

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Фёдорова Артёма Владимировича на тему:
«Легкий бетон на композиционном вяжущем с применением природного
цеолита», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
2.1.5.Строительные материалы и изделия

Для формирования отзыва были представлены диссертационная работа, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 278 источников и 4 приложений; объем работы составляет 217 страниц машинописного текста, в который входят 60 таблиц и 66 рисунков, а также автореферат диссертации объемом 20 страниц.

Актуальность диссертационной работы.

Современные достижения научных исследований и технологий в области строительного материаловедения свидетельствуют о возможности получения эффективных вяжущих веществ из местного природного сырья, к которым можно отнести природные цеолиты. Положительный опыт применения природного цеолита как пуццолановой добавки в современных исследованиях, а также региональная доступность предопределяет его выбор в данной работе.

Актуальность проведенного исследования в диссертационной работе обусловлена потребностью в совершенствовании технологии производства конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона на пористом заполнителе и композиционном вяжущем с применением природного цеолита, повышении качества и долговечности легкобетонных изделий, используемых при строительстве зданий в условиях низких температур.

Кроме того, для получения эффективных легких бетонов на пористых заполнителях необходимо обратить внимание на способы совершенствования характеристик материала, например, добавление структуроформирующих компонентов, а также за счет оптимизации технологических процессов приготовления смесей. Для полного и эффективного использования возможностей сырья в технологии производства легких бетонов должно быть рациональное сочетание всех компонентов, исходя из заданного баланса конструкционных и теплоизоляционных свойств. Это позволит не только предотвратить образование крупных пор и структурных дефектов, но и повысить физико-механические характеристики материала при сохранении его средней плотности.

Об актуальности данной диссертационной работы свидетельствует и поддержка исследования Фёдорова А.В. грантом «УМНИК-2021», государственными контрактами №8319, 7633, программой деятельности НОЦ «Север», а также публикации результатов исследования в рейтинговых журналах и представление на конкурсах и конференциях различного уровня.

Общая характеристика работы.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы исследования; степени ее разработанности; формулированию цели и задачи, научной новизны, теоретической и практической значимости работы. Отражены основные положения, выносимые на защиту, сведения о степени достоверности полученных результатов, их апробация и внедрение.

Первая глава посвящена анализу современного состояния производства легких бетонов на пористых заполнителях, а также развитие технологий их получения. Рассмотрены основные компоненты для получения легких бетонов на пористых заполнителях. Произведена теоретическая оценка эффективности использования цементных композиционных вяжущих, позволяющих улучшить свойства конечного материала, а также способов формирования структуры легких бетонов.

Во второй главе описаны основные характеристики применяемых материалов и описаны методы исследования и виды оборудования для их проведения.

В третьей главе представлены результаты оценки природного цеолита месторождения Хонгуруу, как компонента композиционного вяжущего. Соискатель акцентирует внимание на пуццолановый эффект природного цеолита в составе цементного камня, который позволяет продолжать набирать прочность, несмотря на попеременные циклы замораживания-оттаивания. Исследуется влияние количественной добавки тонкомолотого природного цеолита на физико-механические свойства цементного камня. Разработан состав композиционного вяжущего с применением природного цеолита. Проведена оценка влияния разработанного композиционного вяжущего на структурообразование цементного камня.

В четвертой главе представлено исследование свойств и структурных особенностей пористых заполнителей, произведена оценка золошлаковых отходов в качестве добавки для легкого бетона. Произведен выбор и оценка основных свойств пенообразователей для формирования качественной структуры композита. Соискателем предложена модель формирования пористой структуры легкого бетона на крупном пористом заполнителе, а также определена технология получения легкого бетона на пористом заполнителе. Предложен состав конструкционно-теплоизоляционного бетона.

В пятой главе произведена теоретическая оценка тепловой эффективности стеновых ограждений с применением легкого бетона на композиционном вяжущем в случае аварийной остановке системы теплоснабжения по сравнению с другими техническими решениями. Предложена технология производства легкого бетона на композиционном вяжущем с применением природного цеолита и пористого заполнителя, а также обоснована технико-экономическая эффективность данного решения. Представлен перечень созданных нормативных документов, результаты внедрения разработок автора.

В заключении соискателем представлены основные результаты, подтверждающие выдвинутую рабочую гипотезу при решении

сформулированных цели и задач исследования, а также приводятся рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

***Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций,
их достоверность и научная новизна.***

Выводы, положения, рекомендации, выносимые на защиту основываются на обширном анализе фундаментальных и прикладных исследований, проведенных отечественными и зарубежными учеными в области получения легких бетонов, автор использует целенаправленный анализ научно-технической литературы, а также применяет комплекс методов исследования с использованием современного высокотехнологичного оборудования, что позволило получить обоснованные и достоверные результаты.

Основные выводы, представленные в заключении диссертации и автореферате диссертации, отражают содержание и результат проведенных экспериментально-теоретических исследований, раскрывают полноту решения поставленных в работе задач.

Результаты исследования нашли широкое применение в ряде научных публикаций, включая статьи в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ и в издании, индексируемом в базе данных Scopus. Автором получен 1 патент на изобретение. Публикации в полном объеме отражают основные положения диссертационной работы Фёдорова А.В.

Научная новизна диссертационной работы Фёдорова А.В. заключается в следующем: автором обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение, обеспечивающее повышение эффективности технологии получения легкого бетона на пористом заполнителе – пеноцеолите, заключающееся в: замене цемента композиционным вяжущим с использованием природного цеолита (ТМЦ-85); поризации цементной матрицы введением пенообразователя; снижении плотности бетона за счет использования в качестве микрозаполнителя золошлакового отхода. Формирование рациональной плотности растворной части легкого бетона в сочетании с КВ обеспечивают снижение теплопроводности при повышении прочности и марки морозостойкости пеноцеолитбетона.

Установлен характер влияния цеолита как активного компонента КВ на процессы гидратации и свойства цементного камня с его использованием. За счет пуццолановой активности цеолита в составе КВ: происходит более полное протекание процессов структуро- и фазообразования, способствующих повышению содержания идиоморфных кристаллов новообразованных гидросиликатов различной основности и уплотнению микроструктуры цементного камня; сохраняется значение коэффициента торможения при твердении композиционного вяжущего на уровне значения соответствующего исходному портландцементу; повышается прочность цементного камня на 8,5 % при сокращении клинкерной составляющей на 15 %. Факторами качества природного цеолита, определяющими эффективность его использования как

кремнеземного компонента КВ, высокую активность по отношению к СаО и коэффициент качества ($K_K=1,16$), являются: полиминеральный состав; высокая пористость; высокая размолоспособность и полифракционный состав получаемого порошка; способность обеспечивать процесс гидратации цементного камня даже после циклов замораживания и оттаивания.

Предложен механизм формирования рациональной структуры легкого бетона, обеспечивающей снижение теплопроводности при повышении прочности, при совместном использовании ТМЦ-85, пеноцеолита и комплекса добавок для обеспечения рациональной плотности растворной части – пенообразователя и золошлакового отхода. За счет разного уровня дисперсности пор, обеспечиваемого высокой концентрацией пеноцеолита, поризацией цементной матрицы пенообразователем и наличием золошлакового отхода, создается объемная плотноупакованная пористая структура бетона. Развитая морфология поверхности пуццоланово-активных заполнителей (пеноцеолита и ЗШО) служит подложкой для кристаллизации продуктов гидратации. Рациональная плотность растворной части в совокупности с прочной контактной зоной цементного камня с заполнителями, способствуют повышению прочности пеноцеолитбетона.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных с диссертаций, обеспечивается использованием широкого спектра регламентированных методов исследований с применением сертифицированного и поверенного научно-исследовательского оборудования с выполнением многократных измерений для необходимого уровня точности и сходимости теоретических и экспериментальных исследований; апробацией результатов в промышленных условиях; получением результатов, непротиворечащих классическим положениям строительного материаловедения, а также работам других авторов. Выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, получили положительную апробацию и внедрение в строительной отрасли на предприятии ООО «Сунтарцеолит» (с. Сунтар). Теоретические и экспериментальные положения диссертационной работы используются в учебном процессе.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования заключается в дополнении теоретического представления о процессах структурообразования легкого бетона на пористом заполнителе с использованием природного цеолита и комплекса добавок – пенообразователя и золошлаковых отходов для обеспечения рациональной плотности растворной части пеноцеолитбетона. Установлены закономерности влияния состава бетонной смеси легкого бетона на физико-механические свойства.

Установлен рациональный состав композиционного вяжущего с применением природного цеолита месторождения Хонгуруу в качестве активного компонента – ТМЦ-85, характеризующегося $S_{уд} \sim 520 \text{ м}^2/\text{кг}$ и активностью 37,9 МПа.

Установлен рациональный уровень концентрации пористого заполнителя ($\varphi = 0,59$) в составе бетонной смеси для достижения максимальной прочности легкого бетона ($R_{с.ж} = 6,5$ МПа) при заданной плотности (D900).

Разработаны составы и технология получения конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона – пеноцеолитбетона, на основе пористого заполнителя, КВ ТМЦ–85, золошлакового наполнителя с использованием пенообразователя Rospena, позволяющие получить изделия с маркой по плотности D900, классом по прочности до B5,0 и маркой по морозостойкости F₁100.

Замечания и рекомендации по диссертации и автореферату.

1. В расчетах кинетики твердения вяжущего не совсем понятно как именно определялись кинетические константы: « U_0 – начальная скорость; $K_{тор}$ – коэффициент торможения; $K_{кор}$ – коэффициент корреляции» для изучаемых вяжущих. Представленные формулы (3.6) и (3.7) не показывают определения вышеуказанных констант.

2. Известно, что эффективность помольных агрегатов оценивается в том числе по энергетическим затратам на помол. Насколько энергетически эффективно использование планетарной мельницы для получения разработанных вяжущих в сравнении с остальными помольными агрегатами?

3. При анализе минералогического состава золошлаковых отходов не указано процентное содержание наличия основных клинкерных минералов C3S, C2S, C3Ai и C4AF. Недостаточно оценена вяжущая активность изучаемых золошлаковых отходов. Механоактивация золошлака позволила бы увеличить удельную поверхность материала и повысить реакционную способность карбонатных фаз. Может стоило бы производить помол ЗШС?

4. Для оценки прочности контактной зоны между пористым заполнителем и композиционным вяжущим было бы интересно провести рентгенофазовый анализ контактной между цементной матрицей и пористым заполнителем. Учитывая возможности современных дифрактометров, было бы интересно оценить количественное содержание гидратных фаз, доказывающее эффективность использования разработанных вяжущих веществ и пористых заполнителей.

5. В разделе теоретической оценке тепловой эффективности стеновых ограждений, согласно таблице 5.1. проведено сравнение для соснового бруса толщиной 18 см. Однако для строительства частных домов широко применяется также брус сечением 200 мм (20 см). Увеличение толщины на 2 см повышает сопротивление теплопередаче конструкции примерно на 11% по сравнению с брусом 180 мм. В связи с этим целесообразно дополнить таблицу сравнением с брусом толщиной 20 см для большей репрезентативности данных.

Замечания по диссертационной работе не являются принципиальными и не снижают научной ценности защищаемых положений.

***Заключение о соответствии диссертации критериям,
установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней***

Диссертационная работа Фёдорова Артёма Владимировича является завершённой и выполненной на высоком уровне, в которой изложено новое научно обоснованное технологическое решение, обеспечивающее получение конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона на пористом заполнителе и композиционном вяжущем с применением природного цеолита.

Диссертация написана грамотным техническим языком, графический материал выполнен на высоком уровне. Положения, выводы и рекомендации соответствуют цели и задачам исследования, подтверждены полученными экспериментальными данными. Работа содержит ряд новых научных результатов, имеющих существенное теоретическое и практическое значение для развития строительного материаловедения и строительной отрасли Республики Саха (Якутия). Автореферат диссертации полностью отражает основное содержание диссертации.

Учитывая актуальность затронутых вопросов, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа на тему «Легкий бетон на композиционном вяжущем с применением природного цеолита» соответствует критериям п. 9–11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842 в действующей редакции с дополнениями и изменениями), предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Фёдоров Артём Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук
(специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцент, старший научный сотрудник Сектора 12.1 «Сектор испытаний теплофизических характеристик строительных материалов» ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук»

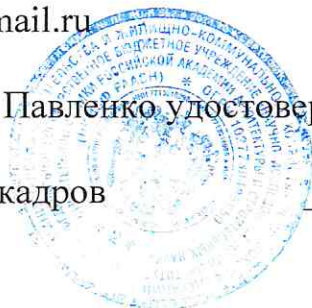


Павленко
Наталья Викторовна
«07» апреля 2026 г.

127238, Москва, Локомотивный проезд, 21.
Тел.: +7(495)482-39-72
E-mail: nv-pavlenko@mail.ru

Личную подпись Н.В. Павленко удостоверяю.

Заведующий отделом кадров



И.С. Расчинская