

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

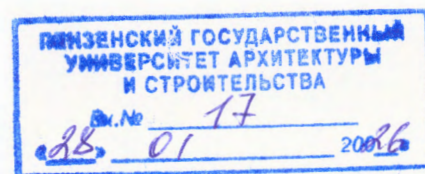
**доктора технических наук, профессора Котляра Владимира Дмитриевича
на диссертационную работу Ермакова Анатолия Анатольевича
«Пористые стеклокерамические строительные материалы на основе
цеолитсодержащих и кремнистых пород», представленную на соискание
учёной степени кандидата технических наук по научной специальности
2.1.5. Строительные материалы и изделия (технические науки)**

На отзыв представлены:

- диссертационная работа, состоящая из введения, шести глав, заключения, списка литературы, включающего 159 наименований, трёх приложений. Диссертация изложена на 214 страницах машинописного текста, содержит 65 рисунков и 18 таблиц;
- автореферат диссертации на 28 страницах.

Актуальность темы исследования. Строительная отрасль и промышленность в целом испытывают острую потребность в высокоэффективных, долговечных и безопасных теплоизоляционных материалах. Пеностекло выделяется как материал, наиболее полно удовлетворяющий комплексу предъявляемых требований. Технология производства пеностекла представляет собой сложный и энергоёмкий процесс, включающий несколько ключевых этапов. Начальный этап включает варку стекла, после чего охлаждённый материал подвергается размолу с газообразующими добавками. Полученная смесь повторно нагревается и подвергается отжигу, что обеспечивает формирование ячеистой стеклянной структуры. Этот многостадийный процесс обуславливает высокую себестоимость пеностекла, что ограничивает его конкурентоспособность по сравнению с традиционными изоляционными материалами, такими как минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан и др. В результате, применение пеностекла в строительной отрасли ограничивается преимущественно крупными компаниями и предприятиями военно-промышленного комплекса.

В этой связи перспективным направлением развития производства пеностекла является внедрение инновационных решений, направленных на снижение себестоимости, повышение энергоэффективности производственных процессов и улучшение физико-механических и теплофизических характеристик конечного продукта.



Одним из приоритетных направлений исследований в области пеностеклянной промышленности является разработка и внедрение технологий, основанных на использовании более дешёвого и доступного сырья. Это позволит не только снизить производственные затраты, но и расширить сырьевую базу для производства пеностекла. Кроме того, значительное внимание уделяется оптимизации технологических параметров процессов варки и отжига, что способствует снижению энергозатрат и повышению производительности.

Исследование Ермакова А.А. направлено на решение актуальной научной проблемы современного строительного материаловедения, а именно на разработку научно обоснованного технологического решения для получения энергоэффективных и экологически безопасных строительных материалов с использованием местного сырья. В рамках данной работы особое внимание уделяется пористым стеклокерамическим материалам, которые изготавливаются из цеолитсодержащих (ЦСП) и кремнистых пород посредством механоактивации компонентов шихты и последующей одностадийной термообработки.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Основные научные положения, выводы и рекомендации в работе достаточно обоснованы. Проведённый анализ научно-технической литературы по рассматриваемой проблеме позволил автору сформулировать основные направления теоретических и экспериментальных исследований, результатами которых обоснована возможность получения стеклокерамических материалов за счет сверхтонкого совместного помола цеолитсодержащих и кремнистых пород, плавней и различных добавок с последующим одностадийным обжигом.

Цель и задачи, поставленные автором в диссертационной работе, сформулированы грамотно. Выводы по главам и заключение научно обоснованы, убедительны и отражают суть выполненных исследований. Автором проведен значительный объём экспериментальных и теоретических исследований. Определены перспективы дальнейшей работы.

Результаты, полученные в процессе выполнения диссертации, обсуждались на Международных и Российских конференциях, внедрены в учебный

процесс, прошли опытно-промышленные испытания и внедрены в производство.

Таким образом, можно констатировать, что сформулированные соискателем в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени подтверждаются результатами значительного объёма экспериментальных исследований, степень обоснованности и аргументации научных положений, заключения и рекомендаций не вызывает сомнений. Вышеизложенное позволяет утверждать, что основные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования Ермакова Анатолия Анатольевича подтверждают научную новизну, высокую степень обоснованности и достоверности.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена тем, что изложенные положения базируются на общепринятых подходах строительного материаловедения, физики, химии, кристаллографии. Данные по исследованию пористых стеклокерамических материалов на основе цеолитсодержащих и кремнистых пород, а также совокупного влияния пород и добавок на свойства и структурообразование пористых стеклокерамических материалов, базируются на методах, включающих использование современного высокотехнологического аттестованного оборудования, а также планировании экспериментов и статистического анализа результатов. Теоретические гипотезы согласуются с экспериментальными результатами, в том числе, с результатами, полученными другими авторами. Экспериментальные исследования выполнялись с использованием современных методов, в том числе качественного и количественного элементного анализа, рентгенофазового и термического анализа.

Новизна диссертационной работы заключается в разработанном новом подходе в технологии изготовления пористых стеклокерамических материалов из цеолитсодержащих и кремнистых пород, позволяющем снизить энергоёмкость производства стеклокомпозитов с высокими физико-механическими, теплофизическими, эксплуатационными свойствами, а также относительно низкой

себестоимостью производства, заключающейся в сверхтонком совместном помоле цеолитсодержащих и кремнистых пород, плавня и различных добавок.

Диссертантом раскрыты механизмы действия добавок (хлоридов, алюмосиликатов, кальцийсодержащих, магнийсодержащих и других) на процессы, происходящие при формировании пористой структуры стеклокерамических материалов из цеолитсодержащих и кремнистых пород. Автором установлены новые закономерности проявления взаимосвязи состава, структуры и свойств цеолитсодержащих и кремнистых пород с технологическими процессами их активации, влияющие на свойства стеклокерамических материалов.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Автором теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения стеклокерамических материалов за счёт сверхтонкого совместного помола цеолитсодержащих и кремнистых пород, плавня и различных добавок с последующим одностадийным обжигом.

Соискателем изложены доказательства, вносящие вклад в расширение представлений о процессах, происходящих при формировании структуры стеклокерамических материалов из цеолитсодержащих и кремнистых пород, расширяющие границы применимости полученных результатов. Автором доказаны перспективы использования комплекса добавок в составе стеклокерамических материалов, позволяющих улучшить их структуру и свойства по сравнению с ранее полученными другими авторами прототипами. Диссертантом разработаны и предложены оптимальные составы компонентов для получения пористых стеклокерамических материалов на основе цеолитсодержащих и кремнистых пород и кальцинированной соды с кажущейся плотностью 140-410 кг/м³, пределом прочности при сжатии до 13 МПа, коэффициентом теплопроводности 0,05 Вт/(м·К) и более, с максимальной температурой эксплуатации материала – до +920 °С включительно, морозостойкостью не менее 100 циклов.

Соискателем предложен нетрадиционный подход обжига пористых стеклокерамических материалов, позволяющий расширить номенклатуру строительных материалов, а также снизить себестоимость строительства, ремонта и реконструкции объектов промышленного и гражданского назначения.

Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научных изданиях. Диссертантом опубликовано 20 научных работ по теме диссертации, в том числе 10 научных работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук; 6 научных работ в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международных реферативных базах данных и системах цитирования Scopus, WoS.

Однако не смотря, на общую положительную оценку работы по тексту диссертации и автореферата имеются следующие **замечания**.

1. Автору необходимо было дать во введении или 1-й главе диссертационной работы чёткое определение – что он имеет ввиду под стеклокерамическими материалами и дать их классификацию, так как обычно под стеклокерамикой понимают материал, полученный путём контролируемой кристаллизации специального стекла. Также желательно было бы, чтобы автор в 1 главе чётко обозначил, что он имеет ввиду под цеолитсодержащими породами и кремнистыми породами, так как они могут весьма отличаться по составу и свойствам, и их определения в технической, геологической литературе и нормативных документах различаются.

2. На странице 9 в научной новизне диссертации автор указывает, что температура обжига получаемого материала не превышает 850 °С, а на странице 11 указывает температуру применения материала до 920 °С. Данное обстоятельство требует объяснения.

3. В главе 3.2 «Механоактивация шихты и методы её контроля» автор для степени измельчения шихты и зернового состава применяет метод газопроницаемости с определением удельной поверхности с помощью прибора ПСХ-2. Данный метод не приемлем для микропористых материалов какими являются кремнистые и цеолитсодержащие породы. Также вызывает сомнение в необходимости и обоснованности применения для определения размеров частиц шихты рентгеновской дифрактометрии по ширине дифракционных пиков. Суще-

ствуется много более простых и надёжных способов определения зернового (гранулометрического) состава шихты. К примеру, лазерная дифракция.

4. В главе 3.3 «Влияние состава, механоактивации и термообработки шихты на процессы структурообразования пористой стеклокерамики» на стр. 87 на рисунке 3.15 автор приводит рентгенограммы образцов шихты после обжига при разной температуре, которые представлены в очень мелком виде. На рентгенограммах сразу указаны обозначения минералов, а не межплоскостные расстояния. Поэтому невозможно оценить достоверность расшифровки рентгенограмм, так как автор даже не приводит пики, по которым он устанавливал наличие того или иного минерала. Кроме того, автор пишет, что «анортотоклаз, согласно данным рисунка 3.15, начинает кристаллизоваться в стеклокерамике при температуре $\approx 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ». Это очень смелое заявление, так как анортотоклаз представляет собой изоморфную смесь ортоклаза KAlSi_3O_8 и альбита $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, которые кристаллизуются из расплава соответствующего состава. Температура плавления ортоклаза – $1450\text{ }^{\circ}\text{C}$, альбита – $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и анортита – $1550\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5. В разделе 4.2.1 «Влияние добавки Al_2O_3 на структуру и свойства пористой стеклокерамики» для увеличения предельной температуры эксплуатации изделий в состав шихты вводит чистый оксид алюминия. Это очень твёрдый и дорогостоящий материал и ввод его в состав шихты не обоснован. Вполне можно было бы для увеличения температуры вспучивания и температуры эксплуатации изделий обойтись вводом в состав шихты тугоплавкой, огнеупорной глины или каолина.

6. В главе 6 приводит «Внедрение результатов диссертационной работы с использованием лабораторного оборудования» и «Внедрение результатов диссертационной работы с использованием промышленной камерной газовой печи». Однако, учитывая, что представленная работа носит научно-прикладной характер в диссертации весьма желательно было бы представить технологическую схему производства разрабатываемых изделий с указанием конкретного оборудования и конкретных технологических параметров производства. В тексте диссертации и актах внедрения автор просто указывает, что «Описанная в

патенте на изобретение № 2836963 технология позволяет получать мелкоштучные блоки из пористого стеклокерамического материала ...». Однако в данном патенте автором указываются только общие технологические процессы без конкретного оборудования. Кроме того, автор на стр. 172 приводит калькуляцию стоимости пористой стеклокерамики на 1 м³ готового продукта, так как будто речь идёт о действующем предприятии. Желательно было бы привести оценку технико-экономической эффективности организации производства заявленных изделий или обоснование инвестиций в производство указанных изделий.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационного исследования, выполненного А.А. Ермаковым.

Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о порядке присуждения учёной степени»

Анализ работы позволяет сделать вывод, что диссертация на тему «Пористые стеклокерамические строительные материалы на основе цеолитсодержащих и кремнистых пород», является завершённой научно-квалификационной работой, соответствует п. 9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, в ней изложены новые научно обоснованные технологические решения по разработке составов и технологии получения энергоэффективных экологически безопасных строительных материалов с использованием местного сырья, полученных путём механоактивации компонентов шихты с последующей термообработкой, способствующих получению материалов с заданными структурой и свойствами, имеющие существенное значение для развития страны.

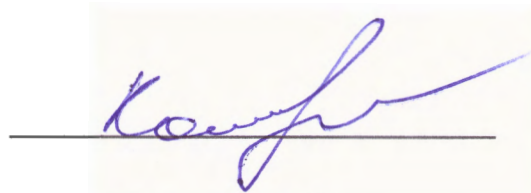
Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия (технические науки), в частности пунктам направления исследований: п. 1, п. 3, п. 5, п. 6, п. 9.

Диссертационная работа соответствует критериям п. 9, п. 10, п. 11, п. 13, п. 14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025), а ее автор Ермаков Анатолий Анатольевич заслуживает при-

суждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия (технические науки).

Официальный оппонент:

Доктор технических наук (специальность 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»), профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»



Котляр Владимир Дмитриевич
«21» января 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», 344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162
Тел. +7 (863) 201-90-57, e-mail: diatomit_kvd@mail.ru

Подпись и данные Котляра В.Д. подтверждаю.
Учёный секретарь Учёного совета



Анисимов
Николаевич

Владимир

С отзывом официального оппонента ознакомлен
4 февраля 2026 года. 