

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**доктора технических наук, профессора Низиной Татьяны Анатольевны
на диссертационную работу 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**

На оппонирование представлены:

- диссертационная работа, изложенная на 195 страницах машинописного текста, содержащая 34 таблицы, 54 рисунка и список литературы из 199 наименований отечественных и зарубежных научных публикаций. Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и 7 приложений
- автореферат, изложенный на 19 страницах.

Актуальность темы диссертационного исследования

Тонкостенные изделия из мелкозернистого бетона играют важную роль в формировании комфортной городской среды, помогая преодолеть визуальное однообразие застройки и положительно влияя на психоэмоциональное состояние горожан.

Актуальность темы диссертационного исследования, основной целью которого является разработка новых составов бетонов с улучшенными эксплуатационными характеристиками для тонкостенных изделий, выражается в нескольких аспектах: выборе сырьевых компонентов с высокими декоративными характеристиками; оптимизации соотношения компонентов вяжущей системы; подборе фракций заполнителей для повышения плотности бетонной матрицы и обеспечения требуемой подвижности бетонных смесей для изделий сложных форм; придание высокой способности к самоочищению формируемых поверхностей. Теоретически и экспериментально обоснованное использование комплекса добавок (вспученный перлитовый песок, анатаз, отход мрамора) обеспечивает повышение физико-механических свойств бетона, снижение себестоимости и обеспечение высокой декоративности изделий, что подтверждает актуальность работы.

Общая характеристика работы

Во введении представлена общая характеристика работы. Обоснована актуальность диссертационного исследования, определены цель и задачи, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приводятся методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту,

отражены сведения о достоверности, апробации и результатах внедрения, структуре и объеме работы.

Первая глава посвящена анализу состояния вопроса проектирования и производства тонкостенных изделий из мелкозернистого бетона и их роли в формировании комфортной городской среды. В главе рассматриваются требования к свойствам растворных смесей и бетонов для производства тонкостенных изделий, исследуются возможности повышения их характеристик с использованием различных минеральных добавок. Автором систематизированы подходы к проектированию декоративных бетонов с учетом современных требований к архитектурным материалам.

Во **второй главе** описаны применяемые в работе материалы и методы исследования. Для получения полифункционального композиционного материала и мелкозернистого бетона соискателем использовались следующие компоненты: вспученный перлитовый песок, наноразмерный анатаз, микрокальцит, белый портландцемент, мраморный отсев, поликарбоксилатный пластификатор Melflux 1641F. Для оценки фазовых и структурных характеристик сырьевых и синтезированных материалов применялись физико-химические методы анализа. Физико-механические испытания проводились в соответствии с действующими российскими стандартами и методиками.

Третья глава посвящена разработке состава и исследованию свойств цементной системы с комплексом минеральных добавок для производства мелкозернистых бетонов с пониженным содержанием белого портландцемента. Автор провел разработку концепции и дизайна эксперимента по созданию белого мелкозернистого бетона с высокими физико-механическими характеристиками; предложил способ модификации вспученного перлитового песка как полифункционального компонента вяжущего; изучил свойства цементной системы с минеральными добавками; провел оптимизацию состава вяжущего с целью снижения расхода белого портландцемента при сохранении высоких эксплуатационных характеристик.

Четвертая глава посвящена разработке и оптимизации состава бетонной смеси для обеспечения высоких технико-эксплуатационных характеристик и атмосферостойкости бетона для тонкостенных изделий и конструкций. Автор приводит результаты расчета и подбора оптимального состава бетонной смеси; исследование влияния гранулометрического состава заполнителя на свойства бетона; изучение физико-механических характеристик разработанного бетона; оценку атмосферостойкости и исследование фотокаталитической активности бетона до и после моделирования атмосферных воздействий. В главе представлены результаты экспериментальных исследований, демонстрирующие эффективность предложенного подхода к созданию самоочищающегося белого мелкозернистого бетона.

В **пятой главе** представлены: архитектурно-дизайнерские решения для при-

менения разработанного бетона в парковой архитектуре и для облицовки фасадов зданий; технология производства фасадных декоративных панелей, включая детальное описание технологической схемы получения добавки «вспученный перлитовый песок – наноразмерный анатаз» («ВПП–Ан») и изготовления самих панелей; технико-экономическое обоснование эффективности производства, включая расчет материальных затрат и экономической выгоды от использования разработанного бетона; информация о финансовой поддержке исследования, апробации результатов на производственных предприятиях и внедрении в учебный процесс.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации по практическому применению результатов работы.

Диссертация написана грамотным языком, хорошо читается. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Публикации автора точно и полно отражают результаты исследования.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Соискатель обосновал и экспериментально подтвердил технологическое решение, позволяющее получить белый мелкозернистый бетон с высокими физико-механическими свойствами для самоочищающихся тонкостенных конструкций. Предварительная кислотная обработка и совместное измельчение вспученного перлитового песка с анатазом, где песок служит пуццолановым компонентом и носителем фотокатализатора, способствует повышению пуццолановой активности за счет увеличения удельной поверхности и механо-химической активации, а также фотокаталитической активности благодаря образованию связей Ti–O–Si. Комплексное использование наноразмерного диоксида титана и микрокальцита вместе с пластификатором и мраморным заполнителем снижает капиллярную пористость, уменьшая проницаемость цементной матрицы при воздействии влаги и повышая атмосферостойкость тонкостенных изделий.

Также выявлен характер влияния комплекса минеральных добавок на процессы фазо- и структурообразования белого портландцемента, включая реологические характеристики, кинетику тепловыделения, фазовый состав продуктов гидратации и микроструктуру. Совместное применение системы перлитовый песок-анатаз, полидисперсного микрокальцита и поликарбоксилатного пластификатора при замене до 40 % белого цемента позволяет снизить водопотребность, ускорить гидратацию, уменьшить микропористость и повысить однородность цементного камня.

Определены закономерности воздействия комплекса минеральных добавок на свойства бетонной смеси и затвердевшего бетона, его структурные особенности и способность к самоочищению. Комплексный подход к повышению

плотности бетонной матрицы через использование нано- и микроразмерных добавок, реализацию пуццолановой реакции, улучшение реологии введением пластификатора и оптимизацию зернового состава заполнителя обеспечивает получение самоочищающегося мелкозернистого бетона с высокими декоративными и эксплуатационными характеристиками, включая устойчивость к техногенным загрязнениям.

Значимость полученных автором результатов для науки и практики

Автором расширены фундаментальные представления о механизмах создания полифункциональных добавок, сочетающих пуццолановую и фотокаталитическую активность. Углублено понимание процессов фазо- и структурообразования в цементных системах с комплексом модифицирующих добавок.

Разработан способ химической активации вспученного перлитового песка как носителя фотокатализатора. Установлена возможность формирования связей $Ti-O-Si$ при химической и механической активации системы «ВПП–Ан». Обоснован комплексный подход к модификации цементной матрицы через синергетическое воздействие нано- и микроразмерных добавок различного состава.

Разработаны рецептурно-технологические параметры получения высокоэффективного белого мелкозернистого бетона при замене до 40 % белого цемента и сохранении высоких эксплуатационных характеристик: класс прочности до В45, водопоглощение не более 4 %, морозостойкость до F300, способность к самоочищению до 80 %, что важно для изделий декоративного назначения. Достигнутая способность к самоочищению будет способствовать повышению долговечности бетона, а, следовательно, и расширению областей применения тонкостенных архитектурных изделий.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов подтверждается обоснованным выбором современных методов исследования, использованием испытательного оборудования с высокой степенью воспроизводимости результатов, применением стандартных методик. Основные научные положения, выводы и рекомендации в работе достаточно достоверны и обоснованы, базируются на подробном анализе научно-технической литературы по теме исследования и результатах комплексных исследований, проведенных Н.О. Хмара.

Цели и задачи диссертационной работы сформулированы грамотно. Выводы по главам и заключению научно обоснованы, убедительны и отражают суть выполненных работ. Автором проведен существенный объем эксперименталь-

ных и теоретических исследований, а также определены перспективы дальнейшей работы.

Результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, в том числе 3 статьи в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, и 1 статья в издании, индексируемом в базе данных Scopus; обсуждены на конференциях различного уровня и внедрены в учебные и производственные процессы соответствующих организаций.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты теоретического и экспериментального характера, полученные в ходе диссертационного исследования, а также выводы и рекомендации автора, подтверждают возможность их внедрения на предприятиях, занимающихся производством бетонных смесей, изделий из бетона, сухих строительных смесей. Теоретические аспекты и результаты научной работы активно используются в учебном процессе для подготовки студентов бакалавриата по направлениям «Строительство» и «Материаловедение и технологии материалов», а также магистров по программам «Строительство» и «Наноматериалы».

Замечания по содержанию и оформлению диссертации

По диссертационной работе возникло несколько вопросов и замечаний:

1. Несмотря на комплексный подход к исследованию свойств разработанного мелкозернистого бетона, целесообразно было бы дополнить методологию исследования, в частности, провести испытания на натурное климатическое старение разработанных бетонов, в том числе в виде тонкостенных изделий, что позволило бы более достоверно оценить их долговечность в реальных условиях эксплуатации;

2. В главе 3.2 стоило более подробно охарактеризовать результаты определения распределения кислотно-основных центров на поверхности исходного и обработанного вспученного перлитового песка (рис. 3.15, табл. 3.5). В итоге, какие центры более предпочтительны для повышения активности добавки в цементной системе и с точки зрения фотокаталитической активности?

3. В тексте диссертации недостаточно обоснован выбор пластифицирующей добавки для разрабатываемого бетона. Также не совсем ясно, почему автор выбирает импортную добавку. Рассматривались ли отечественные аналоги?

4. В тексте диссертации и автореферата не конкретизированы режимы испытаний в экстракторе Сокслета, что затрудняет понимание корреляции между возможными реальными условиями эксплуатации и ускоренными испытаниями (с помощью вышеуказанного прибора) на атмосферостойкость;

5. В качестве пожелания для дальнейшей работы считаю целесообразным

получить патент на разработанные составы бетонов.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационного исследования, выполненного Н.О. Хмара.

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

Анализ работы позволяет сделать вывод, что диссертация на тему «Мелкозернистый бетон на основе белого цемента для самоочищающихся тонкостенных изделий», является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертационная работа полностью 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:

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



Низина
Татьяна
Анатольевна
26.08.2025 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 (8342) 243732

Электронная почта: mrsu@mrsu.ru

