

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ФГБОУ ВО «Национального
исследовательского Московского
государственного строительного
университета» (НИУ МГСУ)

доктор технических наук, доцент.

Тер-Мартirosян А.З.

2025г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» на диссертационную работу **Кийко Полины Игоревны** на тему **«Фасадные самоочищающиеся материалы на основе гипсо-цементно-пуццоланового вяжущего с применением красного гипса»**, представленную в диссертационный совет 24.2.510.01, созданный на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Важнейшей задачей строительного материаловедения является использование экономичного и экологичного сырья, чем являются техногенные отходы. Повышение доли рециклинга отходов ведёт к устойчивому развитию, снижению нагрузки на экосистемы и открывает новые возможности для промышленности строительных материалов. В настоящее время перспективны разработки новых инновационных строительных материалов, в частности, фотокаталитически активных, обладающих способностью к самоочищению и стойкостью к биологической коррозии. Такие инновационные строительные материалы успешно получают с применением фотокаталитически активных добавок, однако их широкое распространение ограничено высокой стоимостью. Использование отходов для производства самоочищающихся строительных материалов не только соответствует тенденциям развития отрасли, но и делает самоочищающиеся материалы более доступными.

В связи с этим диссертационная работа Кийко Полины Игоревны, основанная на изучении отходов с примесями, являющимися фотокаталитически активными соединениями, и разработке фасадных материалов на их основе, обладающих высокими техническими характеристиками, является современной и актуальной, что свидетельствует о соответствии работы требованиям ВАК к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

2. Структура и содержание работы

Для отзыва предоставлены автореферат и диссертация, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 174 страницах машинописного текста, включает 54 рисунка, 53 таблицы, 4 приложения и содержит список литературы из 135 наименований.

Во введении соискателем обоснована актуальность выбранной темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, научная новизна и практическая значимость исследований, показана степень достоверности полученных результатов, приведены данные об апробации и внедрении результатов работы.

В первой главе автором на основании анализа значительного объема отечественной и зарубежной литературы освещено развитие области самоочищающихся материалов, ее достижения и вопросы, требующие большего изучения, раскрыт вопрос измерения фотокаталитической активности минеральных строительных материалов, влияние структуры и свойств материалов на процесс самоочищения. Также описаны гипсовые отходы и содержащиеся в них примеси, потенциально обладающие фотокаталитической активностью, а также приведены принципы создания гипсо-цементно-пущофанового вяжущего и материалов на его основе.

Во второй главе описаны применяемые материалы, а также методы исследования, в частности подробно представлены применяемые методы исследования способности к самоочищению, показана необходимость корректировки имеющихся методов, связанная с различиями в структуре материалов, описаны скорректированные методики и влияние шероховатости поверхности на самоочищающуюся способность у гипсосодержащих материалов.

Третья глава работы посвящена исследованию отходов производства – красного гипса, определен химический и фазовый состав отходов, предложена технология получения строительного красного гипса.

Исследована роль содержащихся в красном гипсе примесей для обеспечения способности к самоочищению, в результате выявлено снижение способности к самоочищению материалов с добавкой оксида титана анатазной модификации в присутствии железосодержащих добавок. При этом установлено, что при добавлении только гидроксида железа (до 3 %) несколько повышается способность к самоочищению. Показано, что способность к самоочищению строительного красного гипса отвечает требованиям для самоочищающихся материалов.

Четвертая глава диссертации посвящена разработке гипсо-цементно-пущофанового вяжущего (ГЦПВ) и материалов на основе строительного красного гипса. Для гипсо-цементно-пущофанового вяжущего на основе красного гипса определено оптимальное соотношение основных компонентов (красный гипс/портландцемент/микрокремнезем 55/33/12) для обеспечения прочности, водостойкости, способности к самоочищению и стабильности структуры во времени. На основе полученного ГЦПВ разработаны составы сухой строительной смеси для фасадных плиток и сухой штукатурной смеси. Также исследована способность к самоочищению разработанных материалов в условиях морозной агрессии, получена кривая снижения способности к самоочищению в зависимости от количества циклов замораживания-оттаивания в насыщенном водой состоянии.

В пятой главе соискателем рассмотрены вопросы технико-экономической эффективности разработанных материалов (экономия по стоимости сырья в 2,5-4,1 раза при использовании строительного красного гипса), представлена технологическая схема производства разработанных материалов.

Автореферат соответствует тексту диссертации, а публикации автора полно отражают содержание рецензируемой работы.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Для обоснования цели и задач исследования автор провела анализ отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационной работы. Основное внимание автор уделяет работе различных фотокатализаторов в строительных материалах, влияние состава и структуры материала на способность к самоочищению.

Обоснованность и достоверность полученных результатов исследования обеспечена системой проведенных исследований с использованием сертифицированного лабораторного оборудования и современных методов научных исследований. В случае измерения способности к самоочищению параллельно использовано несколько методик с учетом особенностей исследуемых материалов.

Результаты диссертационной работы согласуются с фундаментальными основами строительного материаловедения и гетерогенного фотокатализа.

4. Научная новизна

Соискателем научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения самоочищающегося отделочного материала на основе отходов производства – красного гипса, содержащего различные фотокаталитически активные примеси, в частности, оксид титана и гидроксид железа. Выявлено значительное влияние соединений железа на способность к самоочищению материалов, одновременно содержащих фотокаталитически активный оксид титана анатазной модификации, на 27-72% из-за увеличения степени рекомбинации пар электрон-дырка в процессе фотокатализа при совместной работе оксида титана и гидроксида железа. Доказано проявление фотокаталитической активности соединениями железа (в частности, гематитом).

Изучено влияние морозной агрессии на способность к самоочищению отделочных строительных материалов, представлена связь между снижением способности к самоочищению и количеством циклов замораживания-оттаивания разработанных материалов.

5. Научная и практическая значимость результатов диссертации

В работе рассмотрена система оценки самоочищающейся способности для материалов с различными цветом и пористостью. Для материалов красных оттенков предложены альтернативные красители, также отмечена важность контроля шероховатости самоочищающейся поверхности, что имеет большое значение для гипсосодержащих материалов.

Предложена технология подготовки шлама красного гипса и получения строительного красного гипса путем обжига и измельчения, сохраняя при этом

фотокаталитическую активность примесей – оксида титана и гидроксида железа, в наноразмерном виде и равномерно распределенных.

Обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение использования строительного красного гипса для получения самоочищающихся строительных материалов. Выявлено, что большое содержание примесных соединений в красном гипсе снижает эффективность примесного оксида титана по причине высокой степени рекомбинации образовавшихся пар электрон-дырок, но тем не менее концентрация, размерность и распределение оксида титана в красном гипсе обеспечивает достаточно высокую эффективность самоочищения искусственному гипсовому камню на его основе (62% по родамин-тесту).

Подробно изучено влияние различных комбинаций фотокаталитически активных веществ: анатаза и соединений железа на способность к самоочищению содержащих их материалов. Экспериментально доказано снижение эффективности самоочищения у материалов с анатазом в присутствии соединений железа.

Разработан состав гипсо-цементно-песчано-пуццоланового вяжущего с применением красного гипса с коэффициентом размягчения не менее 0,8, прочностью на сжатие не менее 4 МПа и способностью к самоочищению по родамин-тесту более 50%, что соответствует требованиям для самоочищающихся материалов.

Предложены составы отделочных самоочищающихся материалов на основе красного гипса – смеси для фасадных плиток и штукатурной смеси. Описано влияние рецептурных факторов (добавок-модификаторов и количества мелкого заполнителя) на физико-механические характеристики и поровую структуру. Смесь для плиток включает также мелкий заполнитель, водоредуцирующую добавку и замедлитель в оптимальных соотношениях, что обеспечивает достаточные технические характеристики – прочность на сжатие не менее 18 МПа, морозостойкость не ниже 50 циклов. Штукатурная смесь включает в себя мелкий заполнитель, водоредуцирующую добавку, замедлитель, редиспергируемый порошок, эфиры целлюлозы в оптимальных соотношениях, что обеспечивает достижение прочности не менее 10 МПа, морозостойкости не ниже 35 циклов, водоудерживающей способности не менее 98 %, прочности сцепления с бетонным основанием не менее 1 МПа.

Исследована способность к самоочищению под действием климатического фактора – морозной агрессии. Выявлено снижение эффективности самоочищения по причине микроразрушения поверхности и снижения концентрации фотокаталитически активных соединений. Показано, что требуемый уровень самоочищения обеспечен только до 0,5-0,6 циклов, соответствующих марке по морозостойкости. Соискателем предложено создание мелкоструктурной пористости для снижения негативного влияния воды при замораживании и оттаивании.

6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Работа обладает научной новизной, научной и практической ценностью, имеет перспективы дальнейшего развития, выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследований. В ней на основе выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технические решения по созданию фасадных самоочищающихся материалов с применением красного гипса.

Разработанный способ придания фасадным материалам способности к самоочищению имеет существенное значение для развития строительной отрасли.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований рекомендуются к использованию на предприятиях по выпуску мелкоштучных отделочных материалов и сухих строительных смесей. Методы и экспериментальные результаты по исследованию способности к самоочищению строительных материалов рекомендуются к применению разработчикам составов самоочищающихся строительных материалов.

Также диссертационная работа Кийко П.И. может быть использована в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Строительство».

8. Замечания

В процессе обсуждения работы возникли следующие замечания и вопросы:

1. В работе показано, что исходный красный гипс имеет достаточно значительный разброс по содержанию рутила и анатаза: от 3,9 до 5,7%, но не уточняется как при таком разбросе содержания фотокатализаторов обеспечивается стабильность самоочищающихся свойств материалов на основе красного гипса.

2. В работе получена марка по прочности строительного гипса Г2. При этом из текста диссертации не вполне понятно, по какой причине выбран именно традиционный способ получения гипса путем «варки», а не способ получения высокопрочного гипса α -модификации или ангидрита для повышения прочности.

3. Автор не указывает, как предполагается решать проблему палитры цветов отделочных материалов, если исходное вяжущее имеет красный оттенок.

4. Из текста пятой главы неясно, на сколько изменяется себестоимость красного строительного гипса по сравнению с вяжущим из природного сырья с учетом разницы в способах добычи и значительно более высокой исходной влажности при переработке.

Отмеченные замечания не снижают ценность работы, и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

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

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод о том, что диссертация Кийко Полины Игоревны на тему: «Фасадные самоочищающиеся материалы на основе гипсо-цементно-пущолоанового вяжущего с применением красного гипса» является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой на актуальную тему. Работа обладает научной новизной, научной и практической ценностью, имеет перспективы дальнейшего развития, выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов исследований.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

По новизне, уровню выполнения работы, объему, актуальности, научной и практической значимости работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует пунктам 9-14 Положения о присуждении

ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. с изменениями и дополнениями, а ее автор Кийко Полина Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия.

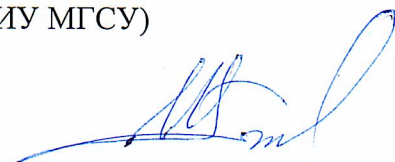
Диссертационная работа Кийко П.И. и отзыв ведущей организации заслушаны и одобрены на заседании кафедры «Строительное материаловедение» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» 17 апреля 2025 г. Протокол заседания № 17 от 17.04.2025 г.

Доктор технических наук по специальности 05.17.11 –
Технология силикатных и тугоплавких неметаллических
материалов
профессор, заведующий кафедрой
«Строительное материаловедение»
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет» (НИУ МГСУ)



Самченко
Светлана Васильевна
«17» 04 2025г.

Кандидат технических наук по специальности 05.16.09 –
Материаловедение (строительство), доцент, доцент кафедры
«Строительное материаловедение»
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет» (НИУ МГСУ)



Козлова
Ирина Васильевна
«17» 04 2025г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26
Тел.: +7 (495) 781-80-07
<http://mgsu.ru>
E-mail: kanz@mgsu.ru

поручен Самченко С.В., Керовой Ч.В.
заверено

Ч.О. Макарышкин УИИ  Ч.О. Яковлева

