

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

Тема работы
Разработка составов водостойкой композиции на основе каустического доломита

УДК: 620.22-419.8:666.762.38

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6А	Яковлева Владлена Сергеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Митина Наталия Александровна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТН	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 18.03.01 Химическая технология	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ревва Инна Борисовна	к.т.н.		

Томск – 2020 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ
ПО ООП 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>		
Р1	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)
Р2	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)
Р3	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)
Р4	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)
Р5	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)
Р6	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>		
Р7	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)
P9	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-14), Критерий 5 АИОР (п.2.2),СДИО (п. 3.2, 3.3)
P10	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, <i>демонстрировать лидерство в инженерной деятельности и инженерном предпринимательстве</i> , ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	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 Кижнера Н.М.

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 18.03.01 Химическая технология
 _____ Ревва И.Б.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4Г6А	Яковлева Владлена Сергеевна

Тема работы:

Разработка составов водостойкой композиции на основе каустического доломита
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 50 – 31/с от 19.02.2020
---	---------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 г
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<i>Объектом исследования является использование доломитовой породы Якутского, Тынзинского месторождения, а так же заводского (1,2) в качестве затворения водный раствор бикарбоната магния. Приведен литературный обзор по тематике выпускной квалификационной работы. В экспериментальной части описать использованные материалы и оборудование, предоставить методики проведения экспериментов, проанализировать полученные результаты, сделать выводы</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<i>Литературный обзор с помощью чего и разрабатывалась данная работа. Основной целью была получение водостойкой магnezияльной вяжущей из доломита при комплексном его использовании.</i>

Перечень графического материала	<i>Результаты экспериментальных данных, рентгеновский анализ</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Литературный обзор; Методы исследования; Экспериментальный анализ Митина	Митина Наталия Александровна, доцент кафедры ТСН, к.т.н.
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Кашук Ирина Вадимовна, доцент кафедры ОСГН, к.т.н.
«Социальная ответственность»	Черемискина Мария Сергеевна, ассистент ООД

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Митина Наталия Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6А	Яковлева Владлена Сергеевна		.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение школы НОЦ Н.М. Кижнера
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 г
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Митина Н.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ревва И.Б.	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 76 с., 7 рис., 25 табл., 24 источников, прил.

Ключевые слова: магнезиальное вяжущие, водостойкость, каустический доломит, бикарбонат магния.

Объектом исследования является магнезиальное вяжущие из доломитовой породы.

Цель работы: получение водостойкой магнезиального вяжущего из доломита при комплексном его использовании.

В процессе исследования проводились опыты отвержденных образцов на выявление их физико-химических свойств.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: предел прочности при сжатии, фазовый состав продуктов гидратации и твердения, коэффициент водостойкости.

Степень внедрения: Лабораторные испытания.

Область применения: в строительстве, производства фибролита, получения теплоизоляционных материалов, для устройства бесшовных теплых полов из ксилолита.

Для написания работы использовалась специальная литература, а также патенты, интернет – источники, некоторые нормативные документы.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Доломит – карбонатная горная порода, состоящие в основном из карбоната кальция и карбоната магния.

БКМ – бикарбонат магния;

РФА – рентгенофазовый анализ;

ДТА – дифференциально-термический анализ;

ЧС – чрезвычайная ситуация.

Нормативные ссылки используются в работе:

1. ГОСТ 4165-78 Реактивы. Медь (II) серноокислая 5-водная. Технические условия.
2. ГОСТ 8379 Реактивы. Натрий углекислый. Технические условия.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ(ред. от 01.04.2019)
4. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2013 г. N 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”
5. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
6. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
8. ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
9. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
10. СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

11. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.

Оглавление

РЕФЕРАТ	7
Определения, нормативные ссылки	8
Введение	12
Литературный обзор	13
1.1 Доломит. Характеристика как порода	13
1.2 Магнезиальное вяжущие из доломита	16
1.3 Жидкости затворения магнезиального вяжущего из доломита	17
1.4 Раствор БКМ как жидкость затворения магнезиального вяжущего	19
1.5 Предпосылки исследований	21
2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА.....	22
2.1 Методы исследований.....	22
2.1.1 Определение предела прочности на сжатие	22
2.2 Рентгенофазовый анализ.....	23
2.3 Термические методы анализа	23
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	26
3.1 Характеристика исходных материалов	26
3.1.1 Каустический доломит Якутского месторождения	26
3.1.2 Каустический доломит Таензинского месторождения	28
3.1.4 Раствор бикарбоната магния.....	30
3.2 Процесс подготовки образцов	31
3.3 Результаты испытаний	32
4«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	35
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	37
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	37
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	37
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	38

4.1.3 SWOT-анализ.....	39
4.2 Планирование научно-исследовательских работ	44
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	44
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	45
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	45
Рисунок 4.1 - диаграмма Ганта	48
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	49
4.2.4.1. Расчет материальных затрат НТИ	49
4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	50
4.2.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы	51
4.2.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	53
4.2.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54
4.2.4.6 Накладные расходы	55
4.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	55
5«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	61
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	64
5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства	64
5.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке в рабочей зоны	65
5.2. Производственная безопасность	65
5.2.1 Отклонение показателей микроклимата	66
5.2.2 Освещение в рабочей зоне	67
5.2.3 Электробезопасность	68
5.2.4 Пожаробезопасность	68
5.3. Экологическая безопасность	68
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
Вывод	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	75

ВВЕДЕНИЕ

Доломитом называется осадочная карбонатная горная порода, состоящая в основном из минерала доломита.

Группа карбонатных пород, отличающихся повышенным содержанием доломитовой составляющей, – доломитов, доломитизированных или доломитовых известняков, – объединяют иногда под общим названием –доломитовые породы.

Минерал доломит был открыт французским минералогом Доломье в конце XVIII века, по имени которого он и назван.

Доломиты имеют широкое применение как в необработанном исходном виде, так после предварительной термической обработки.

Целью данной дипломной работы является получение водостойкого магнезиального вяжущего из доломита при комплексном его использовании.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 ДОЛОМИТ. ХАРАКТЕРИСТИКА КАК ПОРОДА

Доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ — двойная углекислая соль кальция и магния. По техническим свойствам доломит незначительно отличается от известняков. В чистом виде доломита содержится: CaCO_3 – 54,2%; MgCO_3 – 45,8%. Если разобрать на оксиды, то доломит содержит: CaO – 30,41%; MgO – 21,86%; CO_2 – 47,73%. Известняк, содержащий до 10 % MgCO_3 , условно называют магнезиальным; известняк с более высоким содержанием MgCO_3 (до 19 %) – доломитизированным [1].

Доломит встречается в виде крупнозернистой или мелкозернистой компактной формы. Кристаллическая структура доломита гексагонально-ромбоэдрическая. Цвет доломита может быть различным: белым, серым, светло-жёлтым, мутным, почти непрозрачным, буроватым – в зависимости от примесей, железистых соединений. Иногда встречается черный доломит, цвет которого зависит от наличия в нем битуминозных или углистых примесей. В технике различают: зернистый доломит, или доломитовый мрамор, образованный из зерен минерала доломита; плотный доломит, подобный плотному известняку; плитняковый доломит, оолитовый, или ячеистый доломит [1].

В доломите $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ встречаются примеси, а именно: магнезит, кварц SiO_2 , сидерит, минеральные группы глины, FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO и другие органические вещества. Удельный вес доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ колеблется в пределах 2,85 – 2,95. Твердость по минералогической шкале 3,5–4,0; предел прочности при сжатии – от 400 до 1300 кг/см², теплоемкость – 0,217 кал/г/град. [1, 2, 3].

Растворимость доломита в воде меньше чем растворимость кальцита; но в воде, насыщенной углекислым газом, растворимость сильно увеличивается вследствие образования бикарбонатов магния и кальция [1].

Растворимость в минеральных кислотах доломит занимает промежуточное положение между кальцитом и магнезитом. В холодной соляной кислоте растворение идет медленно; при нагревании порошкообразный доломит в 15 разбавленной соляной кислоте растворяется полностью, за исключением нерастворимых примесей [1].

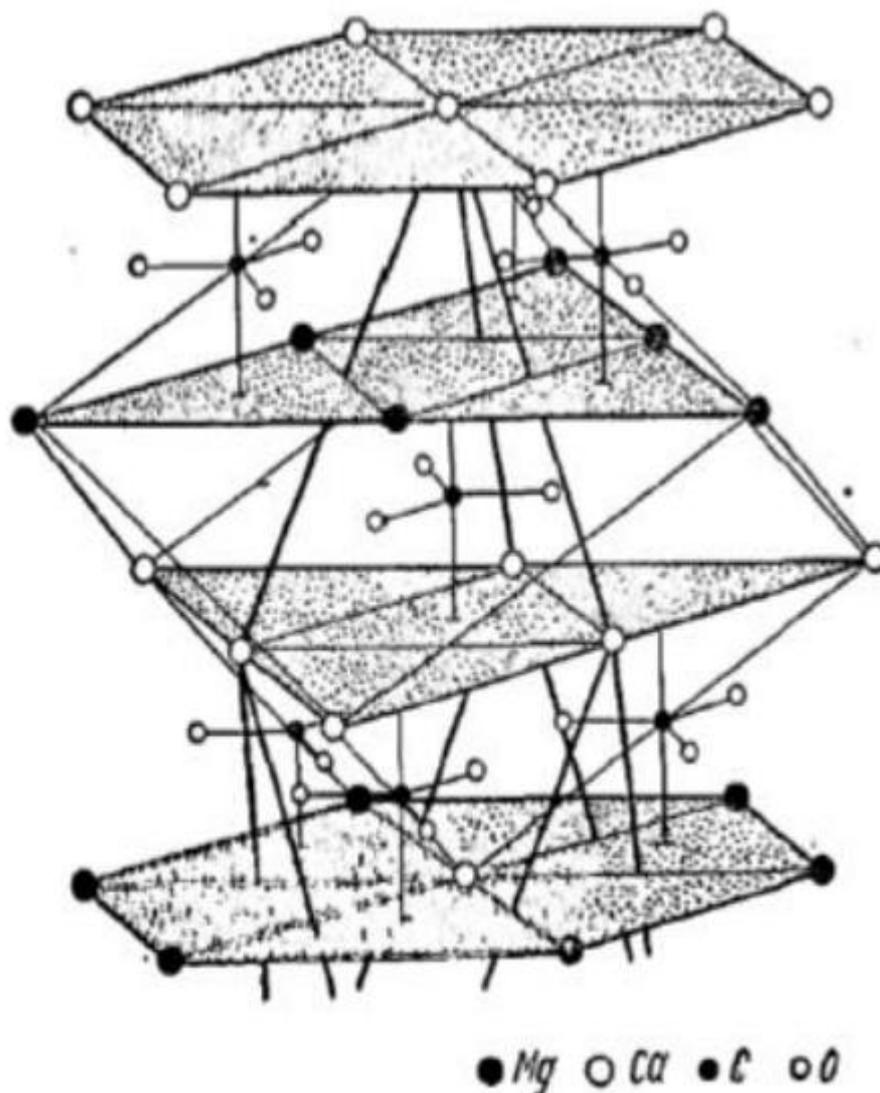


Рисунок 1.1 – Кристаллическая решетка доломита [4]

По происхождению доломиты $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ делятся на две главные генетические группы:

- эндогенные;
- экзогенные.

Основная масса доломитов образовалась экзогенным путем в морских условиях и несоизмеримо меньшее количество – в континентальных.

Эндогенное доломитообразование было незначительным по своему масштабу [5].

Кроме этих двух основных групп, выделяют метаморфогенные доломитовые породы, образовавшиеся в результате вторичных изменений экзогенных осадочных доломитов.

Первоисточником кальция и магния в морских осадках являются магматические и осадочные горные породы, слагавшие континенты. При выветривании этих пород возникли растворимые карбонатные соединения обоих элементов, которые сносилось поверхностными водами в морские бассейны. Сюда же в процессе денудации транспортировался и обломочный материал разной крупности.

Морское доломитообразование осуществлялось путем химического осаждения, сингенетического и эпигенетического; в результате химического осаждения и метасоматоза в стадию диагенеза; за счет обломочного доломитового материала; вследствие жизнедеятельности организмов [6].

Хемагенные доломиты с кристаллической структурой образовались в результате непосредственного выпадения доломитового вещества из морской воды. Осаждение доломита происходило в условиях аридного климата в осолоненных преимущественно мелководных бассейнах [6].

Диагенетические доломиты образовались в результате метасоматического взаимодействия в период диагенеза свежевыпавшего известкового ила и растворенных в воде магниезиальных солей.

$$2\text{CaCO}_3 + \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} [7].$$

Обломочные доломиты образовались в условиях мелкого моря или у побережий в результате разрушения и переотложения полностью или не полностью литифицированного доломитового осадка либо разрушения берегов и дна у побережий, сложенных доломитами. Образование биогенных доломитов связано с жизнедеятельностью организмов в морских условиях [6].

Доломиты широко распространенная горная порода. Основные месторождения доломита на территории РФ находятся на Урале, в Якутии, в Крыму, в Бурятии, на Кавказе, на Дальнем Востоке и в Сибири [8, 9].

Основными странами месторождения доломита является: Китай, Америка, Канада, Мексика, Италия и Швейцария. А также находятся в Средней Азии, на Украине, в Средиземноморье и т.д. [8, 9].

1.2 Магнезиальное вяжущие из доломита

Магнезиальные вяжущие вещества – тонкомолотые порошки, имеющие в составе оксид магния и твердеющие при затворении водными растворами сернистого или хлористого магния. Магнезиальные вяжущие вещества делятся на несколько типов : каустический доломит и каустический магнезит. [16].

Каустический магнезит воспроизводится скромным обжигом горной породы магнезита ($MgCO_3$) при температуре 700 – 800°C, до окончательного в оксид магния MgO и следующее за ним измельчение в тонкий порошок до остатка на сите №02 –5%, а на сите №008 — 25% . Каустический магнезит затворяют водным раствором солей электролитов: сернистого магния, сернистого железа, хлористого магния и др. Еще можно назвать как «магнезиальный цемент». Если изменить концентрацию затворителя, то есть возможность контролировать качественный и количественный состав продуктов гидратации магнезиального цемента и, его свойства. Каустический магнезит достаточно быстро твердеет (начало схватывания наступает не раньше 20 мин., а конец – не позднее 6 часов). Для хранения этого вяжущего используют герметичную тару, т.к идет интенсивное поглощение влаги и углекислоту.

Каустический доломит воспроизводят обжигом при температуре 650–720°C природного доломита $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ с измельчением в тонкий порошок до остатка на сите №02 – 5%, а на сите №008 –25%. Если увеличить

тонкость помола каустического доломита, то вяжущие свойства улучшаются (повышается прочность изделий). Качество каустического доломита определяется, температурой обжига и включением оксида магния. Так как температура обжига низкая, то только $MgCO_3$ разлагается в оксид магния MgO , а все то что остается не разлагается, так как температура карбоната кальция выше (примерно $900^{\circ}C$). Следовательно реакционная активность каустического магнезита выше, чем у доломита. Прочность у каустического доломита примерно от 10 до 30 МПа. Каустический доломит затворяются тем же растворам соли, что и магнезит ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$, $FeSO_4 \cdot 5H_2O$ и др.). Начинает схватываться при комнатной температуре 8...20 час. Магнезиальные вяжущие применяют для изготовления разных камнеподобных материалов, иначе называемых «магнолит» – теплоизоляционных материалов, ксилолита, штукатурных растворов, фибролита, искусственного мрамора и ряда других изделий.

1.3 Жидкостизатворения магнезиального вяжущего из доломита

Затворяя доломит раствором солей магния, то окись кальция вступит в реакцию - образует хлористый или серноокислый кальций, что приводит к ухудшению качества затвердевшего доломита. Размер остатков на сите при измельчении каустического доломита и магнезита одинаковы, но на практике можно сказать, что при тонком помоле вяжущие свойства порошка значительно возрастают. Концентрация водного раствора солей магния при затворения каустических доломита требуется такая же, что и для магнезита.

В время гидратации MgO получается оксихлорид магния, или другие основные соли, что способствует схватыванию, а затем твердению доломита или магнезита. Т.к. в каустическом доломите окиси магния меньше, он менее активен.

От измельчения каустического доломита зависит его объемная масса, показатель порошка - от 1050 до 1100 $кг/м^2$. Плотность составляет от 2,78 до

2,85 г/см³.; можно сказать что при большом параметре содержание свободной окиси кальция больше. При комнатной температуре начало схватывания происходит через 3-10 часов с момента затворения, и заканчивает через 8-20 часов.

В результате испытаний трамбованных доломитовых образцов на растяжение после 7 суток показатели составили от 1 до 1,5 МПа, а 28 дней - от 2,5 до 3 МПа. А прочность на сжатие достигла 15-20 МПа.

В этом случае каустические доломит используются для изготовления ксилолита, фибролита, теплоизоляции, и др материалов.

Так же магнезиальное вяжущее можно затворить водой

В результате взаимодействия окиси магнезия с водой происходит гидратация. Скорость реакции зависит от температуры и активности (площади поверхности, т.е. тонкости помола) MgO. При затворении магнезиальные вяжущие водой, твердение происходит медленно, изделие получают не особо прочным. Если затворить водой с механической обработкой то прочность в 113 кг/см² причем это через 28 дней с момента затворения. Если же затворить без механической обработки то прочность через полгода оказывается 6 кг/см².

Но морозостойкость подобного изделия: 25 циклов понизилось всего на 10%, и гигроскопичность не отмечена. У затворенных хлористым магнезией образцов этот параметр составил 30-40% после сравнительных испытаний.

Затворение растворами

Подразумеваются растворы сернокислого (MgSO₄-7H₂O) или хлористого (MgCl₂-6H₂O) магнезия. Скорость твердения затворителями выше, чем с водой. По прочности хлористый вариант лучше сернокислый. Плотность раствора сульфата магнезия –1,14 г/куб.см. Диапазон концентраций растворов сернокислого (15-20 по Боме) и хлористого магнезия (12-30 по Боме). Степень концентрации влияет достигаемую прочность и на время схватывания вяжущего камня. Чем медленнее схватывается вяжущее - тем выше концентрация, но прочность камня увеличивается. При избытке

концентрации на изделиях появляются кристаллический налет и трещины на поверхности.

Затворение бишофитом

Этот минерал еще называют техническим хлоридом магния. Широко применяется как затворитель берется в качестве базового для ГОСТа 7759-73. Раствор бишофита производится так: соль сгружается в емкость и заливается водой, примерно через 10-12 часов сливается раствор и разбавляется до нужной плотности. К хранению есть требования: емкость должна быть не из металла (желательно пластик или дерево), а хранить хлористый магний надо в герметичной таре и открывать только перед использованием. Вода должна быть не жесткая и сливной кран для осадка не должен быть у самого дна емкости.

1.4 Раствор БКМ как жидкость затворения магнезиального вяжущего

Все перечисленные жидкости затворения хорошо работают, магнезиальный доломитовый камень получается с достаточно высокими прочностями и эксплуатационными характеристиками. Однако, основной недостаток магнезиальных композиций сохраняется – это низкая водостойкость материалов.

На данный момент учеными Томского политехнического университета разработана жидкость затворения магнезиального вяжущего, позволяющая получать водостойкие магнезиальные композиции.

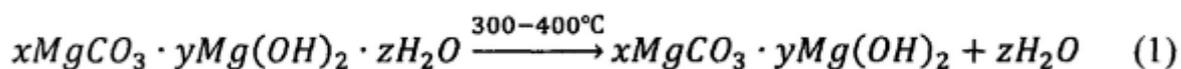
Для того что бы приготовить водный раствор бикарбоната магния используется тонкоизмельченная до удельной поверхности 280-350 м²/г гидромагнезитовая порода Халиловского месторождения следующего химического состава, таблица 1.1

Таблица 1.1 – Химический состав породы Халиловского месторождения

Материалы	Химический состав, %						
	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MnO	Σ
	43,32	29,86	30,69	0,52	31,17	0,03	100

Потери при прокаливании составляют 45,33 %.

В муфельной печи породу прокаливают выдержкой 1 час при температуре 400°С с. При данной температуре получают дегидратированный высокоактивный гидромагнезит по реакции (1).



Далее прокаленная гидромагнезиатовая порода подвергается искусственной карбонизации в автоклаве при давлении углекислого газа 0,2 МПа в течение 30 мин. Концентрация раствора БКМ, полученного по данному методу составляет по бикарбонат-иону составило 3512 мг/л (3,5 г/л), Mg²⁺ - 227 мг/л[14].

Кроме этого, раствор бикарбоната магния можно получать на основе суспензий каустического магнезита, брусита и доломита [14].

Получаемый таким образом водный раствор БКМ можно использовать как жидкость затворения при получении водостойкого магнезиального вяжущего, обладающего высокими эксплуатационными свойствами, коррозионной стойкостью в агрессивных водных средах.

1.5 Предпосылки исследований

Проведенные поисковые исследования по литературным источникам по теме получения водостойкого магнезиального вяжущего на основе доломита показывают ограниченные, незначительные объемы производства магнезиальных композиционных изделий на основе каустического доломита. Это связано с нестабильностью состава каустического доломита, а именно низким по сравнению с каустическим магнезитом содержанием активного оксида магния в каустическом доломите. А также с сохраняющейся низкой водостойкости изделий, связанной с применением традиционных жидкостей затворения – растворов хлоридов и сульфатов магния.

Целью данной работы является получение водостойкого магнезиального вяжущего из доломита с использованием в качестве жидкости затворения водный раствор бикарбоната магния. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Получение образцов магнезиального вяжущего на основе каустического доломита и водного раствора бикарбоната магния в качестве затворителя, полученного из каустического доломита;
2. Исследование процесса твердения и прочностных характеристик магнезиальных композиций;

2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА

2.1 Методы исследований

В ходе работы для определения свойств образцов после твердения был применен комплекс физико-химических методов исследования. Последовательность исследований:

- определение предела прочности на сжатие,
- рентгенофазовый анализ,
- термический анализ.

2.1.1 Определение предела прочности на сжатие

Используем образцы малого размера для испытания предела прочности при сжатии, по времени затвердевания от трех до двадцати восьми суток. При приготовлении цементного теста, тщательно перемешивается и выкладывается в силиконовую форму. Образцы остаются в форме для предварительного твердения на 24 часа в условиях воздушно-сухой среды, затем образцы извлекаются из формы и помещаются для окончательного твердения в водную и воздушно-влажную среду.

Затем, после истечения 28 суток образцы замеряются линейные размеры, после чего кубики помещают на гидравлический прессе для определения прочности при сжатии.

Расчет предела прочности при сжатии производится по формуле [24]:

$$R_{сж} = \frac{P_{ман} \cdot F_{порш}}{S_{обр}},$$

где $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, кг/см²;

$P_{ман}$ – показатель манометра, кг/см²;

$F_{порш}$ – площадь рабочего поршня пресса, см²;

$S_{обр}$ – площадь образца, см².

2.2 Рентгенофазовый анализ

Рентгенофазовый анализ (РФА) необходим для исследования фазового состава кристаллических силикатных материалов. Благодаря этому методу можно проводить следующие исследования: качественный и количественный фазовый анализ, определение параметров элементарной ячейки, исследование фазовых превращений, которые происходят под воздействием термообработки.

Физический смысл РФА заключается в рассеянии рентгеновских лучей при прохождении через кристаллическую решетку вещества. Обязательным условием дифракции рентгеновских лучей является выполнение уравнения Вульфа-Бреггов, которое имеет вид:

$$n\lambda = 2d \cdot \sin\theta$$

где λ – длина волны рентгеновского луча, нм;

n – порядок отражения (1,2,3);

d – межплоскостной интервал, нм;

θ – угол падения рентгеновского луча, град.

В настоящей исследовательской работе РФА проводили на приборе ДРОН – 3М, где применяется рентгеновская трубка БСВ – 29 с $CuK\alpha$ – излучением, точность съемки 1000, 2000, напряжение анод – катод 35 кВ, анодный ток 25 мА, скорость вращения гониометра составляет 4 град/мин.

Рентгенограммы расшифровывали с помощью программы CrystallographicSearch – Match, система которая включает в себя базу 100 тысяч эталонных рентгенографических данных с наиболее широко распространенными соединениями. Обработка результатов основана на сравнении экспериментального спектра образца с высоким числом цифровых массивов, характеризующих спектры возможных соединений.

2.3 Термические методы анализа

Данный метод позволяет исследовать и выявлять химические реакции и фазовые переходы, которые происходят в веществе при нагревании и

охлаждении, по термическим эффектам сопровождающие эти изменения. Особенно большое значение этот метод имеет при описании сложных физико-химических процессов, проходящих при высоких температурах, где применение других методов анализа затруднено или невозможно.

Термический анализ подразделяется на следующие виды методов:

- дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК);
- дифференциально-термический анализ (ДТА);
- термогравиметрия (ТГ).

Дифференциально-термический анализ основан на сопоставлении анализ термических свойств исследуемого вещества и термически инертного вещества, которое принимается в качестве эталонного. Параметром, регистрируемым прибором, служит разность температур образца и эталона, изменяющаяся при нагревании или охлаждении образца с постоянной скоростью.

Дифференциально-сканирующая отличается от дифференциально-термического анализа тем, что позволяет фиксировать тепловой поток, который характеризует происходящие в веществе изменения в результате нагрева. В данном методе образец и эталон нагревают с одинаковой скоростью, причем температуры поддерживаются одинаковыми. Экспериментальные кривые представляют собой зависимость теплового потока от температуры. По внешнему виду кривая ДСК очень похожа на кривую ДТА, за исключением принятых единиц измерения по оси ординат. Как и в методе ДТА, площадь пика, ограничиваемая кривой ДСК, прямо пропорциональна изменению энтальпии.

При исследовании образцов, ДСК и ДТА показывают характерные эндотермические эффекты, которые возникают в результате дегидратации и разрушения кристаллической структуры и экзотермические эффекты, обусловленные образованием новых фаз при более высоких температурах.

Результаты ДСК выражаются в виде непрерывной кривой, на которой зарегистрированы термические реакции, протекающие при соответственных

30 температурах. Принято, что при эндотермических реакциях дифференциальная кривая резко отклоняется от нулевой линии вниз, а при экзотермических – вверх.

Термогравиметрия – метод термического анализа, основанный на регистрации изменения массы образца от температуры. Получаемая зависимость позволяет делать выводы, о термической стабильности и составе образца. Этот метод может быть эффективно использован в том случае, когда образец при нагревании выделяет летучие вещества в результате различных химических, физических и физико-химических процессов.

Для проведения термического анализа в работе использовался дифференциально-термический анализатор STA 449 F3 Jupiter фирмы «NETZSCH» (ФРГ), который представляет собой сопряженный ДСК – ТГ прибор. Исследование образцов проводилось в интервале температур от 20 до 1000 °С, со скоростью нагрева 10 °С/мин.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4Г6А	Яковлева Владлена Сергеевна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы	НОЦ Н.М. Кижнера
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Химическая технология»

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ по разработке стенда
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности НИ 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ 	
--	--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4Г6А	Яковлева Владлена Сергеевна		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Целью выполнения данного научно-технического исследования стало исследование финансовой и ресурсной эффективности разработки магнезиального вяжущего вещества нового поколения.

Для корректной оценки коммерческого потенциала исследования в первую очередь необходимо рассмотреть целевой рынок и и провести его сегментирование.

Под целевым рынком понимается группа потребителей, которым будет интересна наша разработка. Сегментирование целевого рынка это разделение этих потребителей на однородные группы по определенным признакам.

Поскольку объектом исследования выступает каустический доломит и его свойства, и из исследования следует, что основная сфера применения этого вещества – это рынок строительных материалов, и применение в качестве составляющего стройматериалов обширно – может входить в состав различных видов материалов, то можно выделить следующие сегменты рынка потребителей: оптово-розничная торговля стройматериалами, муниципальное строительство (госзаказ), коммерческое (жилищное) строительство.

В стандартных условиях при определении потенциальных потребителей результатов исследования строится карта сегментирования рынка, в данной же ситуации сочетание уникальной новой технологии с преимуществом в виде большей влагостойкостью и универсальностью в плане климатических условий места использования позволяет пренебречь построением карты, так как вышеперечисленные сегменты рынка

потребителей уже заняты определенными типами стройматериалов и наша разработка предполагает занять конкурентную позицию по отношению к ним всем в равной степени.

Таким образом результат исследования в виде технологии изготовления выйдет на рынок с предложениями одновременно для всех сегментов.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В ходе проведения анализа конкурентных технических решений необходимо реалистично оценить сильные и слабые стороны конкурентных технических разработок. Анализ конкурентных технических решений проводится с помощью оценочной карты.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (Таблица 4.1) разработана для альтернативных разработок составов: 1 – каустический магнезит, 2 – брусит. Проведение этого анализа позволит сравнить эффективность разработки с существующими решениями и и определить направление для ее потенциального развития.

Таблица 4.1- Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

<i>Критерии</i>	<i>Вес критерия</i>	<i>Баллы</i>		<i>Конкурентноспособность</i>	
		<i>Б1</i>	<i>Б2</i>	<i>К1</i>	<i>К2</i>
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Влагостойкость	0.15	4	3	0,6	0,45
Долговечность	0.15	4	4	0,6	0,6
Безопасность	0.15	4	4	0,6	0,6
Безусадочность	0.1	3	2	0,3	0,2
Механическая прочность	0.1	3		0,3	0,4

			4		
Устойчивость к температурам	0.1	4	3	0,4	0,3
Экономические критерии оценки эффективности					
Цена	0.05	3	4	0,15	0,2
Распространенность	0.1	4	3	0,4	0,3
Стоимость сырья	0.1	2	4	0,2	0,4
Итого:	1	31	31	3,55	3,45

Каждая позиция оценочной карты оценивается по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, 5 – наиболее сильная. Вес оцениваемых характеристик в сумме должен быть равным 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad [18]$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Согласно проведенного анализа, следует обратить внимание на сильные конкурентные характеристики, такие как долговечность и безопасность, а с экономической точки зрения цену продукта (а соответственно, доступность).

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это комплексное рассмотрение проекта с целью исследования его внешней и внутренней среды.

SWOT-анализ производится в несколько этапов. На первом этапе описываются сильные и слабые стороны проекта, а также выявляются угрозы и возможности для его реализации. На основе этого анализа заполняется матрица *SWOT*.

Сильные стороны описывают отличительные преимущества проекта, которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей. Слабые стороны – это недостатки или упущения проекта, которые могут препятствовать достижению его целей. Возможности предполагают какие-либо ситуации, которые можно использовать для благоприятного достижения целей. Угрозами могут быть любые нежелательные ситуации, несущие проблемы, вред или ущерб для реализации проекта.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT

<p><u>Сильные стороны</u></p> <p>C1. Отличные показатели по влагостойкости</p> <p>C2. Стоимость технологического процесса и сырья экономичнее существующих аналогов</p> <p>C3. Технология может использоваться в разных климатических условиях</p> <p>C4. Хорошие показатели экологичности</p> <p>C5. Хороший эстетический вид</p> <p>C6. Долговечность материала на основе исследуемого вещества</p>	<p><u>Слабые стороны</u></p> <p>Сл1. Низкая прочность, зависящая от добавок</p> <p>Сл2. Необходимость дополнительных технологических процессов</p> <p>Сл3. Необходимо доказать покупателям преимущества по сравнению с существующими материалами</p>
<p><u>Возможности:</u></p> <p>В1. Широкий охват рынка из-за универсальности применения технологии</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Снижение стоимости сырья</p> <p>В4. Дополнительное усовершенствование технологии производства</p>	<p><u>Угрозы:</u></p> <p>У1. Введение дополнительных требований к сертификации продукции</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии</p> <p>У3. Повышение стоимости сырья</p>

На втором этапе выявляются соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Наглядно этот этап проявляется в построении интерактивных матриц проекта в виде

соответствий (например, сильных сторон и возможностей). Каждый фактор отмечается знаками +, -, либо 0 в зависимости от степени соответствия.

Таблица 4.3 - Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей

		Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Возможности проекта	B1	0	+	+	0	-	0
	B2	+	+	0	+	0	0
	B3	-	0	0	-	-	0
	B4	+	0	0	+	+	+

Таблица 4.4 - Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей

		Возможности проекта			
		B1	B2	B3	B4
Слабые стороны проекта	Сл1	0	-	0	+
	Сл2	-	+	0	+
	Сл3	+	0	-	-

Таблица 4.5 - Интерактивная матрица сильных сторон и угроз

		Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Угрозы проекта	У1	0	0	-	+	-	-
	У2	+	+	+	+	+	+
	У3	-	+	0	-	-	+

Таблица 4.6 - Интерактивная матрица слабых сторон и угроз

		Слабые стороны проекта		
		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы проекта	У1	-	-	-
	У2	0	+	+
	У3	+	0	-

На основании интерактивных матриц составляются записи корреляций соответствий, которые далее используются на третьем этапе – составлении итоговой матрицы SWOT-анализа.

У сильных сторон и возможностей корреляции: В1С2С3, В2С1С2С4, В4С1С4С5С6.

Корреляции слабых сторон и возможностей: В1Сл3, В2Сл2, В4Сл1Сл2.

Сильные стороны и угрозы коррелируют по признакам: У1С4, У2С1С2С3С4С5С6, У3С2С6.

Соответствия слабых сторон и угроз: У2Сл2Сл3, У3Сл1.

На основании выявленных корреляций сделаем выводы, занеся их в итоговую матрицу SWOT-анализа.

Таблица 4.7 – Итоговая матрица

	<u>Сильные стороны</u>	<u>Слабые стороны</u>
	С1. Отличные показатели по влагостойкости	Сл1. Низкая прочность, зависящая от добавок
	С2. Стоимость технологического процесса и сырья экономичнее существующих аналогов	Сл2. Необходимость дополнительных технологических процессов
	С3. Технология может использоваться в разных климатических условиях	Сл3. Необходимо доказать покупателям преимущества по сравнению с существующими материалами
	С4. Хорошие показатели экологичности	
	С5. Хороший эстетический	

	вид Сб. Долговечность материала на основе исследуемого вещества	
<u>Возможности:</u> В1. Широкий охват рынка из-за универсальности применения технологии В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Снижение стоимости сырья В4. Дополнительное усовершенствование технологии производства	Отличные показатели влагостойкости и долговечности делает технология универсальной и следовательно позволяет охватить более широкий рынок сбыта. Дополнительные разработки по совершенствованию технологии позволят сделать материал более экологичным	Дополнительные разработки усовершенствования технологии позволят решить проблему недостаточной прочности. Потенциальное снижение стоимости сырья позволит нивелировать недостаток необходимости дополнительных технологических процессов.
<u>Угрозы:</u> У1. Введение дополнительных требований к сертификации продукции У2. Отсутствие спроса на новые технологии У3. Повышение стоимости сырья	Введение дополнительных требований к сертификации может увеличить стоимость получаемых стройматериалов. Отсутствующий спрос на новые технологии может перекрыться доказанной эффективностью использования стройматериалов по данной разработке.	При повышении стоимости сырья (а соответственно повышении стоимости получаемого продукта) потребитель может предпочесть менее долговечные но более дешевые материалы.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса работ происходит согласно следующего порядка: определение структуры работ, определение участников каждой работы, установление продолжительности работ, построение графика проведения НИИ.

В состав рабочей группы входят научный руководитель (Р), инженер (И), лаборант (Л).

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ, и распределение исполнителей

<i>Основные этапы</i>	<i>№ раб</i>	<i>Содержание работ</i>	<i>Должность исполнителя</i>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Р
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	И
	3	Выбор направления исследований	И
	4	Календарное планирование работ по теме	И
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	И
	6	Проведение лабораторных испытаний	И, Л
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	И
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	И
Контроль проекта	9	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Р
Разработка технической документации и проектирование	10	Составление пояснительной записки	И

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

В большинстве случаев при расчете бюджета проекта большую его часть составляют затраты на заработную плату, поэтому важным моментом является верный расчет трудоемкости работ исполнителей.

Трудоемкость измеряется в человеко-днях. Для расчета ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ применяется следующая формула:

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

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -работы в чел.-дн.;

t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения i - работы (оптимистичная оценка), чел.-дн.;

t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения i - работы (пессимистичная оценка), чел.-дн.

Исходя из средней ожидаемой трудоемкости работ определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельное выполнение работ несколькими исполнителями ($Ч_i$ - число исполнителей, выполняющих одновременно одну работу, чел.).

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \text{ раб дн}$$

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Ленточный график проведения научных работ наиболее удобно для целей данного проекта построить в форме диаграммы Ганта. Этот график представляет работы протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работ.

Для удобства разработки графика следует перевести рабочие дни T_{pi} в календарные T_{ki} используя следующую формулу, используя коэффициент календарности $k_{кал}$:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{кал}$$

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.

Рассчитанные по данной формуле значения необходимо округлить до целых чисел.

Все работы проекта выполнялись в 2020 году, поэтому рассчитаем коэффициент календарности для 2020 года, исходя из заданных параметров учитывающих пятидневную рабочую неделю.

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Зная коэффициент календарности рассчитаем значения календарных дней для всех работ.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

№ раб.	Название работы	Исполнители	Трудоемкость			T_p раб.дн	T_k кал.дн
			t_{\min} чел.дн	t_{\max} чел.дн	$t_{\text{ож}}$ чел.дн		
1	Составление и утверждение технического задания	Р	1	3	2,2	2,2	3
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	3	7	4,6	4,6	7
3	Выбор направления исследований	И	2	4	2,8	2,8	4
4	Календарное планирование работ по теме	И	2	4	2,8	2,8	4
5	Проведение	И	10	21	14,4	14,4	21

	теоретических расчетов и обоснований							
6	Проведение лабораторных испытаний	И	5	10	7	3,5	5	
		Л				3,5	5	
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	И	7	14	9,8	9,8	15	
8	Оценка эффективности полученных результатов	И	2	5	3,2	3,2	5	
9	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Р	2	5	3,2	3,2	5	
10	Составление пояснительной записки	И	5	15	9	9	13	
Итого:							Р	8
							И	74
							Л	5

Используя данные временных показателей проведения научного исследования построим линейных график работ. При построении за единицу времени возьмем разбивку по месяцам и декадам.

Рисунок 4.1 - диаграмма Ганта

№ раб	Название работы	Исполнители	Тк кал.дн	МАРТ			АПРЕЛЬ			МАЙ		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Составление и утверждение технического задания	Р	3		■							
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	7		■							
3	Выбор направления исследований	И	4			■						
4	Календарное планирование работ по теме	И	4			■						
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	И	21				■	■	■			
6	Проведение лабораторных испытаний	И	5						■			
		Л	5						■			
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	И	15						■	■		
8	Оценка эффективности полученных результатов	И	5								■	
9	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Р	5								■	
10	Составление пояснительной записки	И	13									■

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.2.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

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

- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний), а также запасные части для ремонта оборудования, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

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

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п.

Таблица 4.10 - Материальные затраты

<i>Наименование</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Количество</i>	<i>Затраты на материалы, руб.</i>
Халат лабораторный	шт	1	2000
Перчатки	пара	2	200
Набор лабораторной посуды	компл	1	1500
Бумага офисная А4	пачка	1	100
Флешка	шт	1	1000
Ручка	шт	2	100
Итого:		8	4900

4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Но так как все исследовательские работы проводились либо в оборудованной лаборатории университета – при лабораторных исследованиях, либо за личным персональным компьютером бакалавра – при проведении теоретических изысканий, то статья затрат именно на приобретение спецоборудования нашим проектом не предусмотрена. Вместо этой статьи необходимо рассчитать амортизационные отчисления на имеющее оборудование согласно времени, используемого для работы. При расчете используем данные в 8 календарных дней при увеличенном времени лабораторных испытаний при расчете стоимости аналога разработки – варианта исполнения 3.

Таблица 4.11 – Расчет бюджета затрат на спецоборудование

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, $C_{КТ}$	Срок службы, г.	$T_{исп.КТ}$ дн.	$K_{ам}$, руб, Исп.1	$K_{ам}$, руб, Исп.3
ПК (персональный компьютер)	1	40000	5	74	1617	1617
Печь сушильная SNOL 58/350	1	80000	10	5	109	174
Пресс	1	600000	10			

гидравлически й ПГМ-500				5	820	1311
Итого:					2546	3102

Амортизацию необходимо рассчитать по формуле, учитывающей измерение времени использования оборудования в днях, а не месяцах.

Амортизация равна:

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.КТ}}{T_{кал}} \cdot Ц_{КТ} \cdot \frac{1}{T_{сл}}$$

где $T_{исп.КТ}$ – время использования оборудования (кал.дн);

$T_{кал}$ – календарное время;

$Ц_{КТ}$ – стоимость оборудования;

$T_{сл}$ – срок службы оборудования.

4.2.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

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 научно-технического персонала, раб.дн. (см. таблицу баланса рабочего времени).

Таблица 4.12 – Баланс рабочего времени исполнителей

<i>Показатели рабочего времени</i>	<i>P</i>	<i>И</i>	<i>Л</i>
Календарное число дней	366	366	366
Количество нерабочих дней	52/14	104/14	52/14
- выходные дни			
- праздничные дни			
Потери рабочего времени	48/5	24/7	48/5
- отпуск			
- невыходы по болезни			
Действительный годовой фонд рабочего времени	247	217	247

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок: составляет 0,2 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 20 % от $Z_{тс}$);

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

Таблица 4. 13-Расчёт 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.
Р	26500	0,3	0,2	1,3	51675	2175,79	8	17406,32
И	10000	0,3	0,2	1,3	19500	1006,45	74	74477,3
Л	19000	0,3	0,2	1,3	37050	1560	5	7800
Итого:								99683,62

*-данные из «Положения об оплате труда» из Планово-финансового отдела ТПУ

4.2.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования равен 0,15).

На этом этапе рассчитаем дополнительно размеры заработной платы – основной и дополнительной – для аналогов разработок – Исполнения 2 и Исполнения 3. Их особенности в том, что: при варианте исполнения 2 требуется дополнительная помощь научного руководителя при проведении

теоретических изысканий и соотнесении результатов лабораторных исследований с научной теорией. В варианте исполнения 3 требуется проведение дополнительных лабораторных испытаний, что повлечет за собой увеличение рабочего времени лаборанта.

Дополнительная заработная плата исполнителей

Исполнитель	$Z_{осн}$			$Z_{доп}$			Итого:		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Р	17406,32	21757,9	17406,32	2610,95	3263,69	2610,95	20017,27	25021,59	20017,27
И	74477,3	74477,3	74477,3	11171,60	11171,60	11171,60	85648,9	85648,9	85648,9
Л	7800	7800	12480	1170	1170	1872	8970	8970	14352
Итого:	99683,62	104035,2	104363,62	14952,55	15605,29	15654,55	114636,17	119640,49	120018,17

4.2.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

К страховым отчислениям относятся обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам фонду государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Размер отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле:

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

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

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды

<i>Варианты исполнения</i>	$Z_{осн}+Z_{доп}$	$Z_{внеб}$	Итого
Исп.1	114636,17	34390,85	149027,02
Исп.2	119640,49	35892,15	155532,64
Исп.3	120018,17	26005,45	156023,62

4.2.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и интернета, электроэнергии – на использование спец. оборудования, размножение материалов и т.д.

Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр},$$

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

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 16%.

4.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице.

Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	4900	4900	4900
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	2546	2546	3102
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	99683,62	104035,2	104363,62
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14952,55	15605,29	15654,55
5. Отчисления во внебюджетные фонды	34390,85	35892,15	26005,45
6. Накладные расходы	25035,68	26076,58	26244,10
Бюджет затрат НТИ	181508,7	189055,22	190269,72

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

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат нескольких вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель финансовой эффективности

Разработки	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$
Исп.1	0,95
Исп.2	0,99
Исп.3	1

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется следующим образом:

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

<i>Критерии</i>	<i>Весовой коэффициент параметра</i>	<i>Исп.1</i>	<i>Исп.2</i>	<i>Исп.3</i>
1. Материалоемкость производства	0,15	5	4	3
2. Универсальность применения созданных материалов	0,3	5	4	5
3. Долговечность материалов на основе вещества	0,25	4	3	4
4. Безопасность полученных материалов	0,2	5	5	4
5. Простота технологических процессов	0,1	3	4	3
Итого:	1	4,55	3,95	4,05

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр.1}},$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 4.15 – Сравнительная эффективность разработки

№ n/n	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,95	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	3,95	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	4,79	3,99	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83	0,84

Вывод.

По мере достижения заданной цели данного проекта были пройдены следующие этапы:

1. Были определены сегменты целевого рынка - оптово-розничная торговля стройматериалами, муниципальное строительство (госзаказ), коммерческое (жилищное) строительство.
2. В ходе проведения анализа конкурентных технических решений были определено что следует обратить внимание на сильные конкурентные характеристики, такие как долговечность и безопасность, а с экономической точки зрения цену продукта (а соответственно, доступность).
3. SWOT-анализ помог выявить корреляции слабых, сильных сторон и возможностей, угроз проекта, например стоит обратить внимание что отсутствующий спрос на новые технологии может перекрыться доказанной эффективностью использования стройматериалов по данной разработке, а при повышении стоимости сырья (а соответственно повышении стоимости получаемого продукта) потребитель может предпочесть менее долговечные но более дешевые

материалы.

4. Был разработан календарный план в форме диаграммы Ганта для распределения рабочего времени всех исполнителей проекта, непосредственно инженер будет занят на проекте 74 календарных дня.
5. Рассчитанный бюджет проведения НТИ составил 181508,7 рублей, также были рассчитаны альтернативы проведения НТИ с условиями при варианте исполнения 2 требуется дополнительная помощь научного руководителя при проведении теоретических изысканий и соотнесении результатов лабораторных исследований с научной теорией. В варианте исполнения 3 требуется проведение дополнительных лабораторных испытаний, что повлечет за собой увеличение рабочего времени лаборанта, а также увеличенный амортизационный износ специального оборудования.
6. Оценка эффективности показала что значение интегрального финансового показателя составило 0,95, что показывает финансовую выгоду проекта, более экономичную по сравнению с аналогичными разработками. Значение интегрального показателя ресурсоэффективности равно 4,55, по сравнению с 3,95 и 4,05, что превосходит аналоги. Значение интегрального показателя эффективности 4,79, по сравнению с 4,05 и 3,99 – показывает превосходящий аналоги результат.