

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **22.05.2026** года протокол № 7

О присуждении Фёдорову Артёму Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Легкий бетон на композиционном вяжущем с применением природного цеолита» по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия принята к защите 06 марта 2026 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.276.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ № 544/нк от 01.07.2019 г. с изменениями, приказ № 910/нк от 25.09.2025 г.

Соискатель Фёдоров Артём Владимирович, «20» декабря 1996 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль подготовки «Теплогасоснабжение и вентиляция» с присвоением квалификации «бакалавр». В 2020 году Фёдоров А.В. с отличием окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» (направленность «Энергосбережение и энергоэффективность в зданиях») с присвоением квалификации «магистр».

В 2024 году окончил очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», направленность «Строительные материалы и изделия».

Работает в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» в должности старшего преподавателя кафедры теплогасоснабжения и вентиляции.

Диссертация выполнена на кафедре «Прикладная механика и строительное материаловедение» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет им.

М.К. Аммосова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Попов Александр Леонидович, работает в должности заведующего кафедрой «Прикладная механика и строительное материаловедение» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Иноземцев Александр Сергеевич – доктор технических наук, доцент, работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» в должности доцента кафедры строительного материаловедения;

2. Павленко Наталья Викторовна – кандидат технических наук, доцент, работает в федеральном государственном бюджетном учреждении «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» в должности старшего научного сотрудника Сектора 12.1 «Сектор испытаний теплофизических характеристик строительных материалов»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» **в своем положительном отзыве**, подписанном Смирновой Ольгой Евгеньевной, кандидатом технических наук (специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцентом, заведующей кафедрой «Строительные материалы, стандартизация, сертификация», и Ильиной Лилией Владимировной, доктором технических наук (специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессором, директором института цифровых и инженерных технологий, **указала, что** диссертационная работа Фёдорова Артёма Владимировича на тему «Легкий бетон на композиционном вяжущем» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложено научно обоснованное технологическое решение, обеспечивающее получение конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона на пористом заполнителе и композиционном вяжущем с применением природного цеолита.

По актуальности затронутых вопросов, научной новизне, теоретической и практической значимости, числу публикаций, диссертация соответствует критериям, установленным в 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.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе: 3 статьи в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 1 работу в издании, индексируемой в базе данных Scopus; патент на изобретение. Общий объем работ – 8,55 печ.л., личный вклад – 5,5 печ.л., из них в рецензируемых научных изданиях – 4,26 печ.л., личный вклад – 2,35 печ.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ

1. *Петров, А.А.* Легкий бетон на пористом заполнителе и композиционном вяжущем с использованием природного цеолита / А. А. Петров, А. Л. Попов, **А. В. Фёдоров** // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2025. – № 3. – С. 17-29. DOI: 10.34031/2071-7318-2024-10-3-17-29

2. *Попов, А.Л.* Исследование отходов пеностеклольного производства как компонента композиционного вяжущего / А. Л. Попов, **А. В. Фёдоров** // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2024. – № 1(73). – С. 60-68. DOI: 10.36622/2541-7592.2024.73.1.005

3. *Матвеева, О.И.* Легкий пористый заполнитель из модифицированной цеолитщелочной шихты / О. И. Матвеева, Н. К. Байшев, **А. В. Фёдоров** [и др.] // Строительные материалы. – 2023. – № 7. – С. 17-24. DOI: 10.31659/0585-430X-2023-815-7-17-24

В изданиях, индексируемых в базах данных Scopus

4. *Fedorov, A.V.* Peculiarities of production of light concretes with the use of granulated foamed aggregate on the basis of natural zeolite / **A.V. Fedorov**, V.A. Yadrikhinsky, A.L. Popov // AIP Conference Proceedings. – 2023. – Vol. 2758. – 020006.

Объекты интеллектуальной собственности

5. **Патент №2803754 РФ** МПК С04В 7/13 Вяжущее для производства легкого бетона / Попов А.Л., **Фёдоров А.В.** // №2023105155; заявл. 07.03.2023; опубл. 19.09.2023, Бюл. №26. 6 с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. **Логаниной Валентины Ивановны, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Управление качеством» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», замечания:**

1. Стоило бы дополнить экспериментальную часть исследования результатами испытаний морозостойкости цементного камня базовым способом по ГОСТ 10060 – 2012, либо представить зависимость между результатами, полученными в ходе применения ускоренного ультразвукового метода, со значениями фактической потерей прочности после установленных циклов замораживания-оттаивания.

2. **Королева Евгения Валерьевича, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, проректора по научной**

деятельности **ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»**, *замечания:*

1. Автор при формулировании пункта научной новизны использует слово «фактор» в отношении качества. Такое сочетание терминов («фактор» и «качество») требует пояснение, так как у «качества» есть показатель свойств, перечень которых и их количественные величины удовлетворяют требованиям потребителя (см. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения), но не факторы (фактор – существенное обстоятельство, причина какого-л. процесса, явления // Словарь иностранных слов. – Комлев Н.Г., 2006).

2. При формулировке третьего пункта научной новизны автор использует сочетание слов «механизм формирования рациональной структуры...». При этом в дальнейшем отсутствует описание механизма, а представлено общее описание строения легкого бетона без указания диапазонов варьирования объемного содержания каждого структурного элемента (цементного камня, легкого заполнителя, воздушных пор и др.), определяющих его «рациональную структуру».

3. Савенкова Андрея Ивановича, канд. техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцента, доцента кафедры «Промышленное и гражданское строительство» и **Горбача Павла Сергеевича, канд. техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия)**, доцента, заведующего кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» **ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»**, *замечания:*

1. На графике (рис.12) указано на оси абсцисс Ц/В показатель, но традиционно следует указывать водотвёрдое отношение (В/Т).

2. Не показаны рецептурные составы исследуемых пеноцеолитобетонов и крупность заполнителя, а это представляет большой интерес.

3. Не соответствуют величины прочностей легких бетонов в таб.8 и рис. 12, но возможно это различные составы.

4. Пичугина Анатолия Петровича, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, главного научного сотрудника **ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий»**, *замечания:*

1. Первый пункт научной новизны в изложенной редакции носит более практическую значимость.

2. Приводимые автором на стр. 10 обоснование набора дополнительной прочности двадцати с лишним процентов за счет гидратационных процессов требуют доказательства, а не простого рассуждения.

3. Использование в работе золошлаковой смеси, имеющий, как правило, очень разнородный состав и структуру, вызывает сомнения; все табличные данные представлены без интервалов варьирования, что особенно важно учитывать и иметь в условиях реального производства.

5. Федюка Романа Сергеевича, д-ра техн. наук (2.1.5 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора военного учебного центра **ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ)»**, *замечания:*

1. В работе для поризации цементной матрицы автором исследованы *синтетический* пенообразователь ПБ-2000 и *протеиновые* пенообразователи Rospena и FoamSEM. Чем обусловлен выбор двух видов пенообразователей? Рассматривалась ли возможность введения в состав смеси порошкообразного пенообразователя?

6. Лукутцовой Натальи Петровны, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Производство строительных конструкций» и Горностаевой Елены Юрьевны, канд. техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцента кафедры «Производство строительных конструкций» ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», замечания:

1. В тексте автореферата (стр.9, первый абзац) описывается распределение частиц измельченного природного цеолита и природного песка, но не приводятся данные в графическом виде, что затрудняет восприятие материала.

2. Некоторые графики, представленные на рисунках в автореферате, не читаются вследствие слишком мелких и расплывчатых надписей.

7. Латыпова Валерия Марказовича, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», замечания:

1. Полученный автором легкий бетон может быть, в силу химико-минералогического состава малоклинкерного вяжущего, менее коррозионностойким, чем традиционный легкий бетон. Хотелось бы знать аргументированное мнение автора диссертационного исследования по этому вопросу.

8. Крамар Людмилы Яковлевны, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, профессора кафедры «Строительные материалы и изделия» и Абызова Виктора Александровича, канд. техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцента, доцента кафедры «Строительные материалы и изделия» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», замечания:

1. При проведении исследования, состав гидратных фаз цементного камня, с добавками и без них, довольно надежно и эффективно можно установить рентгенофазовым анализом, а микроскопия, данные рис. 10, и другие методы могут только дополнительно подтверждать эти результаты.

2. Из автореферата следует, что для повышения прочности и предлагаемых изделий, предполагается оптимизация В/Ц отношения и активности прочности пеноцеолитбетона. Какими способами проводится такая оптимизация, применяются ли для этого современные добавки суперпластификаторы?

9. Белова Владимира Владимировича, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Производство строительных изделий и конструкций» ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», замечания:

1. Не совсем понятно почему при планировании эксперимента для составов легкого бетона водоцементное отношение рассматривается как выходной параметр,

а не фактор варьирования, было бы интересно установить влияние В/Ц на свойства данного вида легкого бетона

10. Яковлева Григория Ивановича, д-ра техн. наук (05.23.05 – Строительные материалы и изделия), профессора, заведующего кафедрой «Строительные материалы, механизация и геотехника» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», замечания:

1. Коэффициент торможения – это что такое?
2. Известно, декарбонизация кальцит происходит в интервале температур 800-900 градусов. А при температуре 500 градусов отмечается дегидратация гидроксида кальция.
3. В автореферате не приводится минералогический состав использованного портландцемента, по которому можно было бы судить о пуццолановой активности цеолита. Тем более, что на ДТА видно существенное содержание гидроксида кальция.
4. Отмечается, что «композиционное вяжущее ТМЦ-85 характеризуется снижением количества портландита и кальцита». Для сравнения не приведена рентгенограмма вяжущего ТМЦ-70.

11. Бондарева Бориса Александровича, д-ра техн. наук (специальность 05.21.01 – Технология и машины лесного хозяйства и лесозаготовок, 05.21.05 – Технология и оборудование деревообрабатывающих производств), профессора, профессора кафедры строительного материаловедения и дорожных технологий ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», замечания:

1. Из автореферата не ясно до какого значения удельной поверхности (m^2/kg) производился помол композиционного вяжущего ТМЦ-85. Каким способом осуществлялся помол? В автореферате таких данных не приводится.

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия, которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, используемыми автором, способных дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их научных публикаций, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзывах на диссертационную работу. Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» представляет собой инновационно-ориентированный отраслевой университет в сфере строительства. Выбор Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета в качестве ведущей организации обусловлен не только высоким уровнем академической подготовки специалистов, но и значительным вкладом в развитие научных исследований и инновационных технологий. В университете важная роль отводится научно-исследовательской и научно-производственной деятельности, реализующей приоритетные направления

строительного комплекса страны, включая проблемы архитектуры и градостроительства, строительных конструкций, строительного материаловедения, строительных технологий и техники, экологической безопасности строительства. Одним из направлений научно-исследовательской деятельности университета является разработка новых строительных материалов и усовершенствование существующих технологий их получения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработано научно обоснованное 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 композиционным вяжущим обеспечивают снижение теплопроводности при повышении прочности и марки морозостойкости пеноцеолитбетона;

предложена рабочая гипотеза о возможности повышения эффективности технологии производства легкого бетона за счет применения композиционного вяжущего, полученного с использованием природного цеолита алюмосиликатного состава, что позволит сократить расход цемента, и введения пенообразователя и золошлакового наполнителя для обеспечения рациональной плотности растворной части;

доказан характер влияния цеолита как активного компонента КВ с его использованием на процессы гидратации и свойства цементного камня. 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 %.

Установлено, что 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.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение теоретических представлений 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;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования с использованием высокотехнологичного оборудования и стандартных методик, который позволил получить воспроизводимые экспериментальные данные, не противоречащие современным научным представлениям, закономерностям и результатам производственных испытаний;

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

изучен 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.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены 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 F100.

Апробация полученных результатов в промышленных условиях осуществлялась на предприятии ООО «Сунтарцеолит» (с. Сунтар), где была выпущена партия блоков из конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона на пористом заполнителе с применением природного цеолита месторождения Хонгуруу. Апробация в натуральных условиях осуществлялась при строительстве подсобных помещений на территории предприятия в с. Устье Республики Саха (Якутия). Результаты исследования внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров и магистрантов по направлению «Строительство»;

представлены стандарт организации СТО 02069705-83001-2025 «Легкий бетон на композиционном вяжущем с применением природного цеолита» и технологический регламент на производство блоков из легкого бетона на пористом заполнителе с применением природного цеолита.

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

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовалось современное сертифицированное высокотехнологичное оборудование, методы исследований и испытаний, регламентированные отечественными и зарубежными нормативными документами, методы математического планирования эксперимента и обработки его результатов. Экспериментальные исследования и оценка свойств исходных материалов, композиционного вяжущего и бетонов на их основе, осуществлялись методами электронной микроскопии, качественного и количественного рентгенофазового анализа, методом дифференциальной сканирующей калориметрии, методом сорбционной способности при определении активности поверхности пористых заполнителей, физико-механических методов испытаний строительных материалов;

теория построена на использовании фундаментальных положений строительного материаловедения, известных и проверяемых данных, касающихся вопросов повышения эффективности технологии получения легких бетонов на композиционных вяжущих, которые согласуются с экспериментальными данными по теме диссертации, опубликованными в отечественных и зарубежных изданиях;

идея базируется на проведенном аналитическом обзоре научной литературы, фундаментальных и прикладных исследованиях отечественных и зарубежных ученых, посвященных вопросам получения композиционных материалов и конструкционно-теплоизоляционных бетонов на основе портландцемента с комплексом добавок для обеспечения рациональной плотности растворной части;

установлено, что результаты теоретических и экспериментальных исследований не противоречат данным, представленным в ведущих научных изданиях.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах исследования – от получения, анализа и систематизации исходных теоретических данных до практической реализации поставленных задач. Автором теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность использования природного цеолита месторождения Хонгуруу Республики Саха (Якутия) в качестве компонента композиционного вяжущего, а также возможность получения конструкционно-теплоизоляционного бетона на основе легкого заполнителя с применением разработанного КВ, золошлакового наполнителя и пенообразователя. Проведен комплекс экспериментальных исследований с последующей обработкой результатов, проведена апробация результатов работы.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Фёдоров А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученой степени. Диссертация Фёдорова Артёма Владимировича соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложено научно обоснованное

