

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Недосеко Игоря Вадимовича на диссертационную работу Кийко Полины Игоревны на тему «Фасадные самоочищающиеся материалы на основе гипсо-цементно-пущоланового вяжущего с применением красного гипса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

На отзыв предоставлены диссертация и автореферат. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и приложений, изложена на 174 страницах машинописного текста, включает 54 рисунка, 53 таблицы, 4 приложения и содержит список литературы из 135 наименований. Автореферат полностью отражает результаты, представленные в диссертации.

Актуальность темы исследования

Глобальная проблема дефицита ресурсов, обусловленная интенсивным развитием современной цивилизации, проявляется в истощении природных, энергетических и трудовых резервов. В контексте материаловедения это актуализирует вопросы обеспечения долговечности и возобновляемости материалов. В промышленно развитых государствах, особенно в городах с высокой плотностью населения, особую остроту приобретают экологические вызовы, включая загрязнение атмосферного воздуха, что негативно отражается на здоровье населения и усугубляет экологическую ситуацию в целом. В связи с этим возникает насущная потребность во внедрении экологически безопасных технологий и материалов, способствующих снижению глобального загрязнения окружающей среды. Критически важным становится комплексный анализ эффективности материалов, учитывающий не только первоначальную стоимость и их эксплуатационный ресурс, но и экологический ущерб на всех стадиях жизненного цикла - от производства до утилизации. Традиционные фасадные отделочные материалы, помимо затрат на изготовление и нанесение, требуют регулярного обновления (преимущественно посредством окрашивания), что влечет за собой дополнительный расход материальных и трудовых ресурсов. В противовес этому, современные «умные» материалы, в частности фотокаталитические покрытия, демонстрируют принципиально новые функциональные характеристики: способность к самоочищению в течение всего периода эксплуатации, антимикробные свойства, а также способность к нейтрализации вредных атмосферных примесей в приповерхностном слое.

Помимо выраженного экологического эффекта, данные материалы обеспечивают значительные социально-экономические преимущества: исключение неудобств, связанных с ремонтными работами; экономию материальных ресурсов благодаря повышенной долговечности; отсутствие затрат на периодическое обновление покрытий. Решение проблемы высокой

стоимости фотокаталитических компонентов позволит сделать такие материалы высоко востребованными в сфере фасадных отделочных строительных материалов. Предлагаемая работа проведена в области «умных» материалов и посвящена созданию фасадных самоочищающихся материалов на основе гипсо-цементно-пущолоанового вяжущего с применением красного гипса.

Следовательно, диссертационная работа «Фасадные самоочищающиеся материалы на основе гипсо-цементно-пущолоанового вяжущего с применением красного гипса» Кийко Полины Игоревны, является актуальной и способствует решению современных проблем строительства, прежде всего в области отделочных работ.

Структура и содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, степень ее разработанности, сформулирована научная гипотеза, цель и задачи работы, указаны объект и предмет исследования, описана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология исследования, обозначены положения, выносимые на защиту, показана степень достоверности результатов, приведены сведения об апробации результатов, отражены личный вклад автора, указано количество публикаций по теме исследования, а также показано соответствие диссертации паспорту научной специальности.

В первой главе проведен аналитический обзор научных разработок отечественных и зарубежных авторов в области фотокаталитических, самоочищающихся строительных материалов, описаны проблемы измерения способности к самоочищению. Показана эффективность фотокатализаторов на основе анатаза и других фотокаталитически активных веществ, а также освещены вопросы совместного действия некоторых веществ. Далее автор на основе анализа литературных данных по составу и свойствам красного гипса выдвигает гипотезу о возможности его применения для фотокаталитических строительных материалов и обосновывает пути его переработки в гипсо-цементно-пущолоановое вяжущее и материалы на его основе, т.к. фотокатализ может идти только в уличных условиях из-за необходимости облучения солнечным светом с УФ-спектром. Уличные условия диктуют необходимость достижения гипсосодержащими материалами морозостойкости и водостойкости. Затем описываются вопросы получения гипсо-цементно-пущолоанового вяжущего и приводятся требования к фасадным материалам на его основе.

На основе проведенного аналитического обзора сформулирована цель работы, состоящая в разработке фасадных отделочных материалов на основе красного гипса, обладающих самоочищением за счёт железистых и титановых фотокаталитически активных примесей, и с повышенными

эксплуатационными характеристиками путем создания гипсо-цементно-пуццоланового камня вяжущего с мелкой структурной пористостью, а также определен круг задач для достижения поставленной цели.

Во второй главе представлен широкий спектр использованных в работе методов исследований: представительный пул физико-химических методов, приведены ссылки на стандартные методы испытаний. Отдельная большая работа проведена диссертантом по адаптации методов измерения самоочищения по итальянскому стандарту и российскому ГОСТ, чтобы методики можно было использовать для работы с цветными и гипсосодержащими материалами. Получена шкала перевода между разными методами и показана важность контроля шероховатости поверхности. Отдельно приведена статистическая обработка результатов исследований, что подтверждает достоверность полученных результатов и описание математического планирования экспериментов. Также в главе описаны материалы, используемые в работе, кроме красного гипса.

Третья глава посвящена исследованию состава красного гипса и его способности к самоочищению. Автор доказывает однородность шлама красного гипса в шламоотвале, что гарантирует стабильность свойств готовой продукции из отхода промышленности. Приводит экспериментальные результаты получения строительного гипса из шлама и доказывает, что при термообработке до 190 °С способность к самоочищению красного гипса имеет высокие значения. Далее автор тщательно анализирует фотокаталитические примеси в красном гипсе и ищет причины пониженной на ее взгляд самоочищающейся способности красного гипса. Для этого она изготавливает модельные смеси с отдельным и совместным использованием фотокатализаторов и доказывает, что, если анатаз в материале находится совместно с оксидом железа, то фотокаталитическая активность уменьшается. В работе также есть результаты по применению ультразвуковой обработки смеси, которая дает положительный эффект, но диссертант отказывается от нее, мотивируя ухудшением технических свойств затвердевшего камня вяжущего.

В четвертой главе описаны результаты исследований по разработке материалов на основе строительного красного гипса. На первом этапе подбирается состав гипсо-цементно-пуццоланового вяжущего с позиций максимально возможного самоочищения, за который отвечает гипсовая доля, исключения процесса образования этtringита (путем подбора пуццоланового компонента) и достаточных строительно-технических характеристик. После подбора состава ГЦПВ оценивается состав и структура камня вяжущего. На втором этапе с помощью математического планирования эксперимента проводится разработка составов для фасадных плиток и отделочной штукатурной смеси, при этом используются современные эффективные

добавки, а оптимальный состав является продуктом анализа математических зависимостей свойств материалов от компонентного состава. При оценке долговечности готовых материалов, автор пришла к выводу, что самоочищение разработанных ею материалов сильно снижается при морозной агрессии из-за микроразрушений поверхности и «вымывания» анатаза, поэтому предложила решение в виде создания оптимальной пористости, которая замедлит разрушение поверхности, для продления действия самоочищения.

В пятой главе представлен детальный расчет экономической эффективности, основанный на сравнительном анализе стоимости сырьевых компонентов. Установлено, что применение строительного красного гипса позволяет достичь значительного экономического эффекта, снижая затраты в 2,5-4,1 раза по сравнению с коммерчески доступными фотокаталитическими материалами. Описаны разработанные технологические решения по производству композиционных составов, которые характеризуются высокой степенью совместимости с действующими производственными линиями и не требуют существенной модернизации оборудования. Приведены результаты экспериментальной апробации предложенных решений.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов исследований обеспечена использованием современных методик анализа и калиброванного наукоемкого лабораторного оборудования, проведенной статистической обработкой результатов и их внедрением.

Новизна положений, выводов и рекомендаций по работе обусловлена оценкой полученных научных положений, выводов и рекомендаций в сравнении с результатами исследований других авторов.

Научная новизна работы состоит:

1. Автором установлены взаимосвязи между способностью к самоочищению и наличием различных комбинаций фотокаталитически активных соединений, в выявлении снижение способности к самоочищению анатазсодержащих материалов при наличии не связанных с анатазом соединений железа;

2. Установлен факт, что соединения железа (в частности, гематит) при содержании до 3% могут быть фотокатализаторами и придают материалу способность к самоочищению, так как они присутствуют в наноразмерном виде и равномерно распределены в объеме композиционного материала на цементно-гипсовой основе;

3. В выявлении зависимости способности к самоочищению материалов от воздействия морозной агрессии, выявлении зависимости самоочищающейся

способности от состояния микрорельефа поверхности и содержания концентрации фотокатализаторов на поверхности материала;

4. Установлен факт, что критическое снижение способности к самоочищению происходит на этапе количества циклов замораживания и оттаивания (соответствующим 0,5-0,6 марки по морозостойкости) из-за разрушения микроструктуры поверхности и уменьшения концентрации фотокаталитически активных соединений вследствие их «вымывания»;

5. В предложении создания мелкопористой структуры самоочищающихся материалов, ограничивающей проникновение и замерзание воды, для повышения долговечности самоочищающейся способности.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы состоит в расширении представлений о закономерностях формирования самоочищающейся способности с помощью фотокаталитических примесей, содержащихся в красном гипсе.

Практическая значимость заключается в том, что адаптирована система оценки самоочищающейся способности строительных материалов, скорректированы существующие способы измерения. Экспериментально подтверждена возможность использования красного гипса, содержащего равномерно распределённые наноразмерные (50-100 нм) частицы анатаза и соединения железа для получения строительных материалов со способностью к самоочищению. Предложено технологическое решение по подготовке шлама красного гипса для применения в производстве строительных материалов, включающее способ активизации компонентов красного гипса путем обжига и измельчения при сохранении фотокаталитической активности примесей. Разработан состав вяжущего типа ГЦПВ с максимально возможным количеством красного строительного гипса (55 %) при оптимальном сочетании самоочищающейся способности (не менее 62 % по родамин-тесту), строительно-технических характеристик (коэффициент размягчения не менее 0,8, прочность на сжатие не менее 4 МПа) и экономической целесообразности переработки. Разработаны составы самоочищающихся материалов на основе красного строительного гипса: смесь для фасадных плиток и отделочная штукатурная смесь с необходимыми характеристиками для отделки фасадов зданий и эксплуатации в большинстве регионов РФ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа содержит теоретические изыскания и экспериментальные исследования, направленные на создание фасадных самоочищающихся материалов на основе гипсо-цементно-пуццоланового вяжущего с применением красного гипса. Сформулированные научные положения, выводы и рекомендации по созданию фасадных

самоочищающихся материалов на основе гипсо-цементно-пуццоланового вяжущего с применением красного гипса не противоречат современным научным представлениям и разработкам в области строительного материаловедения и обоснованы с позиций современных знаний в области материаловедения и гетерогенного фотокатализа.

Замечания

По содержанию диссертации и автореферата имеется несколько вопросов и замечаний.

1. В обзоре автор указывает, что титансодержащие фотокатализаторы могут повышать качество воздуха. Оценивался ли экологический эффект с этой точки зрения при очищении окружающей среды от органических веществ и оксидов азота?

2. Каковы по мнению автора причины неудовлетворительного состояния фотокаталитического бетона на объекте, который описан в диссертации п.1.1., совпадает ли мнение автора с опубликованными по этому вопросу выводами?

3. В работе не раскрыто, какое действие на гидратацию вяжущего и затвердевшую структуру камня вяжущего оказывает кальцит, содержащийся в красном гипсе.

4. В работе показаны свойства разработанной штукатурной смеси, но не до конца раскрыт вопрос для каких оснований она рекомендуется? Как коррелируют ее характеристики с разными типами материалов для наружных стен, такими как кирпич, бетон? Возможно ли применение в системах «мокрый» фасад?

5. Более семи десятилетий в разных городах России (в частности в г. Уфе, г. Екатеринбурге) успешно эксплуатируется отделка из материалов на исключительно гипсовой основе и с научной и практической точек зрения было бы целесообразно применение красного гипса в изделиях для наружной отделки фасадов зданий, тем более что этому благоприятствует современное достижение строительной химии (пластификаторы, замедлители).

6. В настоящее время имеются технические решения по производству α -полуводного гипса из гипсосодержащих отходов, в частности фосфогипса. Было бы целесообразно рассмотреть вопрос о получении α -полугидрата из красного гипса, тем более что его прочностные характеристики существенно выше, чем гипса получаемого стандартным обжиговым способом.

Указанные вопросы и замечания не снижают общего положительного впечатления от представленной работы, а научная достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Заключение

Диссертационная работа Кийко Полины Игоревны является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой,

выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. В работе изложены научно обоснованные технические решения по созданию фасадных самоочищающихся материалов с применением красного гипса, имеющие существенное значение для строительной индустрии и развития страны. Диссертация на тему «Фасадные самоочищающиеся материалы на основе гипсо-цементно-пущолоанового вяжущего с применением красного гипса» отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Кийко Полина Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Я, Недосеко Игорь Вадимович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Строительные
конструкции» ФГБОУ ВО «Уфимский
государственный нефтяной технический
университет»

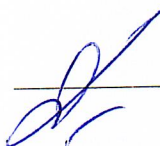
 Недосеко И.В.

Научная специальность: 05.23.05

«Строительные материалы и изделия»

Подпись Недосеко И.В. заверяю:

Начальник отдела по работе с
персоналом:

 Дадаян О.А.

« 25 » апреля 2025 г.



Адрес: 450064, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, УГНТУ
Телефон: +7 (347) 228-22-00
E-mail: kafedra_sk@mail.ru