

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Зин Мин Хтета на тему:

"Композиционные материалы на основе жидкостекольного связующего для теплоизоляции", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

На отзыв представлена диссертация объемом 146 страниц машинописного текста, содержащая 51 рисунок, 39 таблиц, список литературы из 126 наименований, и автореферат.

Актуальность работы

Композиционные материалы, предназначенные для теплоизоляции, имеют большое практическое значение. В связи с этим разработка составов и технологии получения негорючих, пожаробезопасных изделий с высокими теплозащитными свойствами и способных выдерживать длительное воздействие высоких (до 1000°C) температур без потери свойств на основе минеральных наполнителей и неорганических связующих является своевременной. Применение жидкого стекла (ЖС) в качестве связующего позволяет использовать сравнительно простую технологию изготовления композитов и недорогое доступное сырье.

Вышеизложенное свидетельствует об актуальности выполненного исследования с точки зрения выбора объектов и использованных методов, то есть работа в этом отношении соответствует требованиям к диссертациям, представленным на соискание ученой степени.

Целью данного исследования являлась разработка способов получения и составов теплоизоляционных материалов на основе механически вспененного, объемно отвержденного жидкого стекла и минеральных наполнителей.

Диссертантом успешно выполнены поставленные в работе задачи, связанные с оптимизацией параметров технологии вспенивания растворов ЖС, выявлением наилучших составов, условий получения и эксплуатационных свойств синтезированных композитов.

Научная новизна работы

Установлена связь между степенью полимеризации кремнекислородных анионов в ЖС, составом связующего и его поверхностным натяжением, имеющим принципиальное значение для процесса вспенивания. Выявлены и проанализированы соответствующие зависимости. Показана возможность использования легких и игольчатых минеральных наполнителей в сочетании со вспененным жидкостекольным связующим для получения теплоизоляции и определены оптимальные области составов для каждого вида.

Предложена оптимальная добавка-модификатор (полиметилсилоксан марки ПМС-50), которая повышает прочность и предотвращает трещинообразование конечного материала без ухудшения теплозащитных свойств.

Теоретическая значимость работы заключается в получении новых знаний по композиционным материалам на жидкостекольном связующем.

Практическая значимость работы

Разработаны технологические приемы получения пористых материалов на основе оптимальных составов, содержащих объемно отвержденное вспененное жидкостекольное вяжущее и различные природные и искусственные легкие и игольчатые наполнители, которые могут быть использованы в технологии производства эффективных минеральных теплоизоляционных изделий, отличающихся негорючестью, огнестойкостью до 900°C, коррозионной стойкостью, водо- и биостойкостью, и способных конкурировать с имеющимися на рынке материалами подобного класса.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением современных инструментальных методов (сканирующая электронная микроскопия) и стандартных испытаний, соответствующих поставленным целям и задачам. Противоречия сформулированных положений с современными концепциями химии и технологии как связующих, так и композиционных материалов отсутствуют. Подтверждением достоверности может служить публикация статей в рецензируемых журналах, а также представление результатов на конференциях различного уровня.

Общая характеристика диссертационной работы

Работа Зин Мин Хтета состоит из введения, 3 глав, выводов и списка цитируемой литературы.

В аналитическом обзоре (глава 1) автор подобрал и проанализировал источники, в которых рассмотрены классификация и строение теплоизоляционных материалов. Охарактеризованы легкие наполнители для теплоизоляции, а также жидкое стекло как связующее и как компонент, обеспечивающий формирование матрицы теплоизоляционных композитов. Сырьевые материалы, методики синтеза и испытания свойств описаны в главе 2.

В главе 3 изложены результаты исследования и их обсуждение.

Раздел 3.1 посвящен изучению процесса отверждения ЖС и его вспенивания. Осуществлен обоснованный выбор гексафторсиликата натрия как отвердителя. Методом планирования эксперимента установлено, что вспенивание в основном определяется концентрацией пенообразователя и плотностью жидкого стекла, т.е. при определенном модуле силиката натрия. Отмечено, что модуль в диапазоне его значений от 2,3-3,0 существенного влияния на вспенивание не оказывает.

В разделе 3.2 приведены данные для композиций, состоящих из вспененного ЖС, создающего матрицу, а также трепела, вермикулита или перлита как заполнителя. Предложена последовательность операций, приводящая к синтезу композитов оптимальных составов. Изучены физико-технические свойства полученных образцов, включая коэффициенты теплопроводности. Проанализированы микроструктуры теплоизоляционных материалов.

Раздел 3.3 содержит данные по теплоизоляции на основе ЖС и минеральных наполнителей с игольчатой / волокнистой формой кристаллов (волластонита, отходов муллитовых огнеупоров). Показано, что применение волластонита в количестве 17–50 % в составе пеномасс позволяет получить линию материалов с желаемым сочетанием таких свойств, как прочность, плотность, пористость и теплопроводность, которые могут найти применение в разных областях.

В разделе 3.4 изучено модифицирование жидких стекол органическими полимерными добавками, которые препятствуют образованию микротрещин при высыхании геля кремневой кислоты. Добавка полиметилсилоксана ПМС-50 (1-1.5%) признана наиболее эффективной.

В результате предложено механическое вспенивание жидкого стекла с применением пенообразователя, его объемное отверждение, позволяющее получать на основе различных наполнителей как теплоизоляционные, так и теплоизоляционно-конструкционные материалы.

Таким образом, в диссертации получены результаты, имеющие существенное значение в области технологии теплоизоляционных материалов на основе неорганических связующих. Представленные в диссертационной работе данные обладают новизной и являются оригинальными. Результаты соответствуют поставленной цели и задачам; тема диссертации соответствует заявленной специальности.

Работа Зин Мин Хтета хорошо оформлена, содержит много фактического и иллюстративного материала. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. По материалам диссертации опубликована 8 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, включенных в перечень ВАК.

Основные положения диссертационной работы апробированы в выступлениях на научных симпозиумах и конференциях различного уровня.

Замечания по диссертационной работе:

1. При использовании метода планирования эксперимента автор не приводит матрицы планирования, которые содержат информацию о диапазонах изменения учитываемых параметров.

2. На рис. 3.3 приведены зависимости коэффициента вспенивания от концентрации пенообразователя для стекол с модулем 2,93 и разной плотностью,

характер которых заметно различается: для плотности 1,485 и 1,385 кг/м³ наблюдаются плавные кривые, а для 1,24 кг/м³ – резкое возрастание коэффициента до содержания пенообразователя 1 % и дальнейший постепенный рост без выхода зависимости на плато. Однако автор в работе не обсуждает данное различие.

3. Использованный в работе цеолитсодержащий трепел Хотынецкого месторождения имеет до 27 % аморфного кремнезема, около 40 % клиноптилолита, и около 12 % глинистых минералов (табл. 2.4). Вместе с тем, роль цеолита, а также монтмориллонита и глауконита не проанализирована. Представляло бы интерес сопоставить полученные результаты с материалом, содержащим только природный цеолит.

4. В экспериментальной части указано применение термического анализа для определения состава сырьевых материалов и продуктов, однако в обсуждении результатов такие данные отсутствуют.

5. Кристаллы муллита действительно могут иметь призматическую и даже игольчатую форму. Однако после измельчения отходов муллитовых огнеупоров для частиц порошка удлиненный габитус уже не характерен (рис. 3.38), поэтому сопоставление результатов, полученных для муллитсодержащего наполнителя, с волластонитом вряд ли целесообразно.

6. Диссертант использует некоторые устаревшие термины и единицы измерения: окись и гидроокись (вместо *оксид* и *гидроксид*), удельный вес и объемный вес (вместо *плотность* и *объемная масса*), ангстремы и кг/см² для прочности (вместо *нм* и *Н*), ккал (вместо *кДж*), гр/см³. Кроме того, имеются опечатки, ошибки в согласовании слов (например на с. 18), значительная часть уравнений не пронумерованы (например на с 35). Уравнение с Na₂SiF₆ является схемой, а не уравнением, т.к. отсутствует баланс. Размерность удельной поверхности (с. 50) указана в г/см² вместо м²/кг (или см²/г). На гистограмме (рис. 3.21) прочность при сжатии приведена в порядке убывания срока твердения, хотя логичнее был бы обратный порядок.

Вместе с тем, указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Зин Мин Хтета представляет собой завершенное исследование, направленное на решение актуальной задачи.

Заключение по работе

Диссертационная работа Зин Мин Хтета "Композиционные материалы на основе жидкостекольного связующего для теплоизоляции" является самостоятельно выполненной, оригинальной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных автором экспериментов изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное

значение для развития отрасли теплоизоляционных материалов в РФ и Республике Мьянма.

Тематика работы, её содержание, а также содержание публикаций автора соответствуют паспорту специальности 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Учитывая актуальность, научную новизну и практическую значимость в части отдельных полученных результатов, следует считать, что диссертация "Композиционные материалы на основе жидкостеклового связующего для теплоизоляции" отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), с учетом соответствия паспортам специальностей. 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.

Официальный оппонент: _____ Н.Ф. Косенко

Косенко Надежда Федоровна

доктор технических наук по специальности
02.00.04 – физическая химия, технические науки, профессор;
профессор кафедры технологии керамики и наноматериалов ФГБОУ ВО
"Ивановский государственный химико-технологический университет",
Адрес: 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 7
Тел.: 8(4932)30-73-46, д. 2-41. Факс: 8(4932)30-18-14.
e-mail: htnism@isuct.ru, nfkosenko@gmail.com
Веб-сайт: <http://isuct.ru>

Подпись официального оппонента Косенко Н.Ф. заверяю:

Ученый секретарь

А.А. Хомякова