdot 12} = 1470 \text{ руб.}$$

$$A_5 = \frac{138000 \cdot 10 \cdot 1,73}{100 \cdot 12} = 1990 \text{ руб.}$$

Таблица 4.7- Расчет амортизации оборудования

№	Наименование оборудования	$C_n$ , руб	$Ha$ , %	$A$ , руб
1	Весы аналитические Веста В153	15000	10	216
2	Пресс гидравлический	15000	8	173
3	Щековая дробилка ШД-10	250000	10	3604
4	Печь муфельная	85000	12	1470
5	Вытяжной шкаф	138000	10	1990
Итого		-	-	7453

#### 4.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ). Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

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

Где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

Где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени наудотехнического персонала, раб. дн.

В таблице 4.8 приведен баланс рабочего времени каждого работника НТИ.

Таблица 4.8 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
– выходные дни:	44	48
– праздничные дни:	14	14
Потери рабочего времени		
– отпуск	56	28
– невыходы по болезни	2	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	249	273

Месячный должностной оклад работника:

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

Где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный

коэффициент, равный 0,3 (30% от  $Z_{тс}$ );  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок

составляет примерно 0,2 – 0,5;  $k_p$  – районный коэффициент, для Томска равный 1,3

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	65644,8	2741,8	16	43868,8
Инженер	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2104	44	92576
Всего:								136444,8

Общая заработная исполнителей работы представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 - Общая заработная плата исполнителей

Исполнители	$Z_{осн}$ , руб.	$Z_{доп}$ , руб.	$Z_{зп}$ , руб.
Руководитель	43868,8	4386,9	48255,7
Инженер	92576	9257,6	101833,6

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

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

(пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования).

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	43868,8	4386,9
Инженер	92576	9257,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
<b>Итого:</b>	<b>40674,2</b>	

#### 4.4.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}$$

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 составляют:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,16 * (8398 + 7453 + 136444,8 + 40674,2) = 30875,2$$

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 4.12.

Таблица 4.12 - Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	
		Исп. 1	Исп. 2
1	Материальные затраты НТИ	8398	
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	7453	
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	92576,00	43868,8
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9257,60	4386,9
5	Отчисления во внебюджетные фонды	40674,2	
6	Накладные расходы	30875,2	
7	Бюджет затрат НТИ	237489,7	

Как видно из таблицы 4.12 основные затраты НИТ приходится на заработную плату исполнителей темы, на отчисления во внебюджетные расходы и накладные.

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

Где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $b_i$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки.

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0.10	4	3	4
2. Сложность технологии	0.10	4	4	4
3. Термофизические свойства	0.25	5	3	3
4. Надёжность	0.15	4	4	4
5. Энергосбережение	0.25	5	5	4
6. Материалоёмкость	0.15	5	3	2
Итого:	1			

Рассчитанная сравнительная ресурсоэффективность разработки представлена в таблице 4.14.

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.

Таблица 4.14 – Сравнительная ресурсоэффективность разработки

	Текущий проект	Исп. 1	Исп. 1
$I_{pi}$	4,55	3,7	3,75

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является улучшение свойств и структуры керамических материалов для реализации на международных рынках, как наиболее предпочтительных и рациональных, по сравнению с остальными;
2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 90 дня, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 76 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 12;
3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 237489,7 руб;
4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:
  - Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,55, по сравнению с 3,7 и 3,75;
  - 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.