

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «Национального исследовательского Московского государственного строительного университета» (НИУ МГСУ)

Д.т.н., доцент

Гуснин А.Р.

2020 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» на диссертационную работу **Зин Мин Хтета** на тему: «**Композиционные материалы на основе жидкостекольного связующего для теплоизоляции**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11. — технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

#### 1. Актуальность темы исследования.

Одной из важнейших проблем в настоящее время является создание негорючих материалов, предназначенных для снижения теплотерь и стойких к высоким температурам (до 900-1000 °С). Строительная индустрия, теплоэнергетика, металлургия, кораблестроение, жилищно-коммунальное хозяйство испытывают потребность в таких современных эффективных теплоизоляционных материалах. Керамические огнеупоры для многих отраслей слишком дороги, а материалы органического характера этим требованиям не отвечают, поскольку они не только горючи, но и при их горении выделяются канцерогенные продукты. В связи с этим разработка составов и технологии получения абсолютно негорючих, пожаробезопасных изделий с высокими теплозащитными свойствами на основе минеральных наполнителей и неорганических связующих является актуальной проблемой, что свидетельствует о соответствии работы требованиям ВАК к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

## 2. Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов и списка цитируемой литературы. Работа изложена на 146 страницах машинописного текста, содержит 39 таблиц, 51 рисунок. Список литературы включает 126 работ отечественных и зарубежных авторов.

В главе 1 работы приведены общие сведения о теплоизоляционных материалах, их классификация и структура, свойства и области их применения. Рассмотрен спектр легких природных и техногенных наполнителей с указанием их свойств. Подробно рассмотрены вопросы о физических и химических свойствах жидкого стекла использование, способах его отверждения, а также использование жидких стекол в качестве связующего и анализ имеющихся данных о теплоизоляционных композиционных материалах на основе растворов силикатов натрия. Также рассмотрены теоретические основы пенообразования в водных системах и влияние различных факторов на этот процесс.

В главе 2 приведены характеристики сырьевых материалов, описана методика подготовки и определения свойств образцов. Приведена схема получения образцов теплоизоляционного материала, которая в принципе может являться основой для разработки технологии изготовления таких изделий. Описано оборудование, используемое для выявления качественного и количественного состава новообразований в образцах, и приведены его характеристики и условия исследования. Описан метод определения анионного состава в растворах силикатов щелочных металлов, который позволяет фиксировать не только низкополимерные (моно-, ди- и олигомерные) кремнекислородные анионы, но и определять высокополимерные фракции, что позволяет количественно рассчитать распределение анионной составляющей в жидком стекле и установить интегральную характеристику структуры – средневзвешенную степень полимеризации.

В 3-ей главе приведены результаты исследований и анализ полученных экспериментальных данных. Она состоит из нескольких разделов. В которых решаются определенные задачи работы.

Раздел 3.1 рассмотрена анионная структура и свойства различных по характеристикам промышленных жидких стекол, а также выявлена связь между ними. Также в этом разделе приведены данные по влиянию свойств жидкого стекла, вида и концентрации пенообразователей на процесс механического вспенивания, установлены оптимальные условия для формирования устойчивых пен. Выбран лучший в технологическом отношении отвердитель.

Раздел 3.2 посвящен исследованию возможности использования легких минеральных наполнителей для получения композиционных теплоизоляционных материалов. Последовательно изучены составы на основе трепела, вспученных вермикулита и перлита. При этом изучены важнейшие свойства полученных образцов — прочность на сжатие, плотность, теплопроводность, пористость, микроструктура. Установлены закономерности изменения комплекса свойств в зависимости от качества жидкого стекла и состава композита.

Раздел 3.3 посвящен исследованию возможности использования наполнителей, характеризующихся удлиненной (игольчатой) формой кристаллов для получения теплоизоляционных материалов. В качестве таковых были использованы природные волластониты отечественного и зарубежного производства и отход молотых отработанных муллитовых огнеупоров. Также были определены свойства таких композитов и выявлено влияние состава на них.

В разделе 3.4 приведены данные по использованию модифицированных органическими полимерами жидких стекол для упрочнения теплоизоляционного материала. Установлено, что добавление в раствор жидкого стекла даже в очень малых количествах кремнеорганических соединений класса полисилоксанов позволяет на порядок повысить прочностные характеристики за счет предотвращения появления усадочных трещин, возникающих при твердении силикатной составляющей.

Автореферат соответствует тексту диссертации, а публикации автора полно и всесторонне отражают содержание рецензируемой работы.

### **3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Для обоснования цели и задач исследований автор провел анализ 123 отечественных и зарубежных источников по теме работы. Основное внимание автор уделяет разработке способов получения и составам теплоизоляционных материалов на основе механически вспененного, объемно отверждённого жидкого стекла и минеральных наполнителей. В работе также рассмотрены вопросы пенообразования жидкого стекла с помощью поверхностно-активных веществ и влияния различных факторов на этот процесс при интенсивном перемешивании раствора. Исследована возможность использования для создания теплоизоляционных изделий различных наполнителей и определены оптимальные составы и условия получения материалов с определенным комплексом механических и теплофизических свойств.

Достоверность результатов обеспечена большим объемом использованных современных физико-химических методов и высокоточных приборов, а анализ полученных с их помощью результатов свидетельствуют об обоснованности основных положений и выводов, сформулированных соискателем.

#### **4. Научная новизна.**

1. Установлена и количественно описана связь между составом натриевых ЖС и полимерной структурой кремнекислородных анионов, а также между средневзвешенной степенью полимеризации анионов и поверхностным натяжением раствора силиката натрия, которое играет ведущую роль при вспенивании вяжущего.

2. Исследована возможность объемного отверждения ЖС с помощью различных отвердителей и выбран оптимальный отвердитель с точки зрения скоростей схватывания и твердения, формовочных свойств и прочности затвердевших пен.

3. Определены оптимальные пенообразователи и их концентрации, позволяющие получать устойчивые пены на основе промышленных ЖС, а также установлены зависимости коэффициента вспенивания от силикатного модуля и плотности ЖС, его поверхностного натяжения и условий вспенивания.

4. Исследована возможность использования легких и игольчатых минеральных наполнителей в сочетании со вспененным жидкостекольным связующим для получения теплоизоляционных материалов и определены для каждого оптимальные области составов.

5. Подобраны вид и количество добавок, модифицирующих жидкое стекло и не мешающих пенообразованию, которые позволяют повысить прочность конечного материала, не снижающих при этом его теплозащитных свойств.

#### **5. Научная и практическая ценность диссертации.**

Разработанные технологические приемы получения пористых материалов на основе установленных оптимальных составов, содержащих объемно отвержденное вспененное жидкостекольное вяжущее, а также различные природные и искусственные легкие и игольчатые наполнители могут быть использованы для разработки технологии производства эффективных минеральных теплоизоляционных изделий, отличающихся негорючестью, огнестойкостью до 900 °С, коррозионной стойкостью, водо- и биостойкостью, и в силу доступности сырья и невысоких энергетических и материальных затрат, способных успешно конкурировать с имеющимися на рынке материалами подобного класса.

## **6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки**

В диссертационной работе Зин Мин Хтета на основе выполненных автором экспериментов изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития отрасли композиционных теплоизоляционных материалов Российской Федерации и Республики Мьянма.

## **7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Материалы и изделия на основе предложенных автором составов и технологических приемов их получения могут найти широкое практическое применение в разных отраслях промышленности как теплоизоляционные материалы, а учитывая достаточно высокие температуры, до которых они могут использоваться и как огнеупорные.

## **8. Замечания.**

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Автор говорит о водостойкости теплоизоляционного материала, но не приводит количественной оценки этого свойства, например в виде коэффициента размягчения.

2. В работе не приведена оценка точности полученных экспериментальных данных, прежде всего это касается результатов по прочности.

3. Во второй главе указан метод определения вязкости жидкого стекла, но в работе эта характеристика в экспериментальной части нигде не задействована.

4. Имеются некоторые погрешности в оформлении реферата и диссертации, выражающиеся в наличии стилистических и синтаксических ошибках.

5. Автором не приведена оценка стоимости изделий на основе предлагаемого материала и ее сравнение с имеющимися пеностеклом, пеноцементными материалами, газо- и пеносиликатными изделиями. Такое сравнение помогло бы более четко вычленить ту нишу на рынке, которую бы занял этот материал и изделия из него.

## **9. Заключение.**

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Зин Мин Хтета на тему «Композиционные материалы на основе жидкостекольного связующего для теплоизоляции» является самостоятельно выполненной, оригинальной, завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной,

научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Тематика работы, её содержание, а также содержание публикаций автора соответствуют паспорту специальности 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Диссертационная работа Зин Мин Хтета на тему «Композиционные материалы на основе жидкостекольного связующего для теплоизоляции» по своей актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.13 в редакции от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020) и установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом ректора от 14.11.2019 г. №82 ОД, а ее автор Зин Мин Хтет заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов ФГБОУ ВО «Национального исследовательского Московского государственного строительного университета» (НИУ МГСУ) «22» сентября 2020 г. Протокол № 3 от «22» сентября 2020 г.

Заведующий кафедрой технологии вяжущих  
веществ и бетонов ФГБОУ ВО  
«Национального исследовательского  
Московского государственного  
строительного университета» (НИУ МГСУ),  
д.т.н., профессор, академик РААСН

Баженов Ю.М.

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26  
Тел.: +7 (495) 287-49-14 доб.3101  
E-mail: [ivvib@mail.ru](mailto:ivvib@mail.ru)