

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук

Пыкина Алексея Алексеевича на диссертацию

Хмара Наталии Олеговны на тему: **«Мелкозернистый бетон на основе белого цемента для самоочищающихся тонкостенных изделий»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

Для формирования отзыва были представлены диссертационная работа, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 199 источников, и семи приложений, а также автореферат диссертации объемом 19 страниц. Общий объем диссертационной работы составляет 195 страниц машинописного текста, в который входят 34 таблицы и 54 рисунка.

Актуальность диссертационной работы.

Актуальность разработки мелкозернистого бетона на основе белого цемента для самоочищающихся тонкостенных изделий обусловлена комплексом современных требований к строительным материалам и конструкциям, связанным с растущим спросом на тонкостенные бетонные элементы светлых тонов в современной архитектуре и при благоустройстве городской среды, и потребностью в долговременном сохранении декоративных качеств возводимых конструкций. Значимость повышенной атмосферостойкости для тонкостенных конструкций, подверженных интенсивному влагообмену, необходимость предотвращения деградации эстетических свойств и структурной целостности изделий, а также обеспечение стабильности фотокаталитических процессов самоочищения в условиях переменной влажности определяют технико-эксплуатационные требования к разрабатываемому материалу. Экологические и экономические аспекты включают потребность в снижении расхода портландцемента при сохранении требуемых технических характеристик, максимальное использование промышленных отходов и вторичного минерального сырья для снижения экологической нагрузки.

Таким образом разработка и использование полифункционального композиционного материала системы «подложка – фотокатализатор» для обеспечения долговечности и самоочищающихся свойств цементных материалов, а также разработка составов декоративных бетонов, устойчивых к атмосферным воздействиям, в совокупности представляет собой комплексное решение актуальных задач современного строительства, сочетающее эстетические, технические, экологические и экономические аспекты.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках: государственного задания Минобрнауки России проект № FZWN-2023-0006 и гранта РНФ № 19-19-00263.

Общая характеристика работы.

Диссертация обладает продуманной структурой, обеспечивающей логическое изложение материала; главы соотносятся с целями и задачами исследования, а выдвинутые положения адекватно отражают сущность рассматриваемой проблемы.

Во введении аргументирована актуальность темы, определены цель, задачи исследования, описаны методологические и теоретические основы, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Сформулированы основные положения, подлежащие защите, и приведена информация об апробации и внедрении результатов.

В первой главе диссертации автор провёл детальный анализ современных научных исследований в области разработки составов мелкозернистых бетонов для тонкостенных изделий и малых архитектурных форм. Рассмотрены перспективные

минеральные добавки и их влияние на физико-механические свойства бетона, а также обоснована необходимость создания новых материалов с улучшенными эксплуатационными и эстетическими характеристиками.

Вторая глава диссертации включает характеристику используемых сырьевых материалов и детализированное описание примененных методик и исследовательских методов.

В третьей главе представлены результаты разработки полифункционального композиционного материала на основе вспученного перлитового песка и диоксида титана (анатаза) для модификации белого портландцемента, а также результаты исследования влияния комплекса минеральных добавок на свойства цементного теста и камня.

Четвертая глава диссертации посвящена разработке составов белого мелкозернистого бетона с использованием полифункционального композиционного материала «вспученный перлитовый песок – наноразмерный анатаз» («ВПП–Ан»), оптимизации гранулометрического состава заполнителя, оценке изменения свойств после моделирования атмосферных воздействий и определению способности к самоочищению разработанного бетона.

Пятая глава работы содержит предложения по использованию разработанного мелкозернистого бетона в современных архитектурно-дизайнерских решениях, а также модернизированную технологию производства фасадных декоративных панелей из мелкозернистого бетона на основе белого цемента с блоком производства добавки «ВПП–Ан». Обоснована технико-экономическая эффективность предложенного решения.

В заключительной части представлены аргументированные выводы, рекомендации по внедрению результатов в практику, а также предложения по использованию материалов исследования в образовательной деятельности.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации, а публикации автора дают всестороннее представление о проведенном исследовании.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и научная новизна.

Выводы, положения и рекомендации, выносимые на защиту в диссертации, основываются на обширном анализе научной литературы из ведущих отечественных и зарубежных источников. Их обоснованность подтверждается проведением комплексных экспериментальных исследований, выполненных на современном аттестованном оборудовании с соблюдением нормативных требований. Автором применены междисциплинарные методы исследования, что позволило эффективно решить поставленные задачи. Достоверность выводов подкрепляется обширным иллюстративным материалом, включая таблицы, графики и рисунки.

Результаты исследования представлены на международных и всероссийских (национальных) конференциях и форумах, а также нашли отражение в ряде научных публикаций, включая статьи в российских журналах, которые входят в перечень рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК РФ, и в издании, имеющем международное признание и индексируемом в базе данных Scopus.

В научной новизне соискателем представлено технологическое решение, обоснованное и экспериментально подтвержденное, позволяющее получать белый мелкозернистый бетон для самоочищающихся тонкостенных изделий. Предварительная кислотная обработка и совместный помол вспученного перлитового песка (ВПП) с анатазом (Ан) формируют полифункциональную систему «ВПП–Ан» с повышенной пуццолановой и фотокаталитической активностью за счет увеличения удельной поверхности и образования связей Ti-O-Si.

Выявлен характер влияния комплекса минеральных добавок на процессы структурообразования белого портландцемента. Замена 40 % цемента на добавку

«ВПП–Ан» и микрокальцит с пластификатором обеспечивает: снижение водопотребности на 15 %, интенсификацию гидратации (смещение пика тепловыделения на 27 мин, повышение интенсивности на 21 %), сохранение прочностных характеристик (активность 65,2 МПа, прочность после ТВО 48,2 МПа) и увеличение фотокаталитической активности на 30 %.

Установлены закономерности влияния минерального комплекса на свойства мелкозернистого бетона. Комплексное применение нано- и микроразмерных добавок, реализация пуццолановой реакции и оптимизация зернового состава обеспечивают получение самоочищающегося бетона с фотокаталитической активностью не менее 67 %, пониженной капиллярной пористостью и повышенной атмосферостойкостью.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена выполнением экспериментальных исследований на высоком техническом уровне с учетом требований нормативной документации на современном аттестованном и поверенном оборудовании. Все результаты подкреплены существенным объемом теоретических и экспериментальных исследований. Полученные данные имеют высокую воспроизводимость и сходимость и не противоречат общепринятым данным и работам других авторов.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. В результате исследования расширены научные знания о методах создания эффективных многофункциональных добавок для цементных бетонов, сочетающих пуццолановые и фотокаталитические свойства, а также о механизмах формирования фаз и структуры в цементных композициях с комплексом добавок – вспученным перлитовым песком, наноразмерным анатазом и микрокальцитом. Подтверждена целесообразность применения измельченного химически обработанного вспученного перлитового песка в роли подложки для фотокатализатора и предложена технология его модификации для применения в качестве многофункциональной составляющей цементного композита.

Предложены оптимизированные рецептуры мелкозернистого бетона с заменой до 40 % белого цемента, с высокими физико-механическими характеристиками и способностью к самоочищению, отвечающими требованиям для создания тонкостенных конструкций.

Замечания и рекомендации по диссертации и автореферату.

1. Автор делает акцент на преимуществах создания связи Ti–O–Si при получении добавки «ВПП–Ан». Рассмотрены ли потенциальные негативные эффекты при формировании данной связи в части нарушения фотокаталитической активности исходного наноразмерного анатаза и пуццоланической активности измельченного вспученного перлитового песка?

2. В главе 3 (гл. 3.3, табл. 3.9) недостаточно подробно обоснован выбор диапазона варьирования содержания добавок «ВПП–Ан» и микрокальцита (от 15 до 35 %), вводимых взамен части цемента. И почему в итоге автор остановился на замене 40 % цемента?

3. Стоит пояснить как автор рассчитывал удельную прочность на сжатие вяжущего в возрасте 28 суток (гл. 3.3, табл. 3.14) и какие выводы из полученных значений могут быть сделаны?

4. Интерес представляют результаты определения влияния расположения (вертикального и горизонтального) образцов бетона относительно источника УФ-излучения на эффективность самоочищения (гл. 4.4, табл. 4.10). Однако для получения более полной картины поведения тонкостенных изделий при эксплуатации стоило провести натурные испытания как фотокаталитической активности, так и устойчивости к вымыванию водорастворимых соединений, под воздействием солнечного излучения и атмосферных осадков.

Замечания по диссертационной работе не являются принципиальными и не снижают научной ценности защищаемых положений.

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

Научно-исследовательская работа Хмара Наталии Олеговны является завершенным трудом, выполненным на высоком уровне. В диссертации содержится как теоретическое обоснование, так и экспериментальное подтверждение технологии получения полифункционального композиционного материала на основе вспученного перлитового песка и анатаза, а также мелкозернистого бетона с пониженным содержанием белого цемента для самоочищающихся изделий.

Учитывая актуальность затронутых вопросов, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа на тему **«Мелкозернистый бетон на основе белого цемента для самоочищающихся тонкостенных изделий»** соответствует критериям п. 9–11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции с дополнениями и изменениями), предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Хмара Наталия Олеговна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук по специальности
05.23.05 – Строительные материалы и изделия,
доцент кафедры «Производство
строительных конструкций»

Alex

Пыкин
Алексей Алексеевич

«29» августа 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет»

Адрес университета: 241037, Брянская область, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, д. 3

Телефон: +7 (4832) 74-60-08

E-mail: mail@bgitu.ru

Личную подпись Пыкина Алексея Алексеевича
заверяю: ректор ФГБОУ ВО «БГИТУ»



Егорушкин
Валерий Алексеевич