

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	6
1.1 Классификация отходов производства.....	6
1.2 Характеристика гидролизного лигнина	9
1.3 Применение гидролизного лигнина	15
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	24
2.1 Применяемые материалы	24
2.2 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ	29
2.2.1 Программа испытаний	29
2.2.2 Технология изготовления керамических черепков	31
2.2.3 Технология изготовления топливных брикетов	36
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЛИГНИНА	40
3.1 Определение плотности керамических черепков	40
3.2 Определение водопоглощения керамических черепков	44
ГЛАВА 4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	47
ВЫВОДЫ.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61
ПРИЛОЖЕНИЕ А	68
Рекомендации	68

ВВЕДЕНИЕ

Накопление отходов - одна из основных современных экологических проблем, которая несет в себе опасность для здоровья людей и окружающей среды в целом. Все субъекты РФ делятся на различные группы по степени загрязнения промышленными и бытовым отходами. Многие захоронения и отвалы отходов представляют собой результат многолетней деятельности промышленных предприятий.

Развитие различных отраслей промышленности привело к накоплению в стране огромному количеству отходов производства.

Не является исключением и растущая быстрыми темпами гидролизная промышленность.

В Республике Хакасия с 1950 г. был запущен гидролизный завод по производству технического спирта, результатом деятельности которого является накопление огромного количества отходов технического лигнина. Полигон с хранением лигнина площадью более 40 га находится на территории Усть-Абаканского района. Объем накопленных отходов составляет более 500 тыс. м³. Лигнин складировался на полигоне с момента запуска гидролизного завода с начала 1950 до 1998 года.

На данный момент гидролизный завод не эксплуатируется уже более 20 лет. Но полигон с лигнином сохранился, периодически на площадке возникают очаги самовозгорания, продукты горения которых токсичны и представляет опасность для окружающей среды.

Рациональное использование промышленных отходов в настоящее время приобретает особое значение. Большинство отходов промышленного производства по своим качественным показателям являются уникальным сырьем.

Одним из наиболее перспективных направлений является использование вторичных материальных ресурсов в производстве строительных материалов.

Применение отходов промышленного производства позволяет снизить не только затраты на изготовление строительных материалов, но и улучшить экологическое состояние окружающей среды.

В связи с этим работа по изучению возможности использования гидролизного лигнина в производстве эффективных строительных материалов является актуальной.

Целью исследования является разработка научно-обоснованной технологии производства строительных материалов на основе лигнина, базирующейся на диспергирующих, адгезионных и поверхностно-активных свойствах данного отхода.

Научная новизна:

1. Научно обоснована и экспериментально доказана возможность получения эффективных керамических изделий с выгорающей добавкой в виде лигнина Усть-Абаканского гидролизного завода.

2. Установлено, что комплексная выгорающая добавка, состоящая из лигнина и опилок, позволяет снизить огневую усадку при температуре обжига до 1000 °С

Практическая значимость:

1. Получены опытные образцы с использованием гидролизного лигнина в качестве выгорающей добавки.

2. Установлено, что для керамических изделий наилучшими свойствами характеризуются составы с комбинацией лигнина и опилок в равных долях.

Оптимальное содержание лигнина для повышения пластичности глинистой массы составляет 10 %.

3. Разработаны рекомендации по выпуску эффективных керамических блоков для наружных ограждающих конструкций зданий

4. Разработаны составы топливных брикетов на основе опилок и лигнина

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях: XVII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых

«Перспективы развития фундаментальных наук» (Россия, Томск, 21-24 апреля 2020 г.); XVI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ- 2020» (с 20 апреля по 18 мая 2020 года, г. Красноярск); Заочное участие в XVI Международной конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ- 2021» .

По материалам магистерской диссертации опубликовано 3 статьи, в том числе 1 статья в рецензируемом журнале ВАК.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ

1.1 Классификация отходов производства

Отходы производства и потребления - вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с настоящим Федеральным законом. К отходам не относится донный грунт, используемый в порядке, определенном законодательством Российской Федерации [1].

Разработка методов утилизации промышленных отходов является актуальной задачей охраны окружающей среды.

На территории Российской Федерации находится около 70% общего объема токсичных отходов. Большая часть промышленных токсичных отходов образуется в черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, угольной промышленности, электроэнергетике и промышленности строительных материалов. Виды отходов представлены на рисунке 1.



Рисунок 1- Виды отходов

В соответствии с законом «Об отходах производства и потребления» — опасные отходы - «отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожар опасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами» [1].

Опасные отходы в зависимости от степени их вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека подразделяются на классы опасности, представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1 - Степени опасности отходов и их воздействие на окружающую среду

Класс опасности отхода для окружающей среды	Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую среду	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды
1 класс чрезвычайно опасные	Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует
2 класс высокоопасные	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.

3 класс умеренно опасные	Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника.
4 класс малоопасные	Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет.
5 класс практически не опасные	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена.

Продолжение таблицы 1

Первая и вторая категории представляют угрозу не только для человека, но и для природы. А также такие отходы требуют предельно бережного обращения, специализированной транспортировки и переработки. Опасность этого класса заключается в том, что при попадании в воздух или водоемы они часто загрязняются. Восстановление при этом займет не менее 30 лет. К этому классу относятся средства бытовой химии: красители, лакокрасочные изделия; растворители и прочие токсические продукты, способные нанести вред здоровью человеку [2].

Третий класс отходов включает цементную пыль, масло, бензин, песок, провода, потерявшие свою ценность, и прочие отходы [2].

К отходам 4 класса опасности относятся нефтяной битум, шлаковата, лигнин и т.д. [2].

1.2 Характеристика гидролизного лигнина

Лигнин-полимер природного происхождения, который входит в состав растений и является продуктом биосинтеза. Являясь межклеточным связующим, он обеспечивает прочность древесины при сжатии, изгибе и динамических ударных нагрузках. Лигнины, присутствующие в растительной ткани, называют природными. Природный лигнин либо бесцветен, либо имеет светло-кремовый цвет.

При выделении лигнина из древесины (делигнификации древесины) в нем происходят существенные химические изменения, которые зависят от способа выделения, поэтому лигнины, получаемые в промышленных условиях (технические лигнины), по своему строению не идентичны природным.

Гидролизный лигнин получают на гидролизном предприятии. В процессе гидролиза древесины, который заключается в обработке серной кислотой происходит распад природного лигнина. Технический гидролизный лигнин, получаемый на заводах, как правило, сильно загрязнен различными примесями, что значительно затрудняет его переработку и использование. Технические лигнины являются отходами целлюлозно-бумажного и гидролизного производств и утилизируются весьма нерационально - главным образом сжиганием или захоронением [3,4].

Состав и свойства гидролизного лигнина меняются от варки к варке, поэтому его аналитическая характеристика является среднестатистической величиной. Содержание отдельных групп веществ в гидролизном лигнине колеблется в следующих пределах (таблица 2) [5].

Таблица 2 - Состав и свойства гидролизного лигнина

	ТГЛ древесины %	ТГЛ сельскохозяйственных отходов %
Зольность	0,7—9,6	0,5—10,9
Кислотность (на серную кислоту)	0,4—2,4	0,6—1,3
Редуцирующие вещества	1,1—10,0	0,1—9,6
Смолистые	7,6—19,1	5,4—8,3
Полисахариды	12,6—31,9	3,1—45,2
Собственно лигнин	48,3—72,0	38,9—87,5

Гидролизный лигнин обладает пористой структурой (радиус пор достигает от 30 до 200 А), имеет небольшую объемную массу в сухом состоянии, которая достигает 190—220 кг/см [6].

Так как гидролизный лигнин содержит повышенное количество влаги вследствие своей гигроскопичности и представляет грубодисперсную систему с размером частиц до 1 см, его перед использованием необходимо подвергать дополнительной обработке для увеличения дисперсности, что достигается его подсушкой, измельчением на вибромельнице и т. д. Для теоретического обоснования рациональных режимов сушки большое значение имеют структурно-механические (реологические) свойства гидролизного лигнина и его способность к поглощению влаги [6].

Гидролизные предприятия были размещены в Архангельской обл., Карельская АССР, Ленинградской обл., в БССР, УССР, Молдавская ССР, Краснодарском крае, Грузинская ССР, Казахская ССР, Пермской обл., на средней и нижней Волге, на Урале, в Красноярском крае, Иркутской обл. и на Дальнем Востоке. Крупнейшие предприятия гидролизного предприятия— Красноярский, Бирюсинский (Иркутская обл.), Канский (Красноярский край) и Тавдинский (Свердловская обл.) гидролизные заводы, Ферганский (Узбекская ССР) завод

фурановых соединений. Гидролизного предприятия располагает мощной производственной базой. В таблице 3 представлено производство основных видов продукции гидролизной промышленности в СССР [7,8].

Таблица 3 - Производство основных видов продукции гидролизной промышленности в СССР

Годы	Этиловый спирт, тыс. долл.	Кормовые дрожжи тыс. т	Фурфурол тыс. т
1940	366	-	-
1945	670	0,07	-
1950	3201	1,08	0,44
1950	14273	9,75	4,43
1968	19409	97,10	17,12

Значительные объёмы сернокислотного лигнина (по разным оценкам около 15 млн тонн) имеются в городах Иркутской области – Байкальске, Бирюсинске, Зиме, Тулуне. Так, только на трёх полигонах отходов гидролизных предприятий области находится свыше 2 млн. тонн лигнина [9].

Продукт горения лигнина: метанол – сильный сосудистый яд. В организм человека поступает через дыхательные пути. Из-за широкой распространенности, высокой концентрации и токсичности фенольные соединения - представляют особую опасность для окружающей среды.

Горение — лигнина - это экологическая проблема, которая коснулась нашего района.

В Республике Хакасия на территории Усть-Абаканского района находится полигон с хранением лигнина, площадью более 40 га, объем накопленных отходов более 500 тысяч кубометров. Лигнин складировался на полигоне с момента запуска гидролизного завода с начала 1950 до 1998 года [10].

На данный момент гидролизный завод не эксплуатируется уже более 20 лет. Но полигон с лигнином сохранился, периодически на площадке возникают очаги самовозгорания, продукты горения которых токсичны и представляет опасность

для окружающей среды. На рисунке 2 представлен вид со спутника на отвалы гидролизного лигнина в Усть-Абаканском районе.



Рисунок 2- Вид со спутника на отвалы гидролизного лигнина в Усть-Абаканском районе.

Данный объект является бесхозным и находится в муниципальной собственности.

Из местных новостей, было известно, что в августе 2007 года контролирующими органами установлено около 17 очагов возгорания лигнина. Согласно лабораторным замерам содержание окиси углерода (продукт горения) на границе санитарно-защитной зоны (500 м от лигнинного поля) превышало предельно допустимую концентрацию в 5,1 раз. Оксид углерода способен вызывать острые и хронические отравления.

Большую опасность для проходящих по поверхности полигона людей и домашних животных представляют образующиеся во внутренних слоях

полигонов полости от выгорания лигнина, куда уже проваливались и, были случаи, погибали там домашние животные.

В 2018 г. находясь на территории земельного участка несовершеннолетний ребенок упал в лигнинный карьер, в результате получил термические ожоги ног и рук, что оценивается как тяжкий вред здоровью. При этом рекультивация нарушенных земель в соответствии с утвержденным проектом на данном земельном участке не проводилась.

С целью устранения нарушений закона прокуратурой в суд предъявлено исковое заявление к администрации Усть-Абаканского поссовета об устранении нарушений природоохранного законодательства. Решением Усть-Абаканского районного суда от 27 сентября 2019 г. требования прокурора удовлетворены в полном объеме, на администрацию поссовета возложена обязанность разработать проект рекультивации земельного участка, провести рекультивацию нарушенных земель земельного участка в соответствии с утвержденным проектом» [11].

Опасность загрязнения заключается в том, что на полигоне находятся опилки, обработанные серной кислотой, которые являются легко воспламеняемыми. Данное вещество может гореть под землей, в последствие приводит к образованию большого количества дыма. Благодаря местной розе ветров этот дым стекается в направлении населенных пунктов, что представляет непосредственную опасность для здоровья их жителей.

Также на территории Усть-Абакана пожары являются нередким случаем и возникают в труднодоступных участках, следовательно, степень опасности нахождения гидролизного лигнина в Усть-Абаканском районе увеличивается.

Выезд на полигон осуществлялся 6 августа 2020 года. При посещении полигона были замечены очаги возгорания и тления лигнина.

На рисунке № 3 отчетливо видно большое количество дыма. На полигоне ярко выраженный запах опилок и пластмассы. Так же есть следы машин, это значит, что люди посещают эти места, что является не безопасным для их здоровья.



Рисунок № 3 а - Тление лигнина



Рисунок № 3 б - Тление лигнина

На рисунке №4 представлен гидролизный лигнин. По внешнему виду лигнин представляет сыпучую однородную массу коричневого цвета. Данный материал был взят на пробу в лабораторию, для дальнейшего исследования.



Рисунок №4 – Гидролизный лигнин

1.3 Применение гидролизного лигнина

Гидролизный лигнин- многотоннажный отход производства, который наносит экологический вред. Но в то же время лигнин имеет полезные свойства такие, как низкая плотность, низкая теплопроводность, является биологически и химически инертным соединениям, не набухает в воде [12.13]. На основании теоретических исследований выявлено, что отходы гидролизного лигнина можно рассматривать как ценный продукт для вторичного применения. К наиболее крупнотоннажным областям использования лигнинов относятся следующие: строительная индустрия, горнодобывающая и нефтедобывающая промышленности, водообработка [14-19].

Схема применения лигнина в разных отраслях промышленности представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 - Применение лигнина в разных отраслях

Получением экологически чистых строительных материалов на основе лигнина занимаются давно. Однако, несмотря на очевидные преимущества лигнина (экологичность, гидрофобность, ценовая доступность) в сравнении со многими другими органическими вяжущими, инновационных отечественных технологий в этой области до настоящего времени не создано [20].

Гидролизный лигнин может быть использован в дорожном строительстве в качестве наполнителя асфальтовых бетонов и сырья для производства лигниновых вяжущих. Асфальтовый бетон, наполненный лигнином, по основным показателям не уступает бетону, наполненному известняковым порошком [21,22].

Гоготов А.Ф в своей работе предложил комплексный метод утилизации отходов трех крупных отраслей промышленности, в одну из которых входит

гидролизная промышленность. Хлорорганические отходы, образующиеся при производстве эпихлоргидрина, и гидролизный лигнин могут быть совместно переработаны в серосодержащие производные. Для этого отходы хлорорганического синтеза и хлорированный в мягких условиях гидролизный лигнин вводят в реакцию с серой в виде полисульфидов натрия. Общий процесс рентабелен благодаря тому, что предусматривает практически полную конверсию хлорорганических отходов, утилизацию производных серы и связывание лигнина. Полученные продукты конденсации испытаны в качестве модифицирующей добавки для битума и показали хорошие технологические характеристики. Найденное техническое решение внесено в реестр «100 лучших изобретений России» за 2009 год [23,24].

В своей работе Киселёв В. П. предложил технологию полной или частичной замены известнякового минерального порошка на лигнинсодержащие полимеры, используя данную технологию можно, не снижая качества получаемого при этом асфальтобетона, значительно расширить сырьевую базу для строительства современных автодорог, а также снизить экологическую нагрузку за счет утилизации лигнина [25,26].

Среди строительных материалов особое место занимают составы для выравнивания поверхности бетона при подготовке их под окраску или наклейку отделочных покрытий. Шпатлёвками называют составы, применяемые для выравнивания поверхности, имеющих неровности до 2 мм. Основные требования к шпатлёвочным составам- это повышенная атмосферо-, морозо- и водостойкость, а также высокая прочность и надежное сцепление с различными поверхностями. Наполнители строительных шпатлевок, грунтовых мастик, используемых под окраску и оклейку конструкций, служат центрами структурообразования в композиционных материалах. В этом аспекте так же играет особую роль гидролизный лигнин: его предложено применять как диспергатор в производстве сухой штукатурки. Повышение водостойкости, прочности, тепло- и морозостойкости шпатлевок достигается с помощью введения наполнителя-лигнина. При добавлении лигнина, как наполнителя появляется возможность

управлять процессами структурообразования, улучшить физико-механические свойства и устойчивость шпатлевок против старения. В результате литературного обзора можно предположить, что добавка лигнина в шпатлёвочные составы позволяет получить надежный и долговечный отделочный материал [27,28].

Хорошо известно использование лигносульфонатов в качестве связующих для гранулирования тонкоизмельченного сырья. Сульфитный лигнин в виде лигносульфонатов является наиболее низкомолекулярным продуктом из всех технических лигнинов и характеризуется хорошей растворимостью, в том числе и в воде, с чем связаны основные области его практического использования [29].

Другим важным направлением применения полимеров из лигнина является обогащение руды методом флотации [30]. Сульфитные щелока играют роль связующего в литейном производстве. Относительно новым направлением использования лигнинных веществ в металлургической промышленности является повышение выхода ценных металлов из сульфидных и углеродистых руд.

В нефтедобывающей промышленности лигнины используются при бурении нефтяных скважин в составе бурильных растворов (0.2–0.5%), для замедления цементации и повышения продуктивности нефтяных скважин [31].

Среди различных направлений использования лигнина существует альтернатива в пластике, о чем свидетельствуют многочисленные исследования в этой области. За счет смешивания лигнина с рядом натуральных материалов-волоконными древесиной и другими компонентами, можно получить легкообрабатываемый материал, перерабатываемый литьем в формы, подобно пластмассе и не уступает по физическим свойствам органическим полимерам. Биопластик на основе лигнина проявляет устойчивость к механическим воздействиям. Его можно применять во многих отраслях: для изготовления элементов автосалонов; для применения в строительстве, мебели, электроники и т.д. [32-34].

Недавно разработана технология получения на основе растительных волокон и лигнина термопластичного композиционного материала «Арбоформ».

Изделия из «Арбоформа» по внешнему виду похожи на изделия из пластмасс, однако по свойствам они подобны материалам, изготовленным из древесины [20,33,34].

Существуют композитные материалы, включающие в состав древесные отходы. Так, был предложен новый материал для создания пленок, плиток и ДСП, на 80–99% состоящий из пористого или волокнистого материала (целлюлозы, ГЛ, древесных опилок) [35,36].

Имеется положительный опыт получения связующих на основе лигнина для теплоизоляционных материалов. Значительный интерес представляет опыт получения связующих на основе технических лигносульфонатов (ЛСТ) и лигниновых отходов для производства теплоизоляционных материалов. Для изготовления теплоизоляционных материалов из вспученного перлита и других наполнителей требуется большое количество дефицитных связующих.

В результате литературного анализа выявлено, что отличительной особенностью является способность лигнина переходить в вязкопластическое состояние при воздействии высокого давления – 100 Мпа [37,38]. Это способствует развитию одного из перспективных направлений переработки технического гидролизного лигнина- брикетированию. Лигнин обладает пористой структурой, что улучшает кинетику сгорания топливного брикета [39]. Авторами разработан инновационный состав топливного брикета, предусматривающий использование угольной, гидролизной и нефтеперерабатывающей промышленности. Конечная продукция характеризуется высокими качественными показателями. В ходе исследования обоснованы технологические решения по получению высококачественного кускового твердого топлива из угольной мелочи и отходов производств Дальневосточного региона [39].

Исследовательские работы показали, что брикетированный гидролизный лигнин может являться ценным сырьем для металлургической, энергетической и химической отраслей народного хозяйства страны, а также высокосортным коммунально-бытовым топливом. Топливные брикеты представляют собой

высококачественное топливо с теплотой сгорания до 5500 ккал/кг, и низким содержанием золы. При сжигании брикеты лигнина горят бесцветным пламенем, не выделяя коптящего дымового факела [40,41].

Так же известно, что на ряде гидролизных заводов Украины налажены производства лигниновых топливных гранул и брикетов, которые успешно реализуются местному населению и поставляются за рубеж [42].

Еще одним перспективным направлением переработки гидролизного лигнина является метод каталитического пиролиза. Получаемые этими методами жидкие биотопливные продукты могут выступать заменителями таких нефтепродуктов как бензин, мазут, дизтопливо и керосин, который широко используется в качестве топлива в авиации и космической технике [43,44]

Литературный анализ показал, что лигнин можно успешно применять в производстве кирпича в качестве выгорающей добавки к глине. Лигнин характеризуется следующими показателями: влажность 65-70%, насыпной вес 500-600 кг/м³, теплотворная способность 1500-1800 ккал/кг, зольность до 3%. Запрессованный лигнин при сушке не горит, при этом обжиг кирпича проходит хорошо. Для обеспечения кондиционной механической прочности строительного кирпича лигнин следует вводить в формовочную шихту в количестве, не превышающем 15-25% ее объема. Лигнин обладает высокой дисперсностью, благодаря этому не требует дополнительных затрат на измельчение (в отличии от других выгорающих добавок, таких как уголь, шлак и т.д). Сланцы, бурый уголь и другие многозольные добавки полностью не сгорают из-за трудного доступа воздуха в заполненные золой поры кирпича. При использовании опилок в кирпиче образуются крупные незамкнутые поры, повышающие водопоглощение материала [45-48].

Известно, что Ленинградский завод № 1 с 1949 широко применяет лигнин в производстве кирпича, как выгорающую добавку. Использование лигнина в качестве выгорающей добавки позволило заводу значительно снизить себестоимость продукции.

Трудность промышленной переработки лигнина обусловлена сложностью его природы, многовариантностью структурных звеньев и связей между ними, а также нестойкостью этого природного полимера, необратимо меняющего свойства в результате химического или термического воздействия.

В таблице 4 приведены результаты патентного поиска.

Таблица 4 - Результаты патентного поиска

Автор	Наименование работы	Результаты исследований
<p>Кудряшев, Яковенко [49]</p>	<p>Патент № 76179 Дата: 27.08.1947 Способ изготовления термоизоляционного строительного материала из лигнина гидролизных заводов.</p>	<p>В своей работе авторы предлагают рациональный и высокоэффективный способ применения лигнина. По предлагаемому способу, при изготовлении термоизоляционного строительного материала из лигнина гидролизных заводов применяется строго определенная пропорция сырья, дающая легко формирующуюся гидромассу требуемого качества.</p>
<p>Лосев, Каминский [50]</p>	<p>Патент №85788 Дата: 21.02.1949 Способ получения пластических масс и лаковых покрытий на основе щелочного лигнина</p>	<p>В данной работе описывается способ получения пластических масс и лаковых покрытий на основе щелочного лигнина, используемый для этой цели лигнин выделяют любой кислотой, способной сообщить исходному черному щелоку целлюлозного производства кислую реакцию.</p>

Продолжение таблицы 4

<p>Селиванов, Плотников [51]</p>	<p>Патент № 545613 Дата: 05.02.1977</p> <p>Теплоизоляционный материал</p>	<p>В данной работе авторы рассказывают о изобретении теплоизоляционных материалов на основе отходов лесохимической промышленности, которые могут быть использованы при изготовлении теплоизоляции ограждающих конструкций в строительстве. Изготовление их связано с использованием дефицитных материалов. Известен также теплоизоляционный материал, получаемый из расплавленного битума и гидролизного лигнина. Недостатком материала является повышенное содержание битума в смеси, что снижает огнестойкость изделий, усложняет обработку режущим инструментом из-за налипания битума, существенно увеличивается стоимость. Кроме того, отмечаются его низкие прочностные свойства. Цель изобретения - повышение прочности, снижение теплопроводности и стоимости.</p>
--------------------------------------	---	--

Продолжение таблицы 4

<p>Шмыгля, Белов, Леонович, Цыбульская [52]</p>	<p>Патент № 1217854 Дата: 15.03.1986 Способ получения теплоизоляционного материала</p>	<p>Способ применяемый в изобретении отличается тем, что целью повышения прочности и огнестойкости, в качестве активатора гидролизного лигнина в смесь вводят антипирен-продукт синтеза ортофосфорной кислоты и карбамида, а при приготовлении смеси в смеситель сначала загружают карбамидоформальдегидную смолу, воду и пенообразователь, перемешивают, получают пену, в которую добавляют гидролизный лигнин и антипирен.</p>
<p>Пышный В.А [5]</p>	<p>Патент № 2018104729 Дата: 07.02.2018 Пеллеты из отходов деревообрабатывающего производства (гидролизного лигнина) и способ их изготовления</p>	<p>В своей работе автор рассказывает о пеллетах, выполненных из топливных гранул, спрессованных из гидролизного лигнина, полученного методом гидролиза древесных отходов растворами серной кислоты, характеризующиеся тем, что перед переработкой гидролизный лигнин обогащается производными отходами гидролизного производства, а перед прессованием проходит тонкую очистку с</p>

		сортировкой на фракции с последующим удалением минеральных элементов и уменьшением зольности.
--	--	---

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Применяемые материалы

ГЛИНА

При производстве строительных материалов нередко применяются различные добавки, которые положительно сказываются на их физико-механические характеристики. При производстве керамики применяются добавки, такие как [54]:

- поверхностно-активные вещества и высокопластичная глина для улучшения формовочных свойств массы;
- песок, дегидратированная глина для улучшения процесса сушки;
- уголь, опилки и лигнин являются выгорающими добавками и уменьшающие плотность изделия

Наполнители из глинистых материалов широко применяются во многих отраслях в частности, при производстве красок, клеев, керамики, резины, линолеума, вяжущих веществ и композиционных материалов [55].

Согласно ГОСТ [56], глинистым сырьем являются тонкодисперсные осадочные породы, состоящие в основном из глинистых минералов (монтмориллонита, гидрослюды, каолинита и др.), содержащие минеральные (кварцевые, полевошпатовые, карбонатные, железистые) и органические примеси [57].

Глина- распространенное и дешевое сырье. Наличие дешевого и доступного сырья вызывает потребность в создании и применении нанотехнологий в производстве строительных материалов [58].

Использование глины в производстве строительных материалов способствует решению следующих задач [59]:

- утилизации промышленных отходов, что способствует улучшению экологической ситуации;
- освобождения значительных земельных участков;
- снижения стоимости строительных материалов;
- рационального природопользования за счет вовлечения отходов в производство керамических материалов;
- создания энерго- и ресурсосберегающих технологий по производству строительных материалов.

Широкое применение глины в производственных работах обусловлено свойствами материала. Самым важным свойством глины является её способность сохранять тепло. Этот строительный материал экологически чистый и является хорошим антисептиком, а также глина хорошо поглощает шумы и обладает хорошей звукоизоляцией. Способы применения глины в строительной отрасли показаны на рисунке 6.

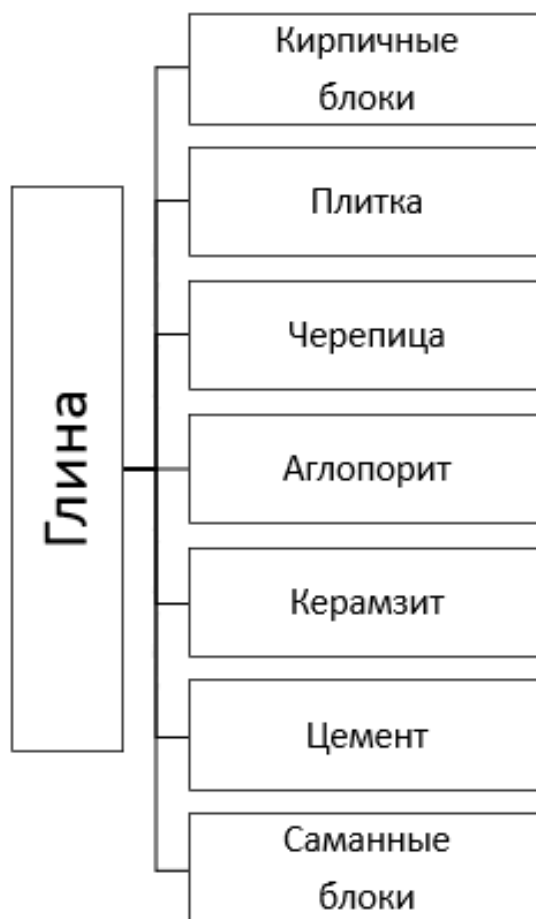


Рисунок 6 - Применение глины в строительной отрасли

Самые распространенные стройматериалы из глины – кирпич, плитка, черепица. Для их производства используют легкоплавкие тощие глины с высоким содержанием песка, но без солей и легкорастворимых материалов (таких как гипс, доломит). Технология состоит в обжиге глины и песка при высоких температурах. Материал плавится, и в итоге получается прочный как камень стройматериал.

Также глина является сырьем для производства таких строительных материалов как керамзит и аглопорит. Только для первого берут чистую глину, а для второго – глинистый грунт.

Чтобы получить керамзит легкоплавкую глину сначала очищают, разделяют на гранулы, затем подвергают быстрому обжигу. Она вспучивается, образуя круглые и овальные зерна. Это и есть керамзит. Материал считается экологически чистым и безопасным, так как сделан из природного глинистого сырья.

Еще одна область применения глины – производство цемента. Состав этого материала – 25% глины, остальные 75% – это известняк. Соотношение компонентов строго нормируется и должно на 100% соответствовать технологии.

Особое внимание при выборе сырья уделяется содержанию в глине глинозема и кремния. И поскольку получить однородный материал достаточно трудно, на цементных заводах тщательно анализируют каждую партию глины. При необходимости ее дополнительно обогащают, добавляя или удаляя некоторые компоненты.

В процессе производства смесь из измельченного известняка и глины обжигается при температуре 1450°C. Получаются твердые комки (клинкер). Затем они охлаждаются до 130°C, измельчаются и фасуются после полного остывания.

ОПИЛКИ

Для повышения пористости керамических изделий, а также для равномерного спекания керамического черепка в массу добавляют выгорающие добавки, такие как древесные опилки. Опилки улучшают формовочные свойства глиняной массы, но снижают прочность изделий и повышают водопоглощение. Однако благодаря длинным волокнам они армируют глиняную массу и повышают сопротивление разрыву и трещиностойкость в сушке. В кирпичные массы добавляют обычно 5-10% опилок (от объема глины). В таком количестве они ускоряют сушку и существенно не снижают прочность кирпича, несмотря на увеличение пористости. Наиболее эффективно повышают трещиностойкость кирпича опилки продольной резки [54].

ЛИГНИН

Актуальность использования лигнина в качестве выгорающей добавки при производстве теплоэффективной керамики заключается в том, что этот отход промышленности используется в незначительной степени, однако он выгодно

отличается от другого порообразователя- пенополистирола. Опыт работы ряда кирпичных заводов позволяет считать лигнин эффективной выгорающей добавкой.

Он хорошо смешивается с другими компонентами шихты, не ухудшает ее формовочных свойств и не затрудняет резку бруса. Его применение наиболее продуктивно при сравнительно небольшой карьерной влажности глины.

По своему составу это комплекс веществ, в который входят собственно лигнин растительной клетки, часть полисахаридов, группа веществ лигногуминового комплекса, не отмытые после гидролиза моносахара, минеральные и органические кислоты, зольные и другие вещества. Основные свойства лигнина представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Основные свойства лигнина

Влажность	65-70%
Плотность	1,25-1,45 г/см ³
Насыпной вес	500-600 кг/м ³
Содержание собственного лигнина	40-88 %
Теплотворная способность	5500-6500 ккал/кг

Продолжение таблицы 5

Зольность	до 3%.
Температура воспламенения лигнина	195°С
Температура самовоспламенения	425°С
Температура тления	185°С

Лигнин проявляет пластические свойства при повышенном давлении и температуре, особенно во влажном состоянии.

Коэффициент теплопроводности лигнина (Вт/м°С): в абсолютно сухом состоянии-0,0464; при влажности 6%-0,0470; при влажности 65% -0,0789. Эти

данные говорят об эффективности лигнина как теплоизоляционного материала [12,60].

Марка кирпича, получаемая с использованием лигнина, обладает улучшенными теплоизоляционными свойствами, и это приведет к уменьшению затрат на обогрев зданий, построенных из такого кирпича.

ВОДА

Вода применяется в качестве компонента для придания формы сырцам при изготовлении изделий.

2.2 МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

2.2.1 Программа испытаний

Для получения качественных изделий, соответствующих стандартам, необходимо, создать все условия. Поэтапная программа испытаний представлена на рисунках 7,8.



Рисунок 7- Программа испытаний керамических черепков

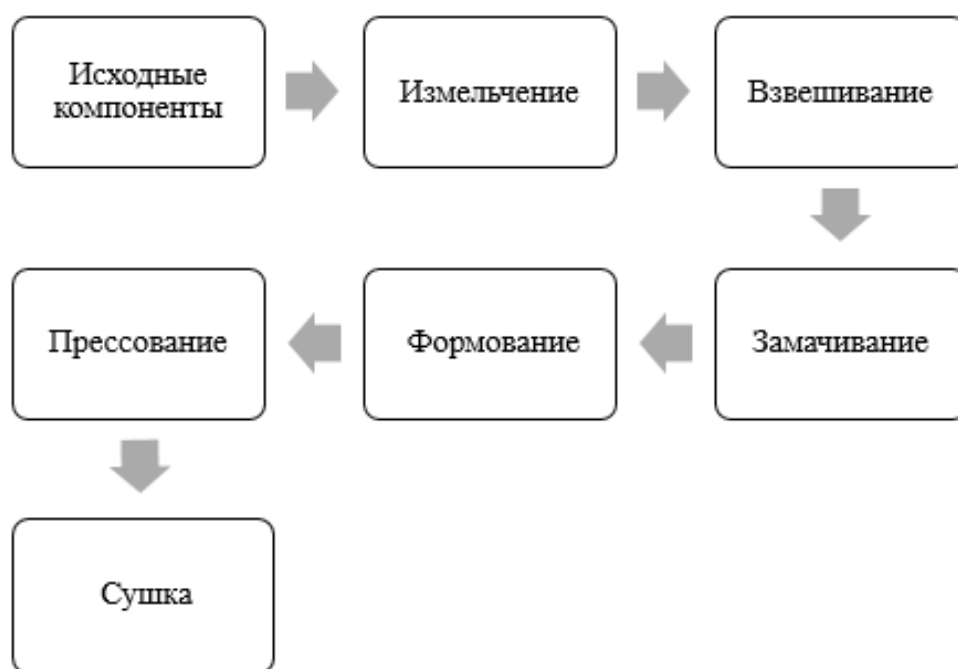


Рисунок 8- Программа испытаний топливных брикетов

Сушка - ответственный этап технологии, так как трещины обычно возникают именно на этом этапе, а при обжиге они лишь окончательно выявляются. Анализ керамических кирпичей, изготавливаемых на заводах в Республике Хакасия, показал, что большинство изделий выполняется со значительным браком в связи с нарушением технологии обжига. В основном изделия напрямую загружаются в печь после формования, минуя процедуру сушки. С целью определения влияния наличия или отсутствия процесса сушки на деформации образцов, в процессе эксперимента было также выбрано моделирование обжига без сушки.

Обжиг – самая важная и ответственная технологическая операция в процессе изготовления керамики. Та или иная керамическая технология применяется в зависимости от возможностей обжига. Если рассматривать тенденции развития керамического дела в истории материальной культуры, то видно, что температура обжига изделий повышалась по мере овладения новыми технологиями [61]. Под воздействием высоких температур происходят

структурные изменения в массе изделий, кристаллическая решётка молекул глины распадается, глина теряет пластичность, происходит, так называемый процесс спекания глины. Результатом процесса обжига (спекания) является образование новых кристаллических и аморфных фаз, уплотнение обжигаемого материала (усаживание) и, как следствие, уменьшение его открытой пористости. При обжиге сырца образуется искусственный каменный материал (черепок), который в отличие от сырой керамической массы не размывается водой и обладает относительно высокой прочностью [62].

2.2.2 Технология изготовления керамических черепков

Работа выполнена по следующей методике:

1. Подготовка сырья (сушка лигнина, просеивание, фракционирование).
2. Увлажнение формовочной массы
3. Прессование образцов
4. Сушка при 25 °С
5. Обжиг при 1000 °С
6. Изучение физико-механических свойств изделий

На первом этапе была поставлена задача испытания лигнина как выгорающей добавки в производстве керамики. Для исследования были приготовлены 6 составов, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Состав порошков для керамических черепков

	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Глина	90 %	80%	80%	80%	80%	80%
Лигнин	10%	20%	10%	-	5%	15%
Опилки	-	-	10%	20%	15%	5%
Вода	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15%

Все разнообразие керамических материалов производится по однотипной схеме, включающей в себя следующие переделы: добычу сырьевых материалов, подготовку сырьевой массы, формование изделий, прессование, сушку и обжиг.

Технология изготовления изделия. Для приготовления образцов смешивалась глина, с порошкообразными исходными материалами до получения однородной пластичной массы, пригодной для формования. Гидролизный лигнин и опилки предварительно были измельчены и просеяны через сито. Далее производилось перемешивание до получения однородной массы и увлажнение до формовочной влажности 15 %. На рисунке 9 показана смесь глины, лигнина. На рисунке 10 смесь глины, лигнина и опилок.



Рисунок 9- Смесь глины и лигнина.



Рисунок 10- Смесь глины, лигнина и опилок.

Изготовление образцов из глиняной смеси с добавлением гидролизного лигнина и опилок производилось методом полусухого прессования (рисунок 12). Для этого полученная смесь укладывалась в предварительно смазанную форму (рисунок 11). Рабочее давление на образец составило 15 МПа.



Рисунок 11 - Форма, для прессования смеси.



Рисунок 12- Пресс.

Далее образцы № 1,2,3 обжигались в лабораторной электропечи при температуре 1000 °С (рисунок 13). Образцы № 5, 6, 7 предварительно подвергались сушке, затем так же обжигались. Испытания образцов на

воздушную и огневую усадку и водопоглощение по массе проводили согласно требованиям ГОСТ 21216-2014 и ГОСТ 2409 [63,64].



Рисунок 13- Образцы №1,2,3 в печи

На рисунках 14,15 представлены керамические черепки после обжига.

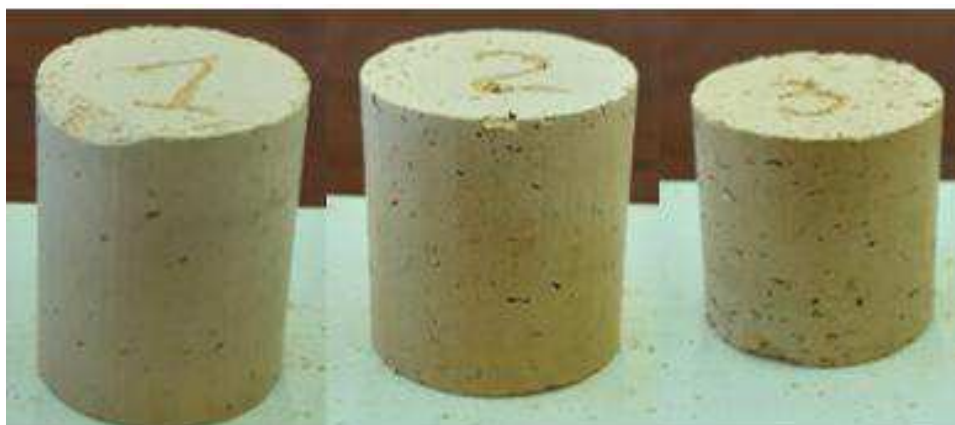


Рисунок 14 - Керамические черепки №1,2,3



Рисунок 15 - Керамические черепки №4,5,6

Можно отметить, что качество и внешний вид обожжённых материалов удовлетворительные. Визуальное изучение термообработанных образцов показало, что при изменении процентного содержания компонентов не происходит значительных изменений в окраске образцов. Все образцы характеризуются равномерной окраской от коричневатого до светло-оранжевой цветовой гаммы, причем с увеличением температуры термообработки интенсивность окрашивания черепка усиливается. Дефекты поверхности (вспучивание, деформация) отсутствуют.

2.2.3 Технология изготовления топливных брикетов

На втором этапе исследования была поставлена задача изготовления топливных брикетов с применением лигнина.

Для изготовления брикетов применялось 40 гр опилок, 10 гр лигнина и вода. Сущность брикетирования заключалась в том, что измельченные до определенной крупности опилки и лигнин, замачивались в воде около 7 суток. Изготовление топливного брикета производилось методом прессования. Для этого полученная смесь укладывалась в предварительно смазанную форму, рабочее давление на образец составило 15 Мпа. На рисунке 16 представлен топливный брикет.



Рисунок 16 - Топливный брикет № 1

Брикет № 1 получился рыхлым и имеет пониженную плотность, он не может применяться в качестве топлива.

Метод брикетирования № 2 немного отличался от предыдущего. Изначально измельченные опилки и лигнин, настаивались в воде около 40 минут. Изготовление топливного брикета производилось методом ручного прессования. Для этого полученная смесь укладывалась в предварительно смазанную форму. На рисунке 17 представлен топливный брикет №2.



Рисунок 17 - Топливный брикет №2

Брикет № 2 менее рыхлый, но имеет пониженную плотность, как и брикет №1.

Для изготовления топливного брикета № 3 (рисунок 19) в смесь была добавлена предварительно замоченная в кипятке бумага (рисунке 18).



Рисунок 18- Смесь с добавлением размоченной бумаги.

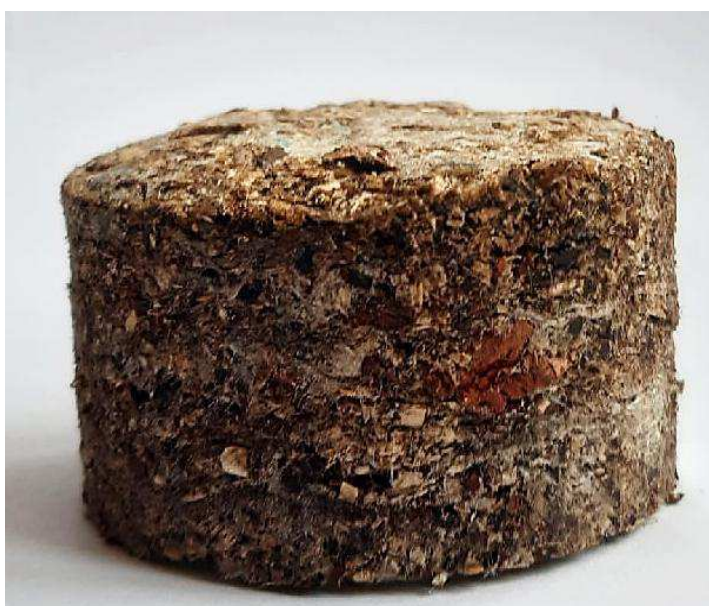


Рисунок 19 – Топливный брикет № 3

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее важным фактором, влияющими на процесс формирования топливного брикета, является добавление не только лигнина, но и предварительно размоченной бумаги.

Характеристики топливного брикета с добавлением лигнина:

- Высокий показатель теплоты сгорания;
- При сгорании не образуется коптящий дымовой факел, пламя почти бесцветно;
- Высокая плотность готового продукта (1,3-1,4 г/см³), что дает ряд преимуществ, в частности, длительный период горения. Кроме того, повышается эффективность при транспортировке.
- Повышенный % золы по сравнению с гранулированной продукцией из опилок, щепы (что является малозначительным недостатком) компенсируется невысокой стоимостью данного вида биологического топлива.

Результаты исследования могут иметь большое значение для российской промышленности. Использование более экологичного топлива позволит снизить количество вредных выбросов в атмосферу и улучшить экологическую обстановку в России.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЛИГНИНА

3.1 Определение плотности керамических черепков

Следующим этапом было определение физико-механических свойств полученного материала по стандартным для керамических материалов методикам [65-68]. Для этого путем взвешивания на весах с точностью 0,01 г определялась масса образцов, а с помощью штангенциркуля измерялись геометрические размеры. Результаты представлены в таблице 7, 8.

Зная значение плотности материала (ρ_0), можно подсчитать его коэффициент теплопроводности по эмпирической формуле В.П. Некрасова:

$$\lambda = 1,16\sqrt{0,0196 + 0,22\rho_0^2} - 0,16 \text{ Вт/м}^\circ\text{С} \quad [1]$$

Таблица 7 - Масса и геометрические размеры образцов

	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Масса, кг	0,0208	0,0152	0,0120	0,0090	0,0120	0,0128
Ширина, мм	25	25	25	25	25	25
Высота, мм	30,05	27	24	25,05	26	25
Длина, мм	25	25	25	25	25	25

Таблица 8 - Результаты плотности и коэффициент теплопроводности

№ образца	$\rho = \frac{m}{V}$ кг/м ³	λ Вт/м [°] С
№1	1410	0,62
№2	1147	0,48
№3	1019	0,42
№4	732	0,27
№5	940	0,38
№6	1043	0,43

В таблице 9 представлены результаты измерения усадки образцов на различных технологических этапах

Таблица 9 - Результаты усадки образцов

Показатель	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Линейная воздушная усадка, %	6,9	7,5	6,2	5,8	6,7	7,4
Линейная огневая усадка, %	2,5	2,5	2,7	3,5	3,4	2,7

Усадка керамики в процессе сушки и обжига является существенным фактором, в значительной степени влияющим на свойства получаемых изделий.

Усадочные деформации не должны превышать допускаемых значений, поскольку это вызывает нарушение геометрии образцов и снижение прочностных показателей.

По представленным результатам видно, что наличие лигнина в составе комплексной выгорающей добавки позволяет снизить огневую усадку. но при этом несколько повышается воздушная усадка. Это объясняется тем, что при сушке опилки армируют сырьевую массу, снижая деформации. Однако при обжиге в случае наличия крупноразмерных частиц опилок деформации огневой усадки растут. Также можно отметить, что усадочные деформации пропорционально меняются при замене опилок на лигнин в составе добавки.

Многие авторы отмечали, что наличие лигнина в составе выгорающей добавки приводит к плохой спекаемости массы, её разрыхлению и снижению прочности. Однако в результате эксперимента отмечено, что данный эффект появляется в случае использования технологии пластического формования с влажностью свыше 20 %. При этом необходимо отметить, что большими деформациями характеризуются образцы, содержащие большее количество лигнина в составе добавки. Соединение опилок с лигнином позволяет снизить деформации и добиться максимального выгорания.

На основании представленных результатов, построили график плотности (рисунок 16) и теплопроводности (рисунок 17).

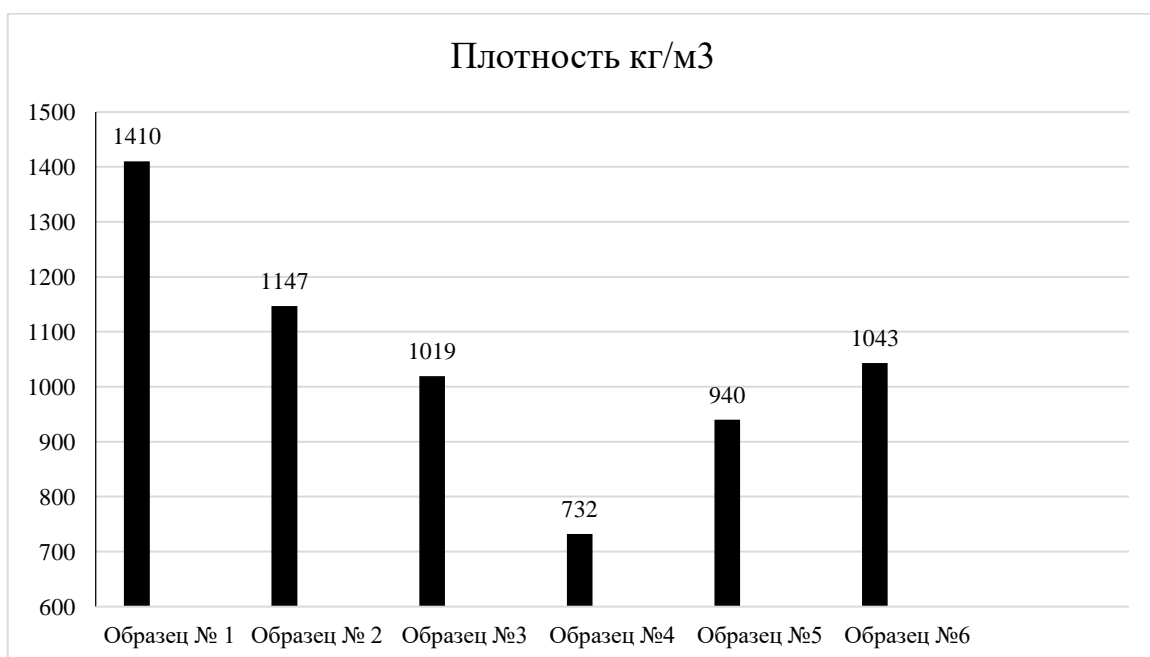


Рисунок 16- График плотности

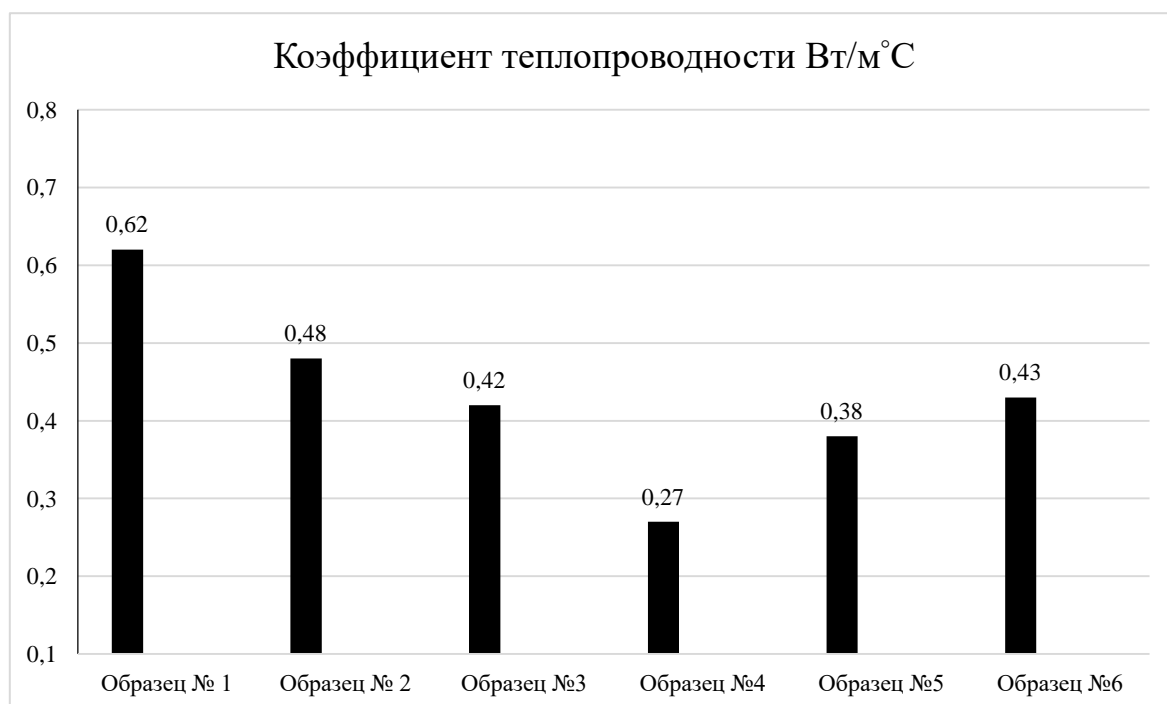


Рисунок 17- График теплопроводности

Плотность керамических изделий зависит от их химико-минералогического состава, способа формования и степени обжига. Большую плотность имеют изделия, обжигаемые почти до полного спекания без вспучивания, в связи с малым количеством воды.

Средняя плотность стеновых изделий зависит от пористости и пустотности и составляет у различных видов изделий от 700 до 2400 кг/м³. По показателю средней плотности в сухом состоянии кирпич и камни подразделяют классы:

- 0,7 (плотность до 700 кг/м³);
- 0,8 (710-800 кг/м³);
- 1,0 (810-1000 кг/м³);
- 1,2 (1010-1200 кг/м³);
- 1,4(1210-1400 кг/м³);
- 2,0 (1410-2000 кг/м³);
- 2,4 (2010-2400 кг/м³).

А в зависимости от класса средней плотности и теплопроводности – на группы:

- малоэффективные (обыкновенные)- классы 2,0 и 2,4 и коэффициент теплопроводности (λ) свыше 0,46 Вт/м·К;
- условно-эффективные - класс 1,4 и $\lambda=0,36...0,46$ Вт/м·К;
- эффективные - класс 1,2 и $\lambda=0,24...0,36$ Вт/м·К;
- повышенной эффективности - класс 1,0 и $\lambda=0,20...0,24$ Вт/м·К;
- высокой эффективности - классы 0,7 и 0,8 и $\lambda =$ до 0,20 Вт/м·К.

Увеличение вводимых в состав сырьевых смесей древесных опилок в количестве от 0 до 20% снижает среднюю плотность керамического черепка с 1410 до 732 кг/м³, теплопроводность, определенная по формуле В.П.Некрасова снижается с 0,62 до 0,27 Вт/м°С.

Определено, что изделие состав которого составляет 20 % лигнина, имеет плотность 1147 кг/м³, а теплопроводность 0,62 Вт/м°С относится к малоэффективной керамике.

В результате экспериментальных исследований установлено, что оптимальным является использование в составах гидролизного лигнина и опилок в количестве 10 %. Известно, что при равном количестве выгорающих добавок уменьшается средняя плотность изделий, а, следовательно, улучшаются теплофизические свойства. Изделие состав которого является 10 % лигнина и 10 % опилок можно отнести к классу условно-эффективным керамическим изделиям.

На основании представленных выше результатов можно сделать вывод: используя гидролизный лигнин, как компонент выгорающей добавки, можно получить эффективную керамику с низким коэффициентом теплопроводности.

3.2 Определение водопоглощения керамических черепков

Водопоглощение характеризует степень заполнения открытых пор материала при насыщении водой. В результате насыщения материала водой повышается его средняя плотность и теплопроводность. Понижается механическая прочность, иногда увеличивается объем. Величина водопоглощения является показателем спекаемости черепка.

Предназначенные для испытания на водопоглощение образцы высушили до постоянной массы и после охлаждения взвешали с точностью до 1 г. После этого образцы укладывают в сосуд с водой (рисунок 18), чтобы уровень воды в сосуде был выше верха образцов не менее чем на 2 см, и не более чем на 10 см. В таком положении образцы выдерживали в течение 48 часов.



Рисунок 18- Образцы в сосуде с водой

После этого образцы вынимают из сосуда, обтирают тряпкой и каждый образец взвешивают. Водопоглощение по массе вычисляют по формуле [66]:

$$B = \frac{m_1 - m}{m} 100 \quad [2]$$

m_1 -масса насыщенного водой образца, г;

m – масса высушенного образца, г;

Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10- Масса и водопоглощение образцов

	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Масса высушенного образца, г	20,8	15,2	12,0	9,0	12,0	12,8
Масса насыщенного водой образца, г	23,7	18,2	14,9	11,5	15,2	15,5
Водопоглощение, %	14,5	19,7	24,2	28	27	21

Согласно нормативным требованиям, водопоглощение керамического кирпича должно быть больше 6 %. При меньшем водопоглощении кирпич получается более тяжелым, менее воздухопроницаем и более теплопроводен. Кроме того, с ним плохо сцепляется строительный раствор [69]. Верхний предел зависит от вида кирпича и условий эксплуатации:

- рядовой 12-14%
- лицевой 8-10%
- кирпич, используемый во внутренних рядах кладки и для строительства перегородок, может обладать водопоглощением до 16%. Из представленных результатов видно, что водопоглощение образцов составляет от 14,5 % до 28 %.

Такой разброс объясняется тем, что внутренние ряды кладки не испытывают непосредственного воздействия осадков и низких температур, в то время как наружные полностью принимают их на себя.

Из представленных результатов видно, что водопоглощение образцов составляет от 14,5 % до 28 %. При таком показателе водопоглощения керамические изделия для наружных стен можно использовать только при наличии наружной отделки.

ГЛАВА 4. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Для обоснования проектного решения наружных стен необходимо оценить влияние физико-механических свойств экспериментальной керамики на толщину утеплителя.

Необходимый уровень теплозащиты наружных ограждений зданий определяется требованиями нормативного документа СП 50.13330.2012 в зависимости от продолжительности отопительного периода для каждого региона [70].

Проектируемое здание жилого дома расположено в г. Абакан, который относится к климатическому району (1В).

Продолжительность отопительного периода составляет 223 суток.

Средняя температура наружного воздуха при отопительном периоде составляет минус $7,9^{\circ}\text{C}$.

Зона влажности района строительства – нормальная.

За расчетную температуру принята температура наиболее холодной пятидневки составляет -40°C .

Внутренняя температура воздуха $+20^{\circ}\text{C}$.

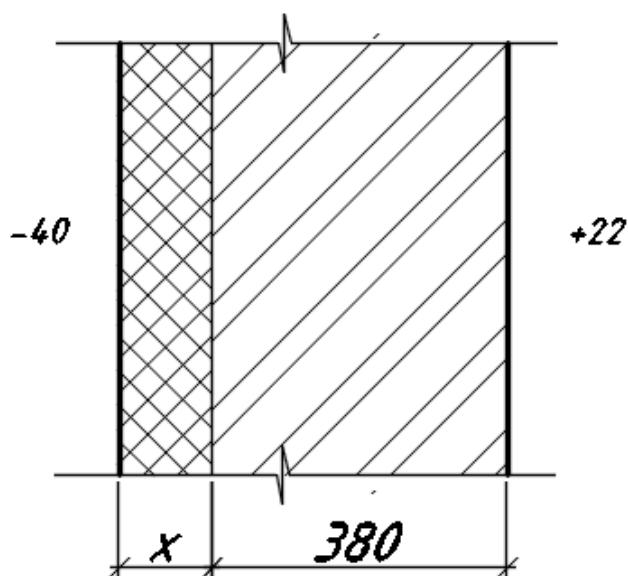


Рисунок 19 -Сечение стены

Таблица 11 - Для образца №1

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Энергоэффективный керамический блок (образец №1)	1410	0,38	0,62	0,61
2	Утеплитель плиты минераловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

Таблица 12 - Для образца №2

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Энергоэффективный керамический блок (образец №1)	1147	0,38	0,48	0,79
2	Утеплитель плиты минераловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

Таблица 13 - Для образца №3

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Энергоэффективный керамический блок (образец №1)	1019	0,38	0,42	0,90
2	Утеплитель плиты минераловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

Таблица 14 - Для образца №4

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Энергоэффективный керамический блок (образец №1)	732	0,38	0,27	1,4
2	Утеплитель плиты минераловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

Таблица 15- Для образца №5

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Энергоэффективный керамический блок (образец №1)	940	0,38	0,38	1,0
2	Утеплитель плиты минераловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

Таблица 16- Для образца №6

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R=\delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Энергоэффективный керамический блок (образец №1)	1043	0,38	0,43	0,88
2	Утеплитель плиты минераловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

Таблица 17- Для кирпича керамического

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = \delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Кирпич керамический М150 (образец №7)	1400	0,38	0,71	0,53
2	Утеплитель плиты менираловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

Таблица 18- Для поризованного блока марки 14, 3НФ

	Наименование	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт/м}^* \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = \delta/\lambda$ $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$
1	Копыловская керамика Крупноформатный поризованный блок марки 14,3НФ (образец №8)	700-800	0,38	0,38	1,0
2	Утеплитель плиты менираловатные технониколь «технофас»	145	х	0,043	х/0,043

1. Определяем градусосутки отопительного периода п 5.3[70]:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot Z_{\text{ht}} \quad [3]$$

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot Z_{\text{ht}} = (22 + 7,9) \cdot 223 = 6667,7 \text{ } ^\circ\text{C} \quad [4]$$

где, $t_{\text{int}} = + 22^\circ \text{C}$ – температура внутреннего воздуха

$t_{\text{ht}} = -7.9^\circ \text{C}$ – относительная температура воздуха самой холодной

пятидневки

$Z_{\text{ht}} = 223$ сут. – продолжительность отопительного периода

2. Определяем приведенное сопротивление теплопередачи:

$$R_{\text{req}} = 0,00035 \cdot 6667,7 + 1,4 = 3,73 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

a и b - коэффициенты принимаемые по таблице 3 для стен [70].

$$a = 0.00035$$

$$b = 1.4$$

3. Определяем минимальное допустимое термического сопротивления утеплителя:

$$R_{ym}^{mp} = R_{req} - (R_{int} + R_{ext} + \sum R_i) \quad [5]$$

λ_i – это коэффициент теплопередачи внутренних поверхностей ограждения;

λ_e – коэффициент теплопередачи наружных поверхностей;

λ_i берем в табл. 4 [73], $\lambda_i = 8,7$

λ_e берем в табл. 6 [73], $\lambda_e = 23$

Для образца №1:

$$R_{ym}^{mp} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,61 \right) = 2,96 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 2,96 ; x=0,127, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 14 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i \quad [6]$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,62 + 2,96 = 3,74$$

$$R_0 > R_{req} ;$$

$$3,74 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Для образца №2:

$$R_{\text{ут}}^{\text{тп}} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,79 \right) = 2,79 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 2,79 ; x=0,12, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 12 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \sum R_i$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,79 + 2,79 = 3,74$$

$$R_0 > R_{\text{req}} ;$$

$$3,74 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Для образца №3:

$$R_{\text{ут}}^{\text{тп}} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,9 \right) = 2,68 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 2,68 ; x=0,114, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 12 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{\text{int}} + R_{\text{ext}} + \sum R_i$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,9 + 2,68 = 3,74$$

$$R_0 > R_{\text{req}} ;$$

$$3,74 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Для образца №4:

$$R_{ym}^{mp} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 1,4 \right) = 2,17 \text{ м}^2 \text{ } ^0 \text{ С/Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 2,17 ; x=0,09, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 10 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 1,4 + 2,17 = 3,74$$

$$R_0 > R_{req};$$

$$3,74 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Для образца №5:

$$R_{ym}^{mp} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 1,0 \right) = 2,57 \text{ м}^2 \text{ } ^0 \text{ С/Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 2,57 ; x=0,110, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 12 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 1,0 + 2,57 = 3,74$$

$$R_0 > R_{req};$$

$$3,74 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Для образца №6:

$$R_{ym}^{np} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,88 \right) = 2,69 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 2,69; x = 0,115, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 12 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,88 + 2,79 = 3,82$$

$$R_0 > R_{req};$$

$$3,82 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Для кирпича керамического:

$$R_{yt}^{kp} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,53 \right) = 3,04 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 3,04; x = 0,131, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 14 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,66 + 2,91 = 3,74$$

$$R_0 > R_{req};$$

$$3,74 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Для поризованных блоков марки 14, ЗНФ:

$$R_{ут}^{тр} = 3,73 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 1,0 \right) = 2,57 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

4. Определяем толщину утеплителя:

$$\frac{x}{0,043} = 2,57; x=0,112, \text{ исходя из сортамента, назначаем толщину плиты } 12 \text{ см}$$

5. Определение термического сопротивления стены:

$$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_i$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,95 +$$

$$R_0 > R_{req};$$

$$3,82 > 3,73$$

Вывод: Условие выполняется.

Таблица 16 Влияние физико-механических свойств на толщину утеплителя

Материал	Плотность, ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/м* ⁰ С	Толщина утеплителя, см
№ 1	1410	0,62	14
№ 2	1147	0,48	12

№ 3	1019	0,42	12
№ 4	732	0,27	10
№ 5	940	0,38	12
№ 6	1043	0,43	12
Керамический кирпич	1400	0,71	14
Поризованные блоки марки 14, ЗНФ	700-800	0,38	12

По данным таблицы 16 построена диаграмма (рисунок 20)



Рисунок 20- Толщина утеплителя

Таким образом для наружных стен зданий из поризованной керамики, полученной на основе состава №1 и керамического кирпича М150 потребуется 14 см утеплителя (минераловатной технотермол «технофас»), из поризованной керамики № 2,3,5,6 и из поризованных блоков потребуется 12 см, из поризованной керамики № 4 потребуется 10 см утеплителя.

Использование поризованных блоков и керамики № 2,3,4,5,6 в состав которого входят такие выгорающие добавки как лигнин и опилки, является рациональным так как приводят к наименьшему использованию утеплителя.

ВЫВОДЫ

На основании представленных выше результатов можно сделать следующие выводы:

1. Используя гидролизный лигнин как компонент выгорающей добавки, можно получить эффективную керамику с низким коэффициентом теплопроводности.

2. Оптимальное процентное соотношение лигнина и опилок составляет 50/50 при общем содержании добавки не более 20 %.

3. По результатам теплотехнического расчета определено, что применение экспериментальных составов керамических поризованных изделий для наружных ограждающих конструкций в условиях холодного климата республики Хакасия позволяет снизить толщину применяемого утеплителя и, как следствие, привести к экономии денежных средств при возведении здания.

4. Гидролизный лигнин также можно использовать при производстве топливных брикетов на основе опилок с добавкой лигнина. Наиболее важным фактором, влияющим на процесс формирования топливного брикета, является добавление не только лигнина, но и предварительно размоченной целлюлозы (вторичной бумаги). Целлюлоза позволяет придать большую связность брикету и сохранять форму после сушки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой части работы рассмотрены классификации промышленных отходов, а также основные методы использования и способы утилизации промышленных лигнинов, которые являются крупнотоннажным отходом целлюлозных и гидролизных заводов.

Изучена и практически проверена возможность использования гидролизного лигнина в качестве выгорающей добавки в производстве строительных материалов.

В практической части подробно описана технология изготовления керамических черепков, а также определены физико-механические свойства полученного материала по стандартным для керамических материалов методикам.

Опытные образцы, полученные с использованием в массах гидролизного лигнина и опилок, обожженные при температуре 1000°C , характеризуются следующими показателями свойств: водопоглощение 14,5-28%, плотность 732-1410 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,27- 0,62 Вт/м[°]С.

Для обоснования проектного решения наружных стен мы оценили влияние физико-механических свойств экспериментальной керамики на толщину утеплителя. Таким образом для наружных стен зданий из поризованной керамики, полученной на основе состава №1 и керамического кирпича М150 потребуется 14 см утеплителя (минераловатной технотермол «технофас»), из поризованной керамики № 2,3,5,6 и из поризованных блоков потребуется 12 см, из поризованной керамики № 4 потребуется 10 см утеплителя.

Использование поризованных блоков и керамики № 2,3,4,5,6 в состав которого входят такие выгорающие добавки как лигнин и опилки, является рациональным так как приводят к наименьшему использованию утеплителя.

Так же в процессе выполнения работы была изучена технология выполнения топливных брикетов. В результате проведенных исследований установлено, что наиболее важным фактором, влияющими на процесс формирования топливного брикета, является добавление предварительно

размоченной бумаги. Использование старой бумаги в производстве повышает горючесть брикетов, потому что бумага хорошо горит и выделяет значительное количество тепла. А также бумага и лигнин, служат связующим для рассыпчатой массы.

Таким образом выполненное исследование позволяет с уверенностью сказать о возможности улучшения экологической ситуации в Усть-Абакане и его окружении, если будет реализована программа по утилизации промышленных отходов бывшего гидролизного производства. Учитывая несомненный положительный эффект при производстве строительных материалов и изделий на основе данного отхода производства, можно рекомендовать разработанную технологию в реальное производство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон Р. Ф. Об отходах производства и потребления //В редакции от. – 1998. – Т. 28.
2. Одарюк В. А., Тронин С. Я., Сканцев В. И. Проблемы утилизации отходов производства и потребления //Технологии гражданской безопасности. – 2012. – Т. 9. – №. 3.
3. Чудаков М. И. Промышленное использование лигнина. М.: Гослесбумиздат, 1962. 183 с.
4. Чудаков М. И. В сб.: Химия древесины, т. 1. Рига: Зинатне, 1968, с. 311.
5. Равич Б. М. и др. Комплексное использование сырья и отходов //М.: Химия. – 1988.
6. Любешкина Е. Г. Лигнин как компонент полимеров, композиционных материалов. Успехи химии, 1983, выпуск 7, с 1203.
7. Суходолов А. П., Хаматаев В. А. Развитие отечественной гидролизной промышленности //Известия Байкальского государственного университета. – 2009. – №. 3.
8. Холькин Ю. И. Технология гидролизных производств, Лесная пром-сть //Москва. – 1989.
9. Варфоломеев А.А. Активированный гидролизный лигнин для химического анализа / А.А. Варфоломеев, А.Д. Синегибская // Труды БрГУ. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2013. – Т. 2. – С. 207-209.
10. Чекалова А. Ю. Перспективы применения отходов гидролизного завода рх в строительстве //перспективы развития фундаментальных наук. – 2020. – с. 87-89.
11. ХакасИнформ. [Электронный ресурс].URL: <https://hakas.info/news/200906191222>
12. Шибаева Г. Н. Лигнополимерсиликатные строительные материалы. – 2010.

13. Магдалин А. А. и др. Тепло-и гидроизоляционные материалы из лигнина и эффективность их применения в Хакасии //Абакан: Хакасск. книжн. изд. – 1994. – Т. 48. – С. 2.
14. Селиванов В. М., Левдикова В. Л. В сб.: Химия и использование лигнина. Рига: Зинатне, 1974, с. 421.
15. Дейнеко И. П. Утилизация лигнинов: достижения, проблемы и перспективы //Химия растительного сырья. – 2012. – №. 1.
16. Тимошенко В. В., Шаповалов А. В. Исследование возможности применения гидролизного лигнина в композиционных материалах на основе полиэтилена //Поликомтриб-2015. – 2015. – С. 147-147.
17. Сарканен К. В., Людвиг К. Х. Лигнины (структура, свойства и реакции) //М.: Лесная пром-сть. – 1975.
18. Хитрин К. С. и др. Направления и методы утилизации лигнинов //Российский химический журнал. – 2011. – Т. 55. – №. 1. – С. 38-44.
19. Симонова В. В., Шендрик Т. Г., Кузнецов Б. Н. Методы утилизации технических лигнинов //Журнал Сибирского федерального университета. Химия. – 2010. – Т. 3. – №. 4.
20. Береговой В. А., Егунов Д. А., Сорокин Д. С. Строительные материалы и вяжущие вещества на основе гидролизного лигнина //Региональная архитектура и строительство. – 2017. – №. 3. – С. 75-79.
21. Дворкин Л. И., Пашков И. А. Строительные материалы из отходов промышленности: учебное пособие. – Выща школа, 1989.
22. Чан М. Д. Л., Балабанов В. Б., Проценко М. Ю. Применение гидролизного лигнина в качестве стабилизирующей добавки для щебеночно-мастичного асфальтобетона //Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – Т. 9. – №. 2
23. Гоготов А. Ф. и др. Новые подходы к утилизации крупнотоннажных промышленных отходов–гидролизного лигнина, серы, полихлоралифатических соединений //Химия в интересах устойчивого развития. – 2013. – Т. 21. – №. 3. – С. 305-310.

24. Гоготов А. Ф. и др. Способ утилизации хлорорганических отходов химических производств для получения модифицирующей добавки для битума и модифицирующая добавка для битума. – 2009.
25. Киселёв В. П. и др. Лигнинсодержащие полимеры в асфальтобетонных смесях // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – №. 7.
26. Киселев В. П. Комплексное использование продуктов незавершенного производства гидролизной и лесохимической отрасли в дорожном строительстве // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – №. 6.
27. Липатов, Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров: монография [Текст] / Ю.С Липатов. – М: Химия, 1977/ – 304 с.
28. Хрулев, В.М. Синтетические клеи и мастики (применение в строительстве): учеб.пособие для строит.вузов / В.М.Хрулев.- М.: Высш.шк., 1970.-368 с.
29. Baumberger S. Chemical modification, properties, and usage of lignin / Ed. by Hu T. Q. New York: Kluwer Acad., 2002. 291 p.
30. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / Пер. с англ. под ред. Л. П. Зайченко. СПб: Профессия, 2007. 240 с. [Lange K. R. Surfactants: A practical handbook. Munich: Hanser Publishers, 1999].
31. Рабиа Х. Н. Технология бурения нефтяных скважин. М.: Недра, 1989. 413 с.
32. Тунцев Д. В. и др. Биопластики на основе лигнина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 15.
33. Nagele H. et al. Лигнин - матричные композиты из природных ресурсов-arboform® // биопластики: материалы и применение; Kabasci, S., Ed.-2013. – С. 89-115.
34. Фельдман Д. и др. Химическая модификация, свойства и применение лигнина // J Macromol Sci Part A. – 2002. – № 32. – № 8-9. – № 81-99.

35. Патент №6863971. Strong durable low cost composite materials made from treated cellulose and plastic / I. Halahmi, M. Gross, L. Jacobs, G. Kadosh. Опубл. 08.03.05.
36. Беловежец Л. А., Волчатова И. В., Медведева С. А. Перспективные способы переработки вторичного лигноцеллюлозного сырья //Химия растительного сырья. – 2010. – №. 2.
37. Александров А. В., Афанасова А. В., Руденко А. П. Исследование механоактивации технического гидролизного лигнина как компонента топливного брикета //Химия растительного сырья. – 2020. – №. 1.
38. Микова Н. М. и др. Исследование термощелочной активации лигнина из соломы пшеницы, строения и свойств получаемых активных углей //Химия растительного сырья. – 2014. – №. 3.
39. Александрова Т. Н., Рассказова А. В. Исследование зависимости качества угольных топливных брикетов от технологических параметров их производства //Записки горного института. – 2016. – Т. 220.
40. Ожогин В. В. и др. Использование технического лигнина в брикетировании железосодержащих отходов //Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2005. – №. 15-1.
41. Болтовский В. С. Состав гидролизного лигнина из отвалов ОАО «Бобруйский завод биотехнологий» и рациональные направления его использования //Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2014. – №. 4.
42. Симкин Ю. Я., Лемешевский А. И. Перспективные направления переработки гидролизного лигнина из хранилищ //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2019. – Т. 2.
43. Спицын А. А., Черноморкина Д. В. Технология термохимической конверсии растительной биомассы в жидкие и твердые продукты // Тезисы докладов конф. «Химия и полная переработка биомассы леса» проходившей 14-18 июня в Санкт-Петербурге (Репино) / СПб.:2010 — С. 96-97.

- 44.Новиков О. Н. Пути глубокой переработки лигнина по безотходной технологии. [Электронный ресурс]. URL: <http://escoalfa.ru> (дата обращения: 20.05.2021).
- 45.А.И. Козлов, С.И. Махновецкий. Строительные материалы, 1960
- 46.Eliche-Quesada D. et al. The use of different forms of waste in the manufacture of ceramic bricks //Applied Clay Science. 2011. Т. 52. №. 3. С. 270-276.
- 47.Cultrone G. et al. Sawdust recycling in the production of lightweight bricks: How the amount of additive and the firing temperature influence the physical properties of the bricks //Construction and Building Materials. 2020. Т. 235. С. 117436.
- 48.Perovskaya K. et al. Polymer waste as a combustible additive for wall ceramics production //E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2019. Т. 91. С. 04007.
- 49.Кудряшев Н. Т., Яковенко А. З. Способ изготовления термоизоляционного строительного материала из лигнина гидролизных заводов. – 1949.
- 50.Каминский В. С., Лосев И. П. Способ получения пластических масс и лаковых покрытий на основе щелочного лигнина. – 1950.
- 51.Плотников Э. П., Селиванов В. М. Теплоизоляционный материал. – 1977.
- 52.Белов Ю. Н. и др. Способ получения теплоизоляционного материала. – 1986.
- 53.Пышный В. А. Пеллеты из отходов деревообрабатывающего производства (гидролизного лигнина) и способ их изготовления. – 2018.
- 54.Никитина Т. В., Собгайда Н. А. Утилизация отработанных фильтров в качестве добавки при производстве керамических изделий //Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 4. – №. 1.
- 55.Ramachandran V.S. (ed) Concrete Admixtures Handbook – Properties. New York: Science and Technology, 2nd ed. William Andrew Publishing. 1999. 964 p.
- 56.ГОСТ 32026–2012. Сырье глинистое для производства керамзитовых гравия, щебня и песка. Технические условия.

57. Кулик В. А. Разработка составов и технологии производства стеновых керамических материалов : дис. – Сибирский федеральный университет, 2017.
58. Муртазина С. А. Современные технологии производства и разновидности керамических изделий // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – №. 13.
59. Лебедев М. С. и др. Особенности использования глинистых пород при производстве строительных материалов // Строительные материалы. – 2015. – №. 9.
60. Селиванов, В.М. О возможности применения гидролизного лигнина в качестве органического мелкого заполнителя для изготовления легких бетонов / В.М. Селиванов, А.А. Тинников, В.М. Хрулев // Известие вузов. Строительство и архитектура. -1982. -№7. -С.73-76
61. Бурдейный, М.А. Искусство керамики / М.А. Бурдейный. – М.: Проф-Издат, 2009. – 112 с.
62. Безбородов М. А. и др. Сборник статей и материалов. Вып. 45. Юбилейный сборник (1933-1953). – 1954.
63. ГОСТ 21216-2014. Сырье глинистое. Методы испытаний. – Введ. 01.07.2015 – М.: Стандартинформ, 2015, - 44с.
64. ГОСТ 2409-80 (СТ СЭВ 980-78). Материалы и изделия огнеупорные. Метод определения водопоглощения, кажущейся плотности и общей пористости. Государственный комитет СССР по стандартам. Москва.
65. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Взамен ГОСТ 16381-70; введ. 1977-07- 01. М.: 1979. 4 с.
66. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. – Взамен ГОСТ 7025-78, ГОСТ 6427-75; Введ. 01.07.91. М.: Стандартинформ, 2006. 10 с.
67. ГОСТ 530-2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия: введ. 01.07.2013. – Москва: Издво стандартов, 2013. – 24 с.

- 68.Лабораторный практикум по строительным материалам: учебное пособие / под ред. О. А. Игнатовой, Л. В.Ильиной. Новосибирск: НГАСУ, 2014. – 200с
- 69.Руднов В. С. и др. Строительные материалы и изделия: учебное пособие. – 2018.
- 70.СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
- 71.Цветков М. В., Салганский Е. А. Лигнин: направления использования и способы утилизации (обзор) //Журнал прикладной химии. – 2018. – Т. 91. – №. 7. – С. 988-997.
- 72.Хрулев В.М., Шибаета Г.Н., Торосов И.В. Лигноминеральные композиционные материалы // Конструкции из композиционных материалов. – М.: ВИМИ, 1998, №1. – С. 51-53.
- 73.Гермогенова Л. Н. Разработка составов для напольной плитки из местного сырья: дис. – Сибирский федеральный университет, 2017.
- 74.Плотникова Г. П., Плотников Н. П. Применение гидролизного лигнина для производства плитных материалов //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2013. – Т. 2. – С. 117-121.
- 75.Грибков И. В. Химический состав и строение технического гидролизного лигнина //Дис. на соиск. учен. степени канд. хим. наук. СПб. – 2008.
- 76.Бусел, А.В. (1994), Использование крупнотоннажных бытовых и промышленных отходов, Строительные материалы, 1994, № 9, С. 7–9.
- 77.Дворкин, Л.И., Дворкин, О. Л. (2007), Строительные материалы из отходов промышленности, Ростов-на-Дону, Феникс, 2007, 368 с.
- 78.Платонов А. П. и др. Изготовление керамического кирпича с использованием промышленных отходов //Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015. – №. 1

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Рекомендации

1. ПОРИЗОВАННАЯ КЕРАМИКА

Поризованная керамика является лучшим материалом для строительства жилых зданий. Скорость строительства, долговечность конструкций, здоровый микроклимат помещений, безопасность проживания, экономичность в эксплуатации – вот основные преимущества поризованной керамики.

Керамические блоки предназначены для разных типов кладки:

- для несущих и ненесущих стен,
- кладка-заполнение и кладка перегородок,
- для наружных и внутренних стен,
- в один или несколько рядов

Производство керамических блоков осуществляется согласно ГОСТ 530-2012.

В процессе изготовления керамических блоков используются следующие компоненты:

- Глина
- Лигнин
- Опилки
- Вода

Для производства поризованной керамики рекомендуется применять легкоплавкую глину, которая смешивают с выгорающими добавками и увлажняется до формовочной влажности 15 %. Далее полученное сырье проходит формовку на прессе и отправляется в печь на обжиг.

При высоких температурах (до 1000°С) выгорающие добавки полностью выгорают, а на их месте образуются пустоты, которые снижают теплопроводность и вес керамических блоков.

Таблица А1- Состав порошков для изготовления керамических черепков

	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Глина	90 %	80%	80%	80%	80%	80%
Лигнин	10%	20%	10%	-	5%	15%
Опилки	-	-	10%	20%	15%	5%
Вода	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15%

Таблица А2- Технические характеристики

Материал	Плотность, ρ, кг/м³	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/м*⁰С	Водопоглощение, %	Толщина утеплителя, см
№ 1	1410	0,62	14,5	13
№ 2	1147	0,48	19,7	12
№ 3	1019	0,42	24,2	12
№ 4	732	0,27	28	10
№ 5	940	0,38	27	12
№ 6	1043	0,43	21	12

При возведении зданий из поризованной керамики следует руководствоваться СНиП 3.08.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

При приготовлении и применении строительных растворов следует руководствоваться СП 82-101-98 «Приготовление и применение строительных растворов».

Технология применения данного материала значительно отличается от привычного кирпича, так как раствор укладывается только на горизонтальные

швы, а вертикальные швы не нуждаются в нем в связи с тем, что торцевые грани блоков соединяются в пазгребень. Раствор используется «теплый», так как швы являются мостиками холода и через них происходят самые большие теплопотери. В некоторых случаях его допустимо заменять цементным раствором, однако нужно учитывать, что цементные швы могут снизить теплоэффективность постройки.

При работе не рекомендуется заполнять смесью стыки шириной менее 5 мм. Но если изделия имеют дефекты, заполнение является обязательным. Чтобы раскроить блок, применяется специальный режущий инструмент. Если использовать подручные способы резки, края блока будут неровными, а это потребует увеличить толщину кладочного раствора.

При соблюдении правил изготовления и укладки поризованной керамики можно получить надежное и долговечное сооружение с высокими показателями теплоизоляции.

2. ТОПЛИВНЫЕ БРИКЕТЫ

Топливные брикеты - это высококачественное топливо, крепко спрессованное на специальном прессе, с теплотой сгорания до 5500 ккал/кг, и низким содержанием золы. В отличие от дров брикеты не содержат пустот с воздухом, за счет своей плотности время их горения в 2–3 раза выше, чем время горения дров.

Топливные брикеты подходят для всех типов каминов, печей и котлов отопления, поэтому являются идеальным топливом для отопления дома. Брикеты удобно фасуются в пачки, поэтому их легко разгружать, переносить и складывать вручную.

В процессе изготовления топливных брикетов используются следующие компоненты:

- Опилки
- Лигнин
- Бумага

- Вода

Для изготовления топливных брикетов рекомендуется добавлять с состав массы, лигнин и заранее размоченную в кипятке бумагу. Использование старой бумаги в производстве повышает горючесть брикетов, так как бумага хорошо горит и выделяет значительное количество тепла. А также бумага и лигнин, служат связующим для рассыпчатой массы.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХТИ – филиал СФУ
институт

Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой


_____ Г.Н. Шибаева
инициалы, фамилия

« 18 » 06 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка эффективных материалов на основе техногенных отходов
для конструкций зданий

Тема

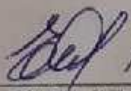
08.04.01 Строительство

код и наименование направления

08.04.01.03. Теория и проектирование зданий и сооружений

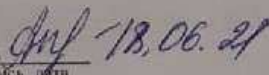
код и наименование магистерской программы

Научный руководитель


_____ 18.06.21
подпись, дата

к.т.н., доцент Е.Е. Ибе
должность, ученая степень, инициалы, фамилия

Выпускник


_____ 18.06.21
подпись, дата

А.Ю. Чекалова
инициалы, фамилия

Рецензент




_____ 18.06.21 директор НО "МЖФ г. Абакана" В.Н. Хамин
должность, ученая степень инициалы, фамилия

Абакан 2021

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХТИ-филиал СФУ
институт
Строительство
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Г.Н. Шibaева
подпись инициалы, фамилия
«26» 09 2019 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме

магистерской диссертации

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

Студенту (ке) Чекаловой Алёне Юрьвне
(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа 39-3 Направление (специальность) 08.04.01 «Строительство»
(код)

08.04.01.03 «Теория и проектирование зданий и сооружений»
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Разработка эффективных материалов на основе техногенных отходов для конструкций зданий

Утверждена приказом по университету № 686 от 26.09.2019

Руководитель МД Е.Е. Ибе, доцент, ХТИ- филиал СФУ
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для МД литературные источники

Перечень разделов МД 4 главы исследовательской работы

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов _____

Руководитель МД

Е.Е. Ибе
(подпись)

Е.Е. Ибе
(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

А.Ю. Чекалова
(подпись)

А.Ю. Чекалова
(инициалы и фамилия студента)

« 18 » 09 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ
О ДОПУСКЕ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ К ЗАЩИТЕ

ВУЗ (точное название) Хакасский технический институт – филиал
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Кафедра Строительство

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заведующего кафедрой Строительство
(наименование кафедры)

Шибяевой Галины Николаевны
(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев магистерскую диссертацию студента группы № 39-3
Чекалова Алёна Юрьевна
(фамилия, имя, отчество студента)


выполненную на тему Разработка эффективных материалов на основе
техногенных отходов для конструкций зданий

по реальному заказу —
(указать заказчика, если имеется)

с использованием ЭВМ Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint,
Adobe Photoshop
(название задачи, если имеется)

Положительные стороны работы *отдельно в работе рассмотрены*
возможности применения метода в производстве
тонированных брикетов

в объеме 09 листов магистерской диссертации, отмечается, что
работа выполнена в соответствии с установленными требованиями и
допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой 

«18»

06

2021 г.

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

На магистерскую диссертацию студента

Гришовой Алёны Юрьевны
(фамилия, имя, отчество)

выполненную на тему:

Разработка эффективных мероприятий на основе комплексного анализа для конструкторских зданий

1. Актуальность работы основана на анализе большого объема с информацией международного производства, что гарантирует эффективность и надежность. Работой описаны основные направления работы в сфере конструкторских зданий

2. Научная новизна работы научно обоснована и применительно к области возможности применения эффективных мероприятий в конструкторских зданиях. Предложено использовать комплексный анализ на основе комплексного анализа

3. Оценка содержания магистерской диссертации Магистерская диссертация выполнена в полном объеме в соответствии с требованиями, предъявляемыми к магистерским диссертациям по направлению 08.04.01 Строительство.

4. Положительные стороны работы определены в работе рассмотрены возможности применения комплексного анализа в конструкторских зданиях

5. Замечания к работе не рассмотрены комитетом высшего уровня в состав органов управления

6. Рекомендации по внедрению работы рекомендуется для внедрения

7. Рекомендуемая оценка работы _____

8. Дополнительная информация для ГАК _____

РУКОВОДИТЕЛЬ [подпись]
(подпись)

Е. Е. Ибе
(фамилия, имя, отчество)

к.т.н., доцент кафедры «Строительство»
(ученая степень, звание, должность, место работы)

« 20 » июня 2021 г.
(дата выдачи)

РЕЦЕНЗИЯ НА МАГИСТЕРСКУЮ ДИССЕРТАЦИЮ

Чекаловой Алёны Юрьевны
Хакасского технического института – филиала СФУ
Кафедра «Строительство»

Выполненная на тему: «Разработка эффективных материалов на основе техногенных отходов для конструкций зданий»

Актуальность работы: Технический гидролизный лигнин представляет собой отход гидролизного производства, т.е. остаток древесины, прошедшей термохимическую обработку. Лигнин образуется при пропускании горячего 180–185 °С раствора серной кислоты через слой измельченной древесины (опилки, дробленка, щепа) под давлением до 0,14 МПа. Лигнин представляет особый интерес в производстве строительных материалов, поскольку является уникальных по химическому составу и физическим свойствам. При этом использование лигнина в настоящее время позволит снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, поскольку отвалы данного отхода занимают большие площади, нанося вред экологии городов.

В работе приведены результаты определения оптимального процента содержания выгорающей добавки при производстве поризованной керамики, а также зависимости изменения физико-механических свойств от содержания и состава добавки. Показано, что наилучшими показателями характеризуются составы с содержанием в добавку лигнина и опилок 1:1.

Исследованы усадочные деформации при обжиге и сушке керамики. Показано, что при использовании гидролизного лигнина Усть-Абаканского завода не происходит разрыхления образцов при спекании.

Оценка содержания работы: Диссертация Чекаловой Алёны Юрьевны является результатом работы в магистратуре по направлению «Теория и проектирование зданий и сооружений». Магистрант показал себя грамотным, подготовленным к проведению научных исследований, о чем и свидетельствует данная магистерская диссертация.

Работа выполнена в объеме 4 глав, поставленные цели и задачи достигнуты.

Замечания к работе: Следовало бы более подробно рассмотреть технологические режимы обжига кирпича.

Рекомендации по внедрению: рекомендуется использовать гидролизный лигнин как компонент выгорающей добавки, для изготовления эффективной керамики с низким коэффициентом теплопроводности.

Рекомендуемая оценка: Отлично

Магистрант А.Ю. Чекалова заслуживает присвоения квалификации магистра по направлению 08.04.01 «Строительство» магистерской программы 08.04.01.03 «Теория и проектирование зданий и сооружений».

Директор НО "МЖФ Г. Абакана" Хамин В.Н.
(должность) (Ф.И.О.)



2021 г.

АННОТАЦИЯ

на магистерскую диссертацию Чекалова Алёна Юрьевна
(фамилия, имя, отчество)

на тему: «Разработка эффективных материалов на основе техногенных отходов для конструкций зданий»

Актуальность тематики и ее значимость: Технический гидролизный лигнин представляет собой отход гидролизного производства, т.е. остаток древесины, прошедшей термохимическую обработку. Лигнин образуется при пропускании горячего 180–185 °С раствора серной кислоты через слой измельченной древесины (опилки, дробленка, щепа) под давлением до 0,14 МПа. Лигнин представляет особый интерес в производстве строительных материалов, поскольку является уникальных по химическому составу и физическим свойствам. При этом использование лигнина в настоящее время позволит снизить техногенную нагрузку на окружающую среду, поскольку отвалы данного отхода занимают большие площади, нанося вред экологии городов.

В работе приведены результаты определения оптимального процента содержания выгорающей добавки при производстве поризованной керамики, а также зависимости изменения физико-механических свойств от содержания и состава добавки. Показано, что наилучшими показателями характеризуются составы с содержанием в добавку лигнина и опилок 1:1.

Исследованы усадочные деформации при обжиге и сушке керамики. Показано, что при использовании гидролизного лигнина Усть-Абаканского завода не происходит разрыхления образцов при спекании.

Расчеты, проведенные в пояснительной записке: определение физико-механических свойств образцов.

Использование ЭВМ: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Adobe Photoshop

Качество оформления: Текстовая часть выполнена с высоким качеством на ЭВМ. Распечатка работы сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати для большей наглядности.

Освещение результатов работы: Результаты проведенной работы изложены последовательно, носят конкретный характер и освещают всю научную работу.

Степень авторства: Содержание магистерской диссертации разработано автором самостоятельно.

Автор магистерской диссертации


подпись

Чекалова Алёна Юрьевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы


подпись

Ибе Екатерина Евгеньевна
(фамилия, имя, отче