

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента Акуловой Марины Владимировны на диссертационную работу Зайцевой Марии Владимировны «Обеспечение качества известковых составов для отделки и реставрации стен зданий», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

### **Актуальность темы исследования**

Применяемые для реставрации и отделки стен зданий известковые составы на сегодняшний день не удовлетворяют требованиям к уровню качества покрытий. Для повышения стойкости известковых покрытий в рецептуру вводят различные модифицирующие добавки, в частности, кремнеземсодержащие. Представляет практический интерес применение в известковых составах полисиликатного раствора, однако, зависимость свойств известковых композитов от особенностей полимерного строения полисиликатных растворов пока что изучена недостаточно, что может привести к невоспроизводимости технологических параметров производства.

Одним из вариантов гарантии определенного уровня качества известковых покрытий является наличие показателя достоверности в нормативных документах при контроле качества. Из-за отсутствия в существующей нормативной документации показателя достоверности контроля имеется некая неопределенность суждения о качестве покрытия. Разработка рецептуры известковых отделочных составов с учетом анализа достоверности показателей качества покрытий позволит контролировать качество уже на стадии проектирования.

В связи с этим, решение задач, поставленных в диссертационном исследовании М.В.Зайцевой, целью которого является разработка научно обоснованного технологического решения повышения эксплуатационных свойств известковых составов и покрытий на их основе с гарантированным уровнем качества, весьма актуально и своевременно.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 174 страницах машинописного текста, включающего 34 таблицы, 22 рисунка, списка литературы из 183 наименований, 2 приложений

**В первой главе** соискателем отмечается, что действующие в настоящее время научно-технические и нормативные документы не содержат сведений, касающихся требований безопасности продукции, соответственно отсутствуют гарантии оценки уровня качества продукции. Получаемая в результате контроля информация содержит неопределенность. Объективность контроля качества изделия находится в непосредственной зависимости от достоверности

результатов измерения. Значительное внимание уделено репрезентативности выборки при проведении контроля качества. В настоящее время в действующих нормативных документах, регламентирующих контроль качества строительной продукции, объем выборки описан без учета уровня дефектности продукции и риска потребителя. В связи с этим выводы или решения о качестве изделий могут оказаться ошибочными. Исходя из этого, высокую актуальность приобретает задача оценки рисков, решение которой позволит гарантировать потребителю качество изделий, а производителю снизить издержки и укрепить позицию на рынке.

Проанализировано состояние вопроса о применении известковых составов при реставрации и отделке стен зданий. Отмечается, что отделка и реставрация исторических зданий вызывает затруднения по причине несовместимости известковой штукатурки исторического покрытия с современными отделочными материалами. Несмотря на наличие значительного количества известковых составов российского и зарубежного производства, представленных на рынке отделочных материалов, подавляющее большинство производителей использует иностранное сырье. Однако даже для российских производителей характерна высокая зависимость от иностранных компонентов и добавок, составляющих значительную долю себестоимости готовой продукции.

В работе рассмотрено применение различных отечественных и зарубежных добавок, применяемых для повышения эксплуатационной стойкости известковых покрытий. Отмечается, что в настоящее время рынок поступает значительное число кремнеземсодержащих добавок, используемых как в известковых, так цементных композитах. Представляет практический интерес применение в известковых составах для реставрации и отделки стен зданий полисиликатного раствора. Присутствие олигомерных и мономерных форм кремнекислородных анионов в составе полисиликатного раствора обеспечивают его реакционную способность в ходе взаимодействия с известью. Однако, многие вопросы применения полисиликатного раствора в рецептуре известкового состава, предназначенного для реставрации и отделки стен зданий, не раскрыты.

**Во второй главе** описаны характеристика материалов и методы исследования.

**Третья глава** посвящена разработке методологического подхода при разработке рецептуры известкового состава, покрытия на основе которого обладают гарантированным уровнем качества

Отмечается, что на достоверность контроля качества оказывает влияние число контролируемых параметров. При числе контролируемых параметров более 10 достоверность контроля ниже нормативного значения, равного 95%. По мнению диссертанта, следует снижать вариативность показателей качества покрытий. Автором проанализирована зависимость вариативности показателей качества покрытий от вариативности показателей качества компонентов рецептуры. На примере отделочной смеси CemPlast разработана математическая модель среднеквадратического отклонения (СКО) прочности

при сжатии покрытия от СКО активности цемента. Пользуясь предлагаемой моделью, можно уточнить требования к СКО показателям качества сырья.

Зайцевой установлено несоответствие между количеством образцов, указанных в нормативной документации, и расчетными данными объема выборки с учетом риска производителя и потребителя. Предложено объем выборки определять с учетом показателя достоверности контроля

Проанализировано влияние настройки технологического процесса производства, а именно, от его статистической стабильности и воспроизводимости на показатели достоверности контроля.

**Четвертая глава** посвящена разработке рецептуры известкового состава с применением полисиликатного раствора. Определено оптимальное содержание полисиликатного раствора, составляющее 1 % от массы извести. Проанализировано физико-химическое взаимодействие извести с полисиликатным раствором. Рассмотрено строение полисиликатного раствора. Отмечается, что прочность известкового камня возрастает при увеличении в полисиликатном растворе кремнийкислородных анионов в мономерной форме. Полисиликатный раствор с меньшей степенью полимеризации проявляет большую активность взаимодействия с известью. Установлено оптимальное время созревания полисиликатного раствора, составляющее 1–4 часа с момента приготовления.

По мнению соискателя, повышение прочности известковых композитов при введении добавки полисиликатного раствора обусловлено наличием дополнительных химических образований. Для подтверждения полученных результатов в работе был проведен рентгенофазовый и дифференциально-термический анализ. Данные результатов рентгенофазового и дифференциально-термического анализа, результаты определения свободной извести, данные структуры, полученные с помощью электронного микроскопы позволяют утверждать, что наиболее вероятным механизмом, обуславливающим процесс твердения, является образование кальцита, гидратных фаз, близких по химическому составу к гидросиликату кальция  $C-S-H(I)$ , гидросиликата кальция-натрия и портландита.

При разработке рецептуры известкового состава проанализировано влияние наполнителя на прочность при сжатии известкового композита. Установлено, что прочность при сжатии известковых композитов с применением в качестве наполнителя микрокальцита выше и составляет в зависимости от соотношения «известь: наполнитель» 1,69–1,83 МПа, в то время как с применением маршалита – 1,39–1,53 МПа, кварцевого песка – 1,09 МПа.

Введение полисиликатного раствора в известковый состав с микрокальцитом приводит к повышению прочности при сжатии, составляющей 2,6 МПа при содержании добавки 1,0% от массы извести.

В диссертации отмечается, что вариативность показателя прочности известкового композита с применением в качестве наполнителя маршалита или песка выше по сравнению с вариативностью прочности композита на



микрокальцитовом наполнителе. Так, коэффициент вариации прочности композита на песке 10,3%, а на микрокальците 5–6,3%.

Была проанализирована достоверность определения прочности известковых композитов. Результаты расчетов свидетельствуют, что достоверность контроля прочности композитов составляет 0,9596–0,9999.

При исследовании реологических свойств известковых составов автором установлен синергетический эффект влияния полисиликатного раствора, полученного смешением жидкого стекла и золя кремниевой кислоты, на структурообразование известковых составов, проявляющийся в ускорении набора пластической прочности.

Диссертантом определено, что введение в состав известкового композита добавки полисиликатного раствора способствует повышению устойчивости к сползанию отделочного слоя. Идентифицировано значение оптимальной толщины отделочного слоя на уровне 20 мм, при котором не происходит сползания с вертикальной поверхности.

**В пятой главе** приведены результаты оценки эксплуатационной стойкости покрытий на основе разработанного состава. Оценена стойкость к отслаиванию отделочных слоев на основе разработанного состава. Определено, что показатели прочности сцепления при данных значениях варибельности прочности сцепления и касательных напряжений обеспечивают стойкость к отслаиванию отделочного слоя. Коэффициент запаса прочности сцепления составляет 4,49 - 6,25 в зависимости от вида применяемой подложки.

Оценена морозостойкость покрытий, составляющая F35. Представлены результаты производственной апробации разработанного состава. Зайцевой М.В. разработан проект стандарта организации ООО НПК «Коломенские краски» «Известковые строительные смеси с применением добавки полисиликатного раствора. Технические условия». Определены технико-экономические показатели производства строительной смеси с применением добавки полисиликатного раствора.

**В заключении** сформулированы общие выводы по результатам исследования, даны рекомендации по их использованию, а также указаны перспективы дальнейшей разработки темы. Содержание глав полностью соответствует выносимым на защиту положениям.

### **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в работе, являются теоретически обоснованными и экспериментально подтвержденными. Исследования, проведенные автором в рамках заявленной в диссертации темы, являются достаточными по объему и составу, содержат аргументацию выбора варианта решения на каждом этапе работы. Результаты диссертационной работы согласуются с фундаментальными основами строительного материаловедения.

Достоверность результатов исследований подтверждена обоснованными теоретическими и экспериментальными исследованиями, обширным объемом

исследований с применением сертифицированного и поверенного научно-исследовательского оборудования, сравнением с результатами, полученными другими авторами, сходимостью теоретических и экспериментальных исследований.

По теме диссертации опубликовано 23 научные работы, в том числе 14 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых изданий ВАК РФ, 4 статьи опубликованы в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus. Новизна технических решений подтверждена патентом РФ. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

### **Научная новизна**

Соискателем обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение повышения эксплуатационных свойств известковых составов и покрытий на их основе с гарантированным уровнем качества, заключающегося в применении в рецептуре известкового состава добавки полисиликатного раствора, а также дополнения системы контроля качества показателями достоверности. Содержащиеся в полисиликатном растворе кремнийкислородные анионы в мономерной форме обеспечивают взаимодействие с известью с образованием дополнительно гидросиликатов кальция-натрия, гидратных фаз, близких по химическому составу к С-S-H (I). Установлено повышение прочности известкового композита с увеличением содержания в полисиликатном растворе кремнийкислородных анионов в мономерной форме.

Выявлен синергетический эффект влияния полисиликатного раствора, полученного смешением жидкого стекла и золя кремниевой кислоты, на структурообразование известковых составов, проявляющийся в ускорении набора пластической прочности, повышении прочности при сжатии.

### **Теоретическая и практическая значимость диссертации**

Автором выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований по изучению целесообразности применения в известковых составах полисиликатного раствора. Соискателем обоснована возможность получения известковых составов и покрытий на их основе с гарантированным уровнем качества за счет проведения контроля, учитывающего показатели достоверности и репрезентативности выборки, а также снижения вариативности показателей качества компонентов рецептуры.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

- разработан известковый состав, предназначенный для отделки и реставрации стен зданий. Покрытие на основе разработанного известкового состава характеризуется следующими показателями: прочность сцепления  $R_{адг} = 1,2$  МПа, прочность при сжатии 3,5 МПа, коэффициент паропроницаемости  $\mu =$

0,061 мг/(м·ч·Па), морозостойкость F35, водопоглощение по массе  $W_T = 53\%$ , усадочные деформации  $\varepsilon = 0,0342\%$ .

- разработан проект стандарта организации ООО НПК «Коломенские краски» «Известковые строительные смеси с применением добавки полисиликатного раствора. Технические условия» и технологическая схема производства известкового состава.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Методы и подходы, использованные в диссертационном исследовании, а также результаты и выводы рекомендуются к использованию на предприятиях по выпуску известковых строительных смесей с добавкой полисиликатного раствора.

Теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований предлагается использовать в учебном процессе для подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство», магистров по направлению 08.04.01 «Строительство».

### **Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы**

1. В работе не представлены результаты изменения поровой структуры покрытия.
2. Не оценена стойкость покрытий на основе предлагаемого состава к образованию трещин.
3. Не проведен анализ адгезии разработанного покрытия к другим основаниям, например кирпичным.
4. не показано влияние полисиликатной добавки на водостойкость покрытия.

.В тексте диссертационной работы присутствуют немногочисленные грамматические и стилистические ошибки.

Отмеченные замечания не снижают значимости представленных автором результатов и общей положительной оценки работы Зайцевой Марии Владимировны.

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

Диссертационная работа Зайцевой Марии Владимировны 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 повышение эксплуатационных свойств известковых составов и покрытий на их основе с гарантированным уровнем качества. Указанные решения имеют существенное значение для развития строительного материаловедения.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждения ученых степеней» и Критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней, утвержденным «Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ», утв. ректором ПНИПУ от 09 декабря 2021 г., а ее автор, Зайцева Мария Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Я, Акулова Марина Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Зайцевой Марии Владимировны, и их дальнейшую обработку.

**Официальный оппонент:**

доктор технических наук  
(05.23.05), профессор,  
заведующий кафедрой  
архитектуры и строительных  
материалов  
ФГБОУ ВО «Ивановский  
государственный  
политехнический университет»

Акулова Марина Владимировна

Тел.: 8 963 152 45 66

E-mail: m\_akuljva@mail.ru

4 сентября 2023 г.

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

Адрес университета: 153000, г. Иваново, проспект Шереметьевский, д. 21.

Подпись Акуловой Марины Владимировны заверяю

Ученый секретарь  
Ученого совета

Зайцева Наталья Александровна

