

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу 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 оглавления, введения, пяти глав, заключения, списка литературы, двух приложений, содержащая 186 страниц машинописного текста, 37 рисунков и 49 таблиц. Список литературы включает 194 наименований.

- автореферат диссертации объемом 28 страниц.

Актуальность диссертационной работы

Отделочные строительные материалы являются важной составной частью всего комплекса материальных ресурсов современной стройиндустрии. Современные тенденции строительства предъявляют высокие требования к качеству отделки строительных конструкций. Декоративная поверхность фасадов зданий подвержена загрязнению вследствие негативного воздействия окружающей среды. Применение отделочных материалов, обладающих способностью к самоочищению, имеет высокий потенциал для повышения экономического эффекта вследствие снижения эксплуатационных расходов, связанных с обслуживанием фасадных конструкций и поддержанием их внешней чистоты.

Целью диссертационного исследования является разработка научно обоснованного технологического решения, обеспечивающего получение известковых самоочищающихся покрытий фасадов зданий, заключающегося в использовании в рецептуре смесей сухих строительных смесей в качестве добавки фотокаталитического и структурирующего действия оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах.

Общая характеристика работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, связанная с разработкой самоочищающихся известковых покрытий с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Изложены цель, задачи, научная новизна и положения, выносимые на защиту, определена практическая значимость ожидаемых результатов.

В первой главе представлен обзор существующих известковых составов, применяемых для отделки и реставрации объектов исторической застройки. Рассмотрены причины разрушения отделочного слоя стен зданий. Значительное внимание уделено применению модифицирующих добавок, а именно аморфных алюмосиликатов в рецептуре известковых отделочных

составов. Их введение интенсифицирует процессы твердения за счет химического взаимодействия с известью, что обеспечивает ускоренное структурообразование и повышение прочности и водостойкости композита. Проведенный анализ патентных и научных источников выявил недостаточную изученность применения синтетических цеолитов в рецептурах известковых строительных смесей. Отсутствуют данные о механизме их взаимодействия с вяжущим и закономерностях формирования структуры композита. Указанные пробелы определяют необходимость исследования добавок на основе аморфных алюмосиликатов, сочетающих фотокаталитические и структурообразующие характеристики, для модификации известковых сухих строительных смесей.

В работе исследована возможность применения в качестве фотокаталитической добавки оксида цинка ZnO, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах.

Во второй главе описаны характеристики используемых материалов и методы исследования. Приведены алгоритмы статистической обработки результатов испытаний.

Третья глава посвящена технологии синтеза добавки на основе аморфных алюмосиликатов для известковых сухих строительных смесей. Рассмотрены закономерности и установлены оптимальные параметры синтеза – температура смеси 60 °С, 90 минут при введении микродисперсных порошков алюминия марки ПАП-1 в натриевое жидкое стекло с модулем 2,9. Выявлен оптимальный состав добавки на основе аморфных силикатов с фотокаталитическим эффектом со следующим соотношением компонентов – алюминиевая пудра: жидкое стекло: вода: ZnO = 1: 8: 14: 2.

Изучен гранулометрический состав, определена истинная (2100 кг/м³) и насыпная (550 кг/м³) плотность разработанной добавки. Выявлено, что в оксидном составе алюмосиликатной добавки преобладают оксиды алюминия (51,03 %). Минеральный состав образца добавки на основе алюмосиликатов представлен кристобалитом и алюмосиликатами натрия; аморфная фаза (алюминат натрия) составляет 83%.

Диссертантом предложено применять синтезированные алюмосиликаты для иммобилизации частиц фотокатализатора (оксид цинка). Выявлены закономерности изменения фотокаталитической активности оксида цинка в зависимости от его удельной поверхности. Несмотря на повышение фотокаталитической активности с увеличением удельной поверхности от 5,9 до 8,5 м²/г, для дальнейшего анализа рекомендовано использование оксида цинка с $S_{уд.}=6,2$ м²/г.

Четвертая глава посвящена исследованию структурообразования известковых композитов с добавкой на основе аморфных алюмосиликатов. Установлено, что введение добавки, синтезированной в присутствии ZnO, в известковую систему приводит к незначительному снижению pH жидкой фазы. 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 предела прочности при сжатии образцов в возрасте 28 суток воздушно-сухого твердения.

Методом рентгенофазового анализа выявлено, что введение в рецептуру известкового состава добавки на основе аморфных алюмосиликатов способствует увеличению количества химически связанной извести на 68,6 %.

Рыжовым А.Д. установлены закономерности изменения реологических и технологических свойств известковых растворных смесей в зависимости от рецептурно-технологических факторов. Выявлен водоредуцирующий эффект пластифицирующих добавок различных видов, в том числе на основе поликарбоксилатных эфиров и модифицированных лигносульфонатов натрия. Установлено оптимальное содержание пластифицирующей добавки и релаксационных порошков Neolith P4400, VINNAPAS 5044N, VINNAPAS 8031H и Mowilith PulverDM. Выявлено, что совместное введение пластифицирующих и модифицирующих добавок в рецептуру известковых сухих строительных смесей способствует повышению водоудерживающей способности составов до 99,2 %.

Пятая глава содержит результаты оценки стойкости покрытий на основе разработанного известкового состава. Показано, что прочность сцепления на сдвиг растворного слоя образца, испытанного в сухом состоянии при температуре 20 °С, составляет 0,2 МПа.

Установлено, что в соответствии с итальянским национальным стандартом UNI 11259 и российским ГОСТ Р 57255–2016 известковое покрытие с применением фотокатализатора оксида цинка, иммобилизованного на синтетическом цеолите, проявляет фотокаталитическую активность. Измерение краевого угла смачивания поверхности покрытий, загрязнённых олеиновой кислотой, до и после облучения ультрафиолетовым светом показало, что использование оксида цинка, иммобилизованного на синтетической алюмосиликатной добавке, способствует развитию фотоиндуцированной супергидрофильности.

Изучено влияние растворного слоя на основе разработанной рецептуры на тепловлажностное состояние ограждающих конструкций. Установлено, что использование разработанного состава в качестве наружной штукатурки приводит к образованию на 71% меньшего количества конденсата по сравнению с использованием в качестве штукатурки известково-песчаных составов.

Проведено сравнение разработанного состава и покрытия на его основе с тремя видами прототипов (сухая цементно-перлитовая штукатурная смесь «Перлитка ШТ-4»; теплоизоляционная штукатурная смесь UF-2 ТМ «УМКА»; фасадная цементная теплоизоляционная штукатурка КНАУФ-Грюнбанд) по комплексу технологических и эксплуатационных свойств. Показано, что по показателям прочности сцепления, когезионной прочности разработанный состав превосходит прототипы.

Разработан проект стандарта организации «Самоочищающиеся известковые покрытия с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Технические условия». Указаны области применения разработанного состава, приведены результаты расчета технико-экономической эффективности.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

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

Цели и задачи, поставленные автором в диссертационной работе, сформулированы грамотно. Выводы по главам и заключение научно обоснованы и отражают суть выполненных исследований. Определены перспективы дальнейших исследований.

Научная новизна исследования заключается в разработке научно обоснованного технологического решения, обеспечивающего получение известковых самоочищающихся покрытий фасадов зданий. Достижение поставленной цели достигается за счет целенаправленного использования в рецептуре самоочищающихся известковых составов оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах.

Установлено 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 фотокатализатора на реологические и структурные характеристики известковых штукатурных систем. Установлено, что использование синтезируемой добавки приводит к интенсификации процессов гидратации, что проявляется в увеличении доли химически связанной извести (до 68,59 %) и активизации процесса образования гидросиликатов и гидроалюминатов кальция. Выявлено влияние добавки оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах, на кинетику отверждения известковых покрытий. Определена оптимальная массовая доля добавки, составляющая 10% от массы вяжущего.

Результаты работы прошли апробацию на конференциях различного уровня. Сформулированные соискателем в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени подтверждаются результатами экспериментальных исследований.

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

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Автором выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований по изучению особенностей формирования структуры и свойств известкового композита с добавкой фотокатализатора. Достигнуто повышение прочности, снижение количества свободной извести,

получены новые данные, позволяющие проектировать известковые строительные растворы с заданными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Дополнены теоретические представления о методах создания фотокаталитически активной поверхности известковых самоочищающихся покрытий при введении в состав штукатурных смесей оксида цинка, иммобилизованного на синтетическом цеолите.

Теоретические положения и практические результаты, полученные в диссертационном исследовании, позволили автору разработать состав сухой известковой смеси, предназначенной для отделочных работ, и содержащий известь-пушонку, перлитовый песок марки М150, белый цемент, добавку оксида цинка, иммобилизованного на синтетических алюмосиликатах, пластификатор Melflux 1641F, ретиспергируемый порошок VINNAPAS 8031H, гидрофобизатор Zincum-5. Отделочный слой на основе разработанной смеси обладает свойствами самоочистки и характеризуется следующими показателями: адгезионная прочность 0,38 МПа; когезионная прочность 0,39 МПа; коэффициент паропроницаемости 0,18 мг/(м·ч·Па); коэффициент теплопроводности 0,179 Вт/(м²·°С); коэффициент размягчения 0,78; предел прочности при сжатии 4,75 МПа.

Результаты исследования имеют практическую значимость как для производства, так и для учебного процесса. В частности, теоретические и экспериментальные результаты диссертационной работы рекомендуются для внедрения в учебный процесс для подготовки бакалавров по направлению «Строительство». Практическая значимость исследования для производства заключается в разработке проекта СТО «Самоочищающиеся известковые покрытия с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Технические условия», а также рецептуры и технологии изготовления известковой сухой строительной смеси с добавкой оксида цинка, иммобилизованного в процессе синтеза на алюмосиликаты. Разработки рекомендуются к внедрению на предприятиях по производству сухой строительной смеси.

Основные результаты и выводы диссертационной работы изложены в 20 научных работ, в том числе 14 научных работ опубликовано в журналах, включенных в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук». Шесть работ опубликованы в сборниках трудов конференций, индексируемых в международной реферативной базе данных и системе цитирования Scopus. Техническая новизна решений подтверждена патентом РФ на изобретение.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Теоретические и экспериментальные результаты диссертационного исследования, выводы и рекомендации, сформулированные автором, свидетельствуют о возможности их применения при отделке и реставрации стен зданий. Проект СТО «Самоочищающиеся известковые покрытия с применением добавки на основе аморфных алюмосиликатов. Технические условия», а также

рецептуру и технологию изготовления известковой сухой строительной смеси с добавкой оксида цинка, иммобилизованного в процессе синтеза на алюмосиликаты, рекомендуется внедрить на предприятиях по производству сухих строительных смесей.

Теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований могут быть рекомендованы для внедрения в учебный процесс при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Строительство».

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям

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

По диссертационной работе возникло несколько вопросов и замечаний:

1. Из работы не совсем понятна целесообразность исследования адгезионных характеристик разработанных покрытий, в том числе после замораживания, к цементно-песчаным основаниям (параграф 5.3 диссертации), если в разделе 5.5 при проведении теплотехнических расчетов в качестве материала несущей конструкции указан керамзитобетон плотностью 1400 кг/м^3 . Также, на мой взгляд, в параграфе 5.5 следовало бы разделить внутреннюю и внешнюю штукатурки, так как целесообразность использования самоочищающихся покрытий внутри помещений сомнительна;

2. На страницах 52-53 диссертации приведено полиномиальное уравнение (формула 3.1) с некорректными значениями коэффициентов и трехмерная поверхность, отражающая изменение предела прочности при сжатии (рис. 3.1) известкового композита в зависимости от варьируемых факторов (соотношение

Ж:Т; длительность процесса синтеза добавки). Хотелось бы уточнить, по какому именно уравнению построена данная трехмерная зависимость и чем объясняется резкое снижение прочности (или это ошибка в расчетах) на уровне около Ж:Т=0,08 и t=90 минут. Чем объясняется наличие повторных значений (например, 4 раза 0,07 и т.д.) в подписях оси «Соотношение Ж:Т»?

3. В тексте диссертации отсутствует информация об используемой УФ-лампе и ее характеристиках. Судя по данным, представленным на рис. 5.2 – 5.4 диссертации и на рис. 10 автореферата, оценка изменения цветовой окраски поверхности самоочищающегося известкового покрытия после нанесения растворов родамина Б и метиленового синего проводилась на различных образцах (судя по распределению поровой структуры), что, на мой взгляд, не вполне корректно. Сколько параллельных образцов исследовалось в одной экспериментальной точке? Представленные в таблицах 5.1 и 5.2 значения получены по итогам статистической обработки всей совокупности параллельно исследуемых образцов или они получены по одному образцу, изображение которого представлено на рис. 5.2, 5.3.

4. Вызывает вопросы целесообразность графического представления изменения температуры в процессе структурообразования известковой системы (рис. 4.3 диссертации), увеличение показателя в ходе которого не превышает 0,6 °С.

5. В тексте диссертации встречаются не вполне корректные формулировки, опечатки и ошибки (например, формула 2.12, подпись к рис. 5.3, В/И=5,0 в таблице 4.4 и т.д.). На ряде рисунков отсутствуют экспериментальные точки, что затрудняет анализ представленных данных. Кроме того, для ряда стандартных графических зависимостей используются разные варианты представления (например, для описания нарастания пластической прочности, рисунки 4.4 – 4.7; оптической плотности, рисунки 3.5 – 3.8), что вызывает вопросы в плане единообразия используемого оборудования. Также хотелось бы обратить внимание соискателя на число значений представленных показателей (табл. 4 автореферата и др.)

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

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

Диссертационная работа Рыжова Антона Дмитриевича 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.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук
(научная специальность 05.23.05
«Строительные материалы и изделия»),
профессор, директор института архитектуры и
строительства ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва»

Низина
Татьяна
Анатольевна
27.03.2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва».

Адрес: 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68

Телефон: +7 (917) 993-63-89

Электронная почта: nizinata@yandex.ru

