

ОТЗЫВ

официального оппонента

**доктора технических наук, профессора Чумаченко Натальи Генриховны
на диссертационную работу Ермакова Анатолия Анатольевича
«Пористые стеклокерамические строительные материалы на основе
цеолитсодержащих и кремнистых пород»,
по научной специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия**

1. Актуальность темы диссертационной работы

Пористые стеклокерамические строительные материалы являются долговечными и эффективными теплоизоляционными материалами. Для расширения объемов внедрения таких материалов и снижения стоимости их производства необходимо разработать технологические параметры производства широкой номенклатуры стеклокерамических материалов на основе природного сырья по энергоэффективной технологии.

К числу не дефицитных широко распространенных природных ресурсов относятся цеолитсодержащие и кремнистые породы.

В связи с этим диссертационное исследование Ермакова Анатолия Анатольевича, посвященное разработке научно обоснованного технологического решения получения пористых стеклокерамических материалов из цеолитсодержащих и кремнистых пород при одностадийном обжиге с широким диапазоном свойств, является актуальным, и практическая значимость работы не вызывает сомнений.

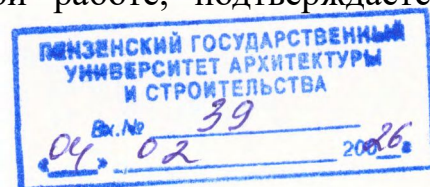
2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации Ермакова А.А., теоретически обоснованы и экспериментально подтверждают возможность получения стеклокерамических материалов при совместном помоле цеолитсодержащих и кремнистых пород, плавней и различных добавок с последующим одностадийным обжигом.

Обоснованы технологические параметры производства пористых стеклокристаллических материалов из цеолитсодержащих и кремнистых пород и различных добавок с последующим одностадийным обжигом до температуры не более 850 °С.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Высокая степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается



использованием апробированных методов экспериментальных исследований с использованием сертифицированного и поверенного оборудования.

Достоверность полученных в ходе диссертационного исследования результатов подтверждена сериями экспериментальных исследований, применением современных тонких методов исследований и результатами опытно-промышленных испытаний.

Новизна научных положений определяется разработанными новыми подходами в технологии изготовления пористых стеклокерамических материалов из цеолитсодержащих и кремнистых пород при низкотемпературном одностадийном обжиге, а именно:

- обоснованным соотношением между цеолитсодержащей и кремнистой породами;
- направленной корректировкой добавками;
- обоснованным режимом термообработки с учетом процессов, происходящих в шихте при нагревании.

4. Соответствие диссертации критериям п. 10, 11, 13 и 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация написана Ермаковым А.А. самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов в технологии получения пористых стеклокристаллических материалов при одностадийном обжиге до температуры не более 850 °С.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены в сравнении с другими известными решениями.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Количество публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, в рецензируемых изданиях – 10.

Диссертация Ермакова А.А. выполнена самостоятельно и соответствует критериям п. 10, 11, 13 и 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней.

5. Оценка структуры и содержания диссертационной работы

Диссертационная работа, состоящая из введения, шести глав, заключения, списка литературы (159 наименований), 2 приложений,

содержит 214 страниц текста, 65 рисунков и 1 таблицу. Названия глав и выводы соответствуют поставленным цели и задачам, отражают теоретическую и практическую значимость проведенного научного исследования.

Работа изложена в логической последовательности, исходя из общих принципов и методологии проведения научных исследований в рамках диссертационной работы.

В первой главе Ермаков А.А. провел анализ производства строительных материалов из пеностекла. Показаны преимущества изделий из пеностекла как теплоизоляционного материала. Выполнена критическая оценка современных технологий производства пеностекла. Обоснованы преимущества порошкового метода.

Обоснована перспективность производства пеностекла на основе распространённых в Российской Федерации цеолитсодержащих и кремнистых пород порошковым методом.

Во второй главе приведены характеристики применяемых материалов и сведения о методах исследований.

В качестве основного сырья использовались три вида цеолитсодержащих пород Енгальчевского проявления, один вид опоки Кулясовского месторождения и диатомит Атемарского месторождения Республики Мордовия.

Физико-механические свойства разработанных шихт и полученных образцов пористой стеклокерамики определяли в соответствии с действующими ГОСТами.

Изучение природного сырья, а также анализ процессов, происходящих в материалах при обжиге, проводились с использованием комплекса современных физико-химических методов: химического, рентгенофазового анализа, термического анализа, ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, микрокомпьютерной томографии.

В третьей главе теоретически обоснованы условия получения пористой стеклокерамики из цеолитсодержащих и кремнистых пород за один нагрев шихты.

Установлено изменение формы и размера частиц исследуемых шихт от продолжительности помола. Определено, что продолжительность помола влияет и на фазовые изменения в шихте в процессе нагрева.

Проведена оценка следующих методов качества помола шихты: метода газопроницаемости, метода рентгеновской дифракции, метода термического анализа и метода ускоренного вспенивания.

Установлены параметры, обеспечивающие получение образцов с наименьшей средней плотностью. С помощью тонких методов исследований изучены процессы, происходящие в шихтах при нагревании.

В четвертой главе представлены результаты исследований влияния химического и минерального состава цеолитсодержащих и кремнистых пород, а также различных добавок на структуру и свойства пористой стеклокерамики.

В ходе исследований установлено влияние хлоридов на снижение температуры разложения карбонатов и изменение макроструктуры пористых стеклокристаллических материалов.

Определена последовательность увеличения прочности как на изгиб, так и на сжатие, в зависимости от вида добавки. Разработаны составы пористой стеклокерамики с повышенным содержанием Al_2O_3 с температурой эксплуатации более 900 °С.

Разработаны составы пористых стеклокерамических материалов с широким диапазоном свойств: открытой пористостью от 3 до 70 %; кажущейся плотностью 135 – 410 кг/м³; пределом прочности при сжатии до 13 МПа; коэффициентом теплопроводности от 0,05 Вт/(м.К); предельной температурой эксплуатации до 920 °С.

В пятой главе приведены результаты исследования влияния химического и минералогического состава пористой керамики на основе цеолитсодержащих и кремнистых пород на химическую стойкость в воде, водных растворах кислот и щелочей. Пористая стеклокерамика обладает высокой химической стойкостью. Установлено, что увеличить химическую стойкость в водном растворе HCl можно за счет уменьшения количества волластонита, девитрита и нефелина в составе.

Увеличение содержания в составе материала минерала девитрита снижает стойкость в растворах щелочей.

Изучена стойкость пористой стеклокерамики к воздействию плесневых грибов.

Установлено влияние вида и характера пор образцов пористой стеклокерамики на их звукопоглощающие свойства.

В шестой главе представлены результаты внедрения. Выпущена опытная партия образцов пористой стеклокерамики. Установлено, что разработанная пористая стеклокерамика обладает преимуществами по прочности, морозостойкости, максимальной температуре применения и теплотехническим характеристикам.

6. Соответствие автореферата и публикаций диссертационной работе

Автореферат соответствует диссертационной работе и полностью раскрывает суть проведенного исследования. По материалам диссертационной работы опубликовано 20 научных работ, в том числе 10 статей в российских рецензируемых научных изданиях, 6 статей в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, получен 1 патент РФ на изобретение. Публикации отражают основные положения диссертации.

7. Соответствие диссертационной работы паспорту научной специальности

Диссертационная работа Ермакова А.А. «Пористые стеклокерамические строительные материалы на основе цеолитсодержащих и кремнистых пород» соответствует пунктам: «3. Разработка научно обоснованных способов управления структурообразованием строительных материалов, основанных на регулировании процессов, вынужденно возникающих при совмещении отдельных компонентов, и самопроизвольно протекающих процессов самоорганизации, в том числе методами компьютерного проектирования» и «5. Разработка и внедрение способов активации компонентов строительных смесей путем использования физических, химических, механических и биологических методов, способствующих получению строительных материалов с улучшенными показателями структуры и свойств» Паспорта научной специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

8. Замечания по диссертационной работе

При общей положительной оценке диссертационной работы Ермакова Анатолия Анатольевича по тексту диссертации и автореферата имеются следующие замечания и предложения:

1. Количество плавня Na_2CO_3 приняли равным 18,5 %. (Табл. 3.1, стр. 67). На основании чего были запроектированы такие составы с таким содержанием плавня? Изменится ли состав при изменении в химическом составе цеолитов содержание Na_2O ?
2. В табл. 3.1 приведены сведения по составам от С1 до С10. Далее отсутствуют сведения по составам С5 и С10. С чем это связано?
3. По какому принципу проектировались составы для исследований, приведенные в табл. 3.1, 3.2 и 3.3? Как химический и минеральный состав ЦСП и диатомита может повлиять на оптимальность состава? На основании чего в составах было принято содержание следующих компонентов: Na_2CO_3 - 18,2 % (табл. 3.2 и 3.3), а в табл. 3.1 – 18,5 %; KCl – 0,3 %? Почему (табл. 3.3) было выбрано содержание диатомита в составах С4, С5 и С6 – 15 %? Какова роль диатомита и KCl ?
4. Для получения при обжиге мелкопористой структуры в определенном диапазоне температур необходимо создать условия (обеспечить) образование пиропластической массы (за счет нужного количества расплава более 50 %) и интенсивного газовыделения. На основе алюмосиликатной базы, к которой относятся цеолитовые или цеолитсодержащие породы, расплав может образоваться из продуктов деструкции, а именно из аморфного SiO_2 и Al_2O_3 в присутствии щелочей

Na₂O и K₂O. Самая легкоплавкая эвтектика в системе SiO₂ - Al₂O₃ - K₂O образуется при 710 °С, а в системе SiO₂ - Al₂O₃ - Na₂O при 740 °С.

Рис. 3.16 - С помощью тонких методов исследований изучены процессы, происходящие в шихтах при нагревании. Не учтена роль щелочных оксидов – Na₂O и K₂O. Хотя содержание K₂O в исследуемых пробах ЦСП небольшое (1,38-1,71 %), а Na₂O – еще меньше. Однако:

1) K₂O с аморфным кремнеземом и глиноземом, образующимися на этапе аморфизации цеолитов и глинистых минералов, образует легкоплавкий эвтектический расплав при температуре 710 °С. Количество этого расплава, если ориентировать на эту эвтектику (SiO₂ – 73,45; Al₂O₃ – 3,68; K₂O - 22,87) на 1 % K₂O – 4,37 %.

2) Na₂O – еще меньше (0,09-0,14 %), но во всех составах (табл. 3.3.) присутствует Na₂CO₃ и после декарбонизации Na₂O может образовывать эвтектический расплав при температуре 740 °С. Количество этого расплава, если ориентировать на эту эвтектику (SiO₂ – 73,82; Al₂O₃ – 4,70; K₂O – 21,48), на 1 % Na₂O – 4,65 %) будет уже значительным и обеспечит спекание и закупоривание пор.

5. Стр. 96 - Отсутствуют данные по изменению макроструктуры образцов пористых стеклокристаллических материалов из шихт с KCl, MgCl₂, 6H₂O, CaCl₂.
6. Табл. 4.1 - Влияет ли количество добавок хлоридов от содержания кальцита в цеолитсодержащей породе? При каком содержании кальцита необходимо рекомендовать добавку хлоридов?
7. Не на все литературные источники в тексте диссертации приведены ссылки. Нет ссылок на источники: 27, 36, 44, 71, 78, 88, 94, 99, 125, 140.
8. В списке литературы не приведены следующие опубликованные соискателем статьи, указанные в автореферате: 1, 2, 3, 6, 12, 17, 18, 19, 20; а также на патент: 21.
9. В автореферате, в табл. 3 значение предела прочности при сжатии образцов пористой стеклокерамики (4,5 МПа), полученных в промышленной камерной газовой печи отличается от представленных в акте о внедрении (стр. 211 диссертации).

В целом, указанные замечания не ставят под сомнение научные и практические результаты диссертационной работы и не сказываются на ее положительной оценке. Диссертационная работа Ермакова Анатолия Анатольевича написана технически грамотно, хорошим стилем, а автореферат диссертации полностью отражает основное содержание работы.

9. Заключение

Диссертация представляет собой целостную, законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение значимой для строительной отрасли задачи по разработке составов и технологии получения пористых стеклокерамических строительных материалов на основе цеолитсодержащих и кремнистых пород.

По результатам рассмотрения представленных диссертации и автореферата Ермакова А.А., был сделан вывод о том, что диссертационная работа на тему «Пористые стеклокерамические строительные материалы на основе цеолитсодержащих и кремнистых пород», по актуальности, содержанию, полноте поставленных и решенных задач, имеющих значение для развития строительной отрасли, по совокупности научных результатов полностью соответствует п. 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Ермаков Анатолий Анатольевич заслуживает присуждение ей степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Производство
строительных материалов,
изделий и конструкций»
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»,
доктор технических наук,
по специальности 05.23.05. Строительные
материалы и изделия


27 января 2026 г.

Чумаченко
Наталья Генриховна

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Самарский государственный
технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)
443100, Россия, г. Самара,
ул. Молодогвардейская, 244
Тел.: (846) 278-43-17, yc@samgtu.ru

Подпись доктора технических наук,
профессора Чумаченко Натальи
Генриховны заверяю
Начальник УНИ




27 января 2026 г.

Давыдов
Андрей Николаевич

7

Составил официальный оппонент 4.01.2026
