

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «ИВГПУ», д.т.н., профессор,
член-корр. РААСН



Румянцева В.Е.

«23» марта 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» на диссертацию Рыжова Антона Дмитриевича на тему «Самоочищающиеся известковые покрытия с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.1.5. Строительные материалы и изделия

На отзыв были представлены: диссертационная работа, состоящая из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, содержащего 194 наименования, двух приложений (изложены на 24 страницах; объем работы 186 страниц машинописного текста с 37 рисунками и 49 таблицами).

Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время на территории Российской Федерации эксплуатируется большое количество кирпичных зданий, фасады которых оштукатурены и требуют периодического ремонта. Фасады зданий подвержены загрязнению из-за неблагоприятных факторов окружающей среды. Всё большее внимание привлекают отделочные материалы с функцией самоочищения, использование которых позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и поддержание эстетичного внешнего вида фасадов.

Для усиления самоочищающего эффекта в состав покрытий предлагается вводить фотокатализаторы, нанесенные на инертные носители. Перспективным направлением является применение в качестве таких носителей синтетических аморфных алюмосиликатов – пористых материалов, способных не только эффективно удерживать активные частицы, но и вступать в химическое взаимодействие с известью. Это приводит к образованию дополнительных новообразований, повышающих прочность, водостойкость и стойкость материала к внешним воздействиям. Таким образом, разработка самоочищающихся известковых покрытий с использованием добавок на основе

аморфных алюмосиликатов представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Общая характеристика работы

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

В первой главе представлен обзор состояния и тенденций развития сухих строительных смесей (ССС). Отмечается роль модифицирующих добавок в рецептуре СССР. Значительное внимание уделено применению добавок, содержащих аморфные алюмосиликаты. Проведенный анализ патентных и научных источников позволил автору выявить недостаточную изученность применения синтетических цеолитов и аморфных алюмосиликатов в рецептурах известковых строительных смесей. Указанные пробелы определили необходимость системного исследования добавок на основе аморфных алюмосиликатов, сочетающих фотокаталитические и структурообразующие свойства, для модификации известковых сухих строительных смесей.

Во второй главе описаны характеристики материалов, оборудование и методы исследования, приведены методология и последовательность обработки результатов.

Третья глава посвящена разработке технологии синтеза добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Разработана модель параметров синтеза, позволяющая оптимизировать время процесса и соотношение компонентов при изготовлении алюмосиликатной добавки. Предложено применять синтезированные аморфные алюмосиликаты в качестве подложки для иммобилизации фотокатализатора — оксида цинка. Проведено сравнение фотокаталитической активности оксида цинка, полученного механическим смешением, и оксида цинка, иммобилизованного в процессе синтеза алюмосиликатной добавки. Установлено повышение фотокаталитической активности оксида цинка, иммобилизованного на поверхности алюмосиликатной добавки в процессе синтеза. Выявлено уменьшение оптической ширины запрещенной зоны оксида цинка в присутствии синтезированного алюмосиликата до 2,7–2,9 эВ в зависимости от технологии получения фотокатализатора.

Четвертая глава посвящена исследованию структурообразования известковых составов с применением добавки на основе оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах. Автором установлено,

что введение добавки на основе аморфных алюмосиликатов, синтезированных в присутствии ZnO, в известковую систему приводит к незначительному снижению pH жидкой фазы и способствует повышению теплоты структурообразования. В работе подобрана оптимальная концентрация минеральной добавки, составляющая 10 % от массы извести. Показано, что введение в известковый состав добавки на основе аморфных алюмосиликатов, синтезированных в присутствии ZnO, способствует повышению прочности при сжатии образцов в возрасте 28 суток воздушно-сухого твердения на 158 %.

Диссертантом установлены закономерности изменения реологических и технологических свойств известковых растворных смесей в зависимости от рецептурно-технологических факторов. Выявлено увеличение количества химически связанной извести на 68,59 %.

В пятой главе приведены результаты оценки эксплуатационных свойств разработанной известковой композиции. Покрытие на основе разработанного состава характеризуется способностью к самоочищению, адгезионной прочностью 0,38 МПа, когезионной прочностью МПа, коэффициентом паропроницаемости, равным 0,18 мг/(м·ч·Па), водопоглощением по массе 53%, усадочными деформациями 1,3 мм/м, маркой по морозостойкости F35. Измерение краевого угла смачивания поверхности покрытий, загрязнённой олеиновой кислотой, до и после облучения ультрафиолетовым светом показало, что использование оксида цинка, иммобилизованного на синтетической алюмосиликатной добавке в составе покрытия, способствует развитию фотоиндуцированной супергидрофильности. Это проявляется в переходе поверхности от гидрофильного состояния к супергидрофильному под воздействием света.

Разработан проект стандарта организации (СТО) «Самоочищающиеся известковые покрытия с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Технические условия».

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов и обоснованность выводов по работе обеспечены корректным использованием основных научных положений строительного материаловедения, методами исследований с применением современных средств измерений и испытательного оборудования, использованием физико-химических методов анализа, статистической обработкой результатов и внедрением полученных разработок.

Цели и задачи, поставленные автором в диссертационной работе, сформулированы корректно. Выводы по главам и заключение научно

обоснованы, убедительны и отражают суть выполненных исследований. Автором проведён большой объём научных исследований. Определены перспективы дальнейших изысканий.

Результаты работы прошли апробацию на конференциях различного уровня. Сформулированные соискателем в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени подтверждаются результатами большого объёма экспериментальных исследований. На основании вышеизложенного степень обоснованности и аргументации научных положений, заключения и рекомендаций не вызывает сомнений.

На основании вышесказанного можно считать, что основные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования Рыжова Антона Дмитриевича обладают научной новизной, высокой степенью обоснованности и достоверности.

Научная новизна

Соискателем обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение получения известковых штукатурных покрытий с эффектом самоочищения, заключающееся в применении в рецептуре фотокатализатора на основе оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах. Выявлено уменьшение оптической ширины запрещенной зоны оксида цинка в присутствии синтезированного алюмосиликата до 2,7–2,9 эВ в зависимости от технологии получения фотокатализатора.

Выявлены закономерности влияния композитного фотокатализатора на основе оксида цинка, иммобилизованного на аморфных алюмосиликатах, на реологические и структурные характеристики известковых штукатурных систем. Установлено, что использование разработанной добавки приводит к интенсификации процессов гидратации, что проявляется в увеличении доли химически связанной извести (до 68,59 %) и активном образовании гидросиликатов и гидроалюминатов кальция.

Экспериментально подтверждено влияние введения добавки оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах, на кинетику отверждения известковых покрытий. Определена оптимальная массовая доля добавки, составляющая 10 % от массы вяжущего. Предложена модель процесса твердения модифицированных известковых растворов, описывающая синергетический эффект от введения добавки оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах.

Теоретическая и практическая значимости результатов работы

Автором выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований по созданию известковых покрытий с эффектом самоочищения. Дополнены теоретические представления о методах создания фотокаталитически активной поверхности известковых самоочищающихся покрытий при введении в состав штукатурных смесей оксида цинка, иммобилизованного на синтетическом цеолите. Обоснована эффективность использования синтетических алюмосиликатов в качестве носителя оксида цинка. Доказана возможность направленного воздействия на процессы структурообразования известковых отделочных растворов за счет введения добавок оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах, способствующих повышению прочности, снижению количества свободной извести, что позволяет проектировать строительные растворы с заданными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Разработан состав сухой известковой смеси, предназначенный для отделочных работ, и содержащий известь-пушонку, перлитовый песок марки М150, белый цемент, добавку оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах, пластификатор Melflux 1641F, редиспергируемый порошок VINNAPAS 8031H, гидрофобизатор Zincum-5. Отделочный слой на основе разработанной смеси обладает свойствами самоочищения и характеризуется следующими показателями: адгезионная прочность $R_{адг} = 0,38$ МПа, когезионная прочность $R_{ког} = 0,39$ МПа, коэффициент паропроницаемости $\mu = 0,18$ мг/(м·ч·Па), коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,179$ Вт/(м² ·°С), коэффициент размягчения 0,78, прочность при сжатии $R_{сж} = 4,75$ МПа. Разработаны технологическая схема производства известковой сухой строительной смеси и проект стандарта организации СТО «Самоочищающиеся известковые покрытия с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Технические условия».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Теоретические и экспериментальные результаты диссертационного исследования, выводы и рекомендации, сформулированные автором, свидетельствуют о возможности их применения на предприятиях по производству сухих строительных смесей. Промышленные испытания и внедрение разработанной технологии были успешно проведены на производственной базе предприятия ООО РСУ «Спецработ» (г. Пенза)

Теоретические положения диссертационной работы, а также результаты экспериментальных исследований могут быть рекомендованы к использованию в учебном процессе при составлении лекционных курсов, лабораторных и

практических занятий, научно-исследовательских работ студентов по направлению «Строительство».

Соответствие работы паспорту научной специальности

Представленная работа соответствует паспорту научной специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия в части п. 1. Разработка и развитие теоретических и методологических основ получения строительных материалов неорганической и органической природы с заданным комплексом эксплуатационных свойств, в том числе специальных и экологически чистых; п. 4. Разработка и развитие теории формирования прочности и разрушения композиционных строительных материалов под действием различных эксплуатационных факторов; п. 10. Разработка новых и совершенствование существующих методов повышения стойкости строительных материалов, изделий и конструкций в условиях воздействия физических, химических и биологических агрессивных сред на всех этапах жизненного цикла; п. 13. Разработка материалов и технологий для строительства, реконструкции и санации зданий и сооружений в различных климатических условиях с учетом сопротивляемости температурно-влажностным и другим факторам; п.15. Развитие теоретических основ и технологии получения вяжущих композиций и сухих строительных смесей различного назначения.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

В процессе обсуждения работы сделаны следующие замечания.

1. В разделе 3.1 приводятся результаты исследования влияния добавок на основе аморфных алюмосиликатов на свойства известкового композита, однако не расшифровано, что понимается под известковым композитом. При планировании двухфакторного эксперимента для оптимизации параметров синтеза алюмосиликатной добавки в качестве одного из входных параметров выбрано «соотношение твердая:жидкая фаза», однако не понятно, что имеется в виду под твердой и жидкой фазой, относится это только к соотношению компонентов добавки, или всего известкового композита?

2. На рис. 3.1 присутствует пиковое изменение свойств известкового композита в очень узком диапазоне входных параметров. Как это можно объяснить?

3. В разделе 3.3 говорится о результатах исследований кислотно-основных свойств поверхности алюмосиликатной добавки, но сами результаты не приводятся.

4. Не понятно, почему автор выражает удельную поверхность оксида цинка в $\text{м}^2/\text{г}$, а не в $\text{м}^2/\text{кг}$. И как в течение 3,5 часов помола в планетарной

мельнице была достигнута такая высокая степень измельчения ($8,5 \text{ м}^2/\text{кг}$), не происходила ли агрегация частиц.

5. В описании фазового состава алюмосиликатной добавки на основании РФА (рис. 3.2) сказано, что он представлен кристаллическим кварцем, алюмосиликатами натрия и аморфным алюминатом натрия, однако не уточняется состав алюмосиликатов. То же самое касается РФА известкового композита с разработанной добавкой, не уточняется состав гидросиликатов и гидроалюминатов кальция. Также возникает вопрос, за счет чего в составе были синтезированы гидросиликаты кальция, почему нет соединений, содержащих натрий?

6. На с. 75 сказано: «Проводили сравнительные исследования влияния добавки на основе аморфных алюмосиликатов и добавок диатомита, и микрокремнезема на процессы структурообразования известковых систем (таблица 4.2)». В таблице 4.2 приведено влияние алюмосиликатной добавки на pH жидкой фазы известковой системы, исследование именно структурообразования отсутствует. Не понятно также с какой целью приведены данные исследования.

7. Не понятно, для чего приводятся данные о тепловыделении при твердении известкового композита с добавкой и без добавки, так как ни каких выводов на основании этого не сделано.

8. Автор не привел четких составов образцов, результаты исследований которых приведены в таблице 4.5, таблице 4.6, на рисунке 4.8. Можно лишь догадаться, что образцы содержали 10 % добавки и 15 % перлитового песка, по сделанным ранее в тексте выводам. Но тогда не понятно, почему в таблице 4.9 указано количество добавки 5 %.

Отмеченные замечания не снижают значимости представленных автором результатов и общей положительной оценки диссертационной работы Рыжова Антона Дмитриевича.

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

Диссертационная работа Рыжова Антона Дмитриевича на тему «Самоочищающиеся известковые покрытия с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов» является самостоятельно выполненной актуальной научно-квалификационной работой. Она содержит научную новизну, практическую ценность и в ней на основе выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические решения, обеспечивающие получение известковых самоочищающихся покрытий фасадов зданий. Указанные решения имеют существенное значение для развития

строительного материаловедения. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с существующими требованиями. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук; отвечает критериям пункта 2.2 раздела II (кандидатская) Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН (протокол № УС-1 от 22.01.2024 г.), а ее автор, Рыжов Антон Дмитриевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Естественные науки и техносферная безопасность» «23» марта 2026 г. ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (протокол №10 от 23.03.2026).

Результаты голосования: «за» 11 чел., «против» 0 чел., воздержался 0 чел.

Отзыв составил: и.о. заведующего кафедрой «Естественные науки и техносферная безопасность», доктор технических наук (2.1.5. - Строительные материалы и изделия), доцент

«23» марта 2026 г.



Красильников Игорь Викторович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет»

153000, Центральный федеральный округ, Ивановская область, г. Иваново, Шереметевский пр-т, 21

E-mail: rector@ivgpu.ru.

Тел.: +7 (4932) 32-85-45