

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))

ул. Образцова, д. 9, стр. 9, Москва, ГСП-4, 127994
Тел./факс: (495) 681-13-40, e-mail: tu@miit.ru
ИНН/КПП 7715027733/771501001
ОГРН 1027739733922

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор,

д.т.н., профессор


В.В. Виноградов

11 _____ 2018 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Ерофеевой Ирины Владимировны на тему «Физико-механические свойства, биологическая и климатическая стойкость порошково-активированных бетонов», представленную в диссертационный совет Д 212.184.01, созданный на базе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

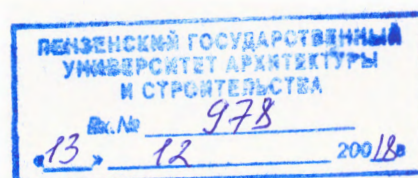
Структура и объем работы

Для отзыва представлен автореферат диссертации и диссертация, состоящая из введения, семи глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 277 страницах машинописного текста, включающего 50 таблиц, 45 рисунков, список литературы из 286 наименований. Десять приложений изложены на 41 странице.

Актуальность темы диссертационного исследования

Производство строительных материалов относится к одной из важнейших сфер человеческой деятельности. В строительстве одно из первых мест по объему использования среди других материалов занимает бетон и железобетон. Это связано с такими достоинствами железобетона, как относительная дешевизна, возможность возводить конструкции практически любой формы, высокая прочность и т.д.

Как в нашей стране, так и за рубежом интенсивно ведутся исследования по разработке новых видов бетонов и совершенствованию известных. Так, к настоящему времени разработаны высокопрочные и самоуплотняющиеся бетоны нового поколения.



Диссертационная работа грамотно структурирована по содержанию с последовательным раскрытием проблемы и ее комплексного решения.

На сегодняшний день, по мнению автора диссертационной работы, важной задачей строительной отрасли является увеличение продолжительности службы бетонов и других цементных композитов за счет применения новых разработок, отвечающих современному уровню требований к эксплуатационной надежности.

Весьма актуальным представляется расширение применения бетонов нового поколения. Известно, что бетоны нового поколения, в том числе порошково-активированные бетоны, обладают повышенной плотностью и прочностью.

Анализ научно-технической литературы в области исследования свойств, процессов структурообразования, технологии изготовления цементных вяжущих и композитов на их основе, а также оценки их долговечности показал, что в строительном материаловедении накоплен огромный теоретический и экспериментальный материал. В тоже время не полностью теоретически и экспериментально изучены вопросы влияния наполнителей, биоцидных и пластифицирующих добавок на физико-механические свойства порошково-активированных бетонов. Недостаточно полно раскрыты механизм их влияния на механику разрушения композитов.

В литературных источниках отсутствуют результаты комплексных экспериментальных исследований механизма микробного разрушения цементных композитов от основных структурообразующих и рецептурных характеристик. В литературе содержится также недостаточно экспериментальных данных о стойкости бетонов и других цементных композитов в условиях воздействия погодноклиматических факторов.

Соискатель ученой степени кандидата технических наук считает, что бетоны и другие цементные композиты подвержены сложному многофакторному механизму повреждения и нуждаются в совершенствовании и в защите от деградации. В процессе эксплуатации строительных изделий это происходит при совокупном воздействии статических и динамических нагрузок и других различных факторов – кислорода, температуры воздуха, воды и солнечной радиации, что усиливается в климатических зонах морского побережья. Эти факторы увеличивают степень биокоррозии бетонов, которая усиливается в результате технологического и эксплуатационного старения цементно-минеральных материалов. Диссертационная работа Ерофеевой И.В. направлена на выполнение комплекса научных и организационных работ по созданию новых конструкционных материалов – порошково-активированных бетонов стойких при воздействии статических и динамических нагрузок биологических и температурно-влажностных сред, в конечном итоге, способствующих повышению долговечности строительных конструкций, зданий и сооружений. Это позволяет считать рецензируемую работу исключительно актуальной.

Анализ результатов, полученных автором при проведении исследований

Расширение номенклатуры модифицирующих компонентов, используемых для повышения качества цементных композитов, подбор и оптимизация эффективных составов модифицированных бетонов позволил автору получить материалы, обладающие повышенной прочностью, биологической и климатической стойкостью.

Ерофеевой И.В. получены новые составы модифицированных матричных композиций для порошково-активированных бетонов, что подтверждается получением патентов на изобретения РФ № 2621327 от 02.06.2017 г. «Сырьевая смесь для изготовления крупнопористого бетона», № 2575963 от 01.02.2016 г. «Сырьевая смесь для изготовления крупнопористого бетона», а также свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611243 «Программа оценки изменения цветности цементных, полимерцементных и иных композиционных материалов под воздействием различных эксплуатационных факторов» от 26.01.2018 г.

Результаты диссертационной работы, используются в учебном процессе в лекционных, лабораторных и практических занятиях по дисциплине «Строительные материалы» для подготовки бакалавров и магистров по направления 08.03.01 «Строительство» в ФГБОУ ВО «Пензенский государственный архитектурно-строительный университет».

Автором работы установлено, что результаты исследований долговечности материалов, на основе порошково-активированных бетонов могут быть использованы для применения в условиях воздействия биологически агрессивных сред и неблагоприятных климатических факторов.

В первой главе диссертационной работы выполнен аналитический обзор, в котором проанализировано структурообразование, физико-механические свойства и долговечность бетонов и других цементных композитов в условиях воздействия различных факторов. Раскрыты современные представления о структурообразовании модифицированных связующих и бетонов различного типа. Проанализированы составы, свойства, технология изготовления и применение бетонов, в том числе нового поколения. Раскрыты вопросы микробиологической коррозии и защиты цементных композитов от биоповреждений и долговечность бетонов в условиях воздействия климатических факторов. Это позволило Ерофеевой И.В. на основании полученных выводов во второй главе сформулировать цель и задачи исследований, а также выбрать представительные применяемые материалы и методы исследований.

Характеристики используемых материалов для изготовления порошково-активированных бетонов приведены в главе 2.

В работе представлен большой спектр разнообразных модификаторов, при этом хотелось бы увидеть в диссертационной работе обоснование их выбора по различным классификационным признакам и выводы или предложения автора какие свойства позволяют направлено регулировать каждый из них отдельно и в совокупности.

Аналогично следовало бы обосновать представительность и классификационные признаки используемых в работе тест-организмов – видов микромицетов, из ВКМ АН РФ (*Aspergillus niger van Tieghem, Aspergillus terreus Thorn, Aspergillus oryzae (Ahlburg) Cohn, Chaetomium globosum Kunze, Paecilomyces varioti Rainier, Penicillium funiculosum Thorn, Penicillium chrysogenum Thorn, Penicillium cyclopium Westling, Trichoderma viride Pers. ex Fr.*).

При проведении исследований, наряду с общепринятыми методами испытаний бетонов и модифицированных вяжущих, использованы метод ВЭТ для определения пористости, методы отпечатков, изъятие проб для определения видового состава микроорганизмов, ASTM Д 7136 – определение ударной прочности осуществлялось падающим грузом, трещиностойкость через определение энергетических и силовых характеристик материала, процессы разрушения – методами лазерной интерферометрии.

Значительную ценность представляют реализованные исследования по методикам длительных испытаний композитов на площадке Геленджикского центра климатических испытаний.

С целью получения строительных материалов рационального состава с заданными свойствами выделены два аспекта: материаловедческий и технологический. При этом порошково-активированные бетоны рассматриваются в виде сложноорганизованной материальной системы и представляются полидисперсными, то есть состоящими из структур, переходящих одна в другую по принципу «структура в структуре» или «матрица + включения». В диссертационной работе это матрицы 1-3 ряда.

В третьей главе приведены теоретические предпосылки создания бетонов нового поколения с улучшенными физико-техническими свойствами, выполнено обоснование выбора составов условных матриц для проведения исследований, физико-химическими методами исследована структура и процессы структурообразования порошково-активированных бетонов нового поколения с модифицирующими добавками.

Рассмотрена топологическая структура порошковых бетонов, условные реологические матрицы в пластифицированных бетонных смесях I, II и III рода.

Научно-педагогической школой профессора А.С. Калашникова убедительно доказано, что подбор многокомпонентных составов порошково-активированных бетонов необходимо осуществлять с использованием следующих основных рецептурных принципов: обязательное использование каменной муки с микрометрическими параметрами частиц, являющихся реологически активными компонентами; применение реакционно-активной пуццоланической добавки, связывающих гидрозольную известь в дополнительное количество прочных цементирующих гидросиликатов кальция для получения высокопрочных и сверхвысокопрочных бетонов; обязательное использование очень тонкозернистого кварцевого песка фракции 0,16-0,63 мм, с модулем крупности менее 1,2, поддерживающего необходимое реологическое и структурное состояние водно-дисперсной смеси и увеличивающего взвешивающую способность дисперсно-тонкозернистой системы, предотвращая седиментацию грубозернистого песка при расслоении бетонной смеси; применение качественного песка-заполнителя со

специально подобранной гранулометрией, обеспечивающих высокую насыпную плотность смеси заполнителей; обязательное использование высокоэффективных суперпластификаторов. Автором диссертационной работы выявлено, что для повышения биостойкости порошково-активированных бетонов необходимо введение биоцидных добавок. С помощью физико-химических методов исследований выявлена роль биоцидной добавки на процессы структурообразования цементных композитов нового поколения.

Автором получен ряд интересных результатов, связанных с установлением степени влияния рецептурных факторов (водоцементное отношение, пластифицирующих и биоцидных добавок, микрокремнезема, каменной муки) на пористость. Доведение цементного теста до нормальной густоты с В/Ц = 0,171 с помощью гиперпластификатора способствовало снижению пористости цементного камня на 25,8 %, оптимальное содержание микрокварца, микрокремнезема и биоцидной добавки также способствовало снижению пористости.

В четвертой главе приведены результаты исследования упруго-прочностных свойств композитов при статическом и динамическом нагружении и механики их разрушения в зависимости от рецептурных факторов. Исследования проведены с изучением трех стадий процессов разрушения композитов: начальное накопление повреждений; накопление поверхностной трещины; развитие трещины.

Установлено, что введение тонкодисперсного кварца в состав песчаного бетона привело к повышению таких его прочностных показателей, как прочность на сжатие, при изгибе и на растяжение при раскалывании от 1,62 до 2,55 раз, что объясняется повышением плотности упаковки кварцевого заполнителя и подтверждается увеличением плотности таких образцов на 9,5 %. Отмечен положительный вклад в рост прочности микрокремнезема, имеющего более активную поверхность, чем у микрокварца. При этом существенно – от 1,3 до 5,8 раз, повышаются параметры трещиностойкости песчаного бетона, особенно статический джей-интеграл J_i , характеризующий энергию вязкого разрушения материала у вершины трещины, которая возрастает вследствие повышения сцепления цементного камня с активной поверхностью микрокремнезема. Использование тонкодисперсного кварца повлияло и на характер деформирования образцов – повысилась их упругость от 1,3 до 1,7 раз.

Методами лазерной интерферометрии установлен более низкий уровень начала трещинообразования в образцах порошково-активированного бетона по сравнению с цементным камнем и составами без реологической и реакционной добавки. По данным лазерной интерферометрии введение биоцидной добавки не изменяют в целом характер разрушения образцов цементного камня, происходящей через образование магистральной вертикально направленной трещины.

Выявлено влияние основных структурообразующих факторов на демпфирующие свойства и ударную прочность композитов. Показано, что введение в состав цементного теста суперпластификаторов приводит к снижению демпфирующих свойств цементного камня, а добавление в состав композитов микрокварца и особенно микрокварца с микрокремнеземом существенно увеличивает демпфирующие свойства материалов.

Испытания на удар выявили высокие показатели максимальной контактной силы, продолжительности контакта и величины импульса пластифицированных высоконаполненных составов нового поколения.

В пятой главе с помощью механических и физических методов, а также компьютерных технологий изучено поведение образцов цементных композитов в процессе экспонирования в условиях воздействия температурно-влажностных и биологически агрессивных сред.

При исследовании влияния температурно-влажностных сред на цементные композиты, было использовано два режима воздействия на образцы: выдерживание образцов в условиях повышенной влажности и переменных температур и в условиях изменяющихся положительных и отрицательных температур. В результате проведенных исследований получены количественные зависимости стойкости композитов от водоцементного отношения, вида и содержания гиперпластификаторов, фунгицидных препаратов, каменной муки, микрокремнезема, кварцевых наполнителей и мелких заполнителей. Сравнительные исследования показали высокие показатели стойкости порошково-активированных бетонов нового поколения.

Проведены исследования грибостойкости и фунгицидности композитов в стандартной среде мицелиальных грибов. Более высокие фунгицидные свойства выявлены у цементных композитов при включении в их состав, наряду с кварцевым песком, тонкодисперсного наполнителя из измельченного доломита. Доказана возможность повышения биостойкости цементных композитов посредством введения фунгицидных добавок – препаратов на основе гуанидина, медь и цинк содержащих препаратов, а также композиционных добавок, содержащих пластификатор и биоцид.

В результате проведенных исследований по оценке значений минимальной ингибирующей концентрации препарата Teflex по отношению к ряду плесневых грибов активных биодеструкторов строительных материалов выявлено, что фунгицидный эффект данного соединения зависит от вида грибов.

Показано, что значение видового состава микроорганизмов-биодеструкторов позволяет наиболее рационально подобрать биоцидную присадку к строительным материалам, предотвращающую процесс их биоповреждений.

В этой связи автором диссертации в шестой главе проведены исследования обрастаемости цементных композитов микроорганизмами при эксплуатации в натуральных условиях Черноморского побережья и морской воды.

Выявлено, что в морской воде цементные композиты в большей степени обрастают бактериями и в зависимости от состава композиций на поверхности образцов заселяются бактерии родов *Basillus*, *Clostradium*, палочковидные грамположительные неспорообразующие бактерии.

Сделан анализ видового состава микроорганизмов, заселяющихся на поверхности цементных композитов с учетом их рецепторного состава при выдерживании в климатических условиях Черноморского побережья. При этом выявлены виды микроорганизмов, заселяющихся на образцах, выдержанных в условиях переменной влажности, солевого тумана, ультрафиолетового облучения (площадка под открытым небом), повышенной влажности и солевого тумана

(площадка под навесом), а также после старения в морской воде. Число видов, способных к заселению на образцах понижается при введении в их состав биоцидных препаратов.

В седьмой главе приводятся разработанные составы композитов, внедрение результатов исследования и технико-экономическая эффективность их применения.

Рекомендуемые для практического применения составы порошково-активированных бетонов, обладают повышенными прочностными свойствами и долговечностью в условиях воздействия биологических и температурно-влажностных сред.

Разработана принципиальная технологическая схема изготовления строительных изделий с повышенными показателями биологической и климатической стойкости. Результаты исследования приняты для внедрения при возведении и ремонте зданий и сооружений, эксплуатирующихся в условиях воздействия биологически активных сред и жаркого климата. Бетоны с применением местных строительных материалов и биоцидных добавок по ряду показателей значительно превосходят традиционные строительные материалы.

Показана экономическая эффективность производства порошково-активированных песчаных бетонов от снижения стоимости компонентов при различных расходах их в 1 м^3 , а также эффективность использования в качестве мелких заполнителей и наполнителей различного размерного уровня отсевов камнедробления различных горных пород, в том числе известняков, что значительно расширит сырьевую базу для производства бетонов нового поколения и существенно снизит нагрузку на экосистему регионов с горнодобывающими или горнообогатительными предприятиями.

Показана экономическая эффективность строительных материалов с биоцидными добавками, обеспечивающими повышенную биостойкость материалов.

Значимость полученных автором результатов для развития соответствующей отрасли науки

1. Теоретическая значимость работы обусловлена получением новых знаний в области долговечности строительных материалов и изделий. Результаты могут быть использованы для оценки и прогноза долговечности материалов и конструкций.

2. Развита многоуровневая модель структурообразования и взаимодействия структурных элементов (матриц) порошково-активированных бетонов в иерархической соподчиненности всех уровней структуры, которая учитывает межфазовые и межчастичные взаимодействия. Матрицу первого рода образуют цемент, пластификатор, биоцидная добавка, вода, наполнитель; второго рода – цемент, пластификатор, биоцидная добавка, вода, молотый наполнитель, тонкий наполнитель фракции 0,1-0,5 или 0,16-0,63 мм; третьего рода – это матрица первого или второго рода, включающая мелкий заполнитель фракции 1,0-5,0 или 0,63-5,0 мм.

3. Исследованы физико-химические механизмы синергетического действия добавок суперпластификаторов, биоцидных препаратов, частиц микрометрического

размерного уровня в сочетании с минеральными наполнителями и заполнителями на изменение состава и структуры, и, соответственно, на свойства цементного камня и бетона.

4. Разработаны составы порошково-активированных бетонов с улучшенными упругопластическими и прочностными характеристиками и высокой стойкостью в условиях воздействия статических и динамических нагрузок, различных агрессивных факторов. Определен комплекс показателей и параметров, характеризующих деформирование и разрушение порошково-активированных бетонов.

5. Разработаны конкретные решения и общая стратегия выбора биоцидных добавок для порошково-активированных бетонов, предотвращающих процессы их биоповреждений, на основе определения минимальной ингибирующей концентрации биоцидных препаратов.

6. Установлен видовой состав микроорганизмов-биодеструкторов. Определена биологическая стойкость порошково-активированных бетонов и разработаны биостойкие составы материалов, пригодных для эксплуатации в условиях влажного и жаркого климата, усиливающего процессы биоповреждений.

7. Полученный комплекс экспериментальных показателей структуры, физико-механических свойств, биологической и климатической стойкости и сравнительная оценка свойств цементных композитов, включающие в свой состав различные виды заполняющих и добавочных компонентов, способствующих образованию составов бетонов с различными свойствами, необходимы для моделирования долговечности.

Степень достоверности результатов исследований и обеспеченность выводов по работе

Достоверность и обоснованность выводов по работе обеспечена корректным использованием основных научных положений строительного материаловедения, методами исследований с использованием современных средств измерений и испытательного оборудования, применением физико-химических методов исследований, математических методов планирования и статистической обработки результатов.

Рекомендации по использованию результатов исследования

На основе проведенных исследований сформированы научные подходы к управлению химико-биологическим сопротивлением и климатической стойкостью порошково-активированных бетонов, которые позволяют сформировать рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы диссертационного исследования:

- применение отдельных пластификаторов, минеральных и биоцидных добавок позволяет создавать эффективные биоцидные высокоплотные строительные композиты;
- высокая технико-экономическая эффективность разработанных составов позволяет расширить область их применения, а именно – это высокопрочные, высокоплотные, биостойкие композиты, строительные материалы с высокой стойкостью в условиях влажного жаркого климата.

Перспективы дальнейшей разработки темы

По нашему мнению, целесообразно продолжить работы по разработке фунгицидных добавок для модифицирования цементных композитов с целью получения материалов с заданными физико-механическими свойствами, в том числе биоцидной стойкостью.

Основные положения диссертационной работы прошли апробацию на конференциях различного уровня. По теме диссертационной работы опубликована 31 научная статья (в том числе 8 статей в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК России). Получено два патента на изобретения в Российской Федерации и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. В диссертации и автореферате не отражено, как можно использовать полученные результаты при проектировании и подборе составов порошково-активированных бетонов.
2. Было-бы целесообразно при математической обработке полученных результатов использовать возможности многофакторного корреляционного и регрессионного анализа.
3. В диссертации не исследована морозостойкость порошково-активированных бетонов.
4. Автором не использован эффективный метод исследования структуры материала – электронная микроскопия.
5. Автору в будущих исследованиях следует проанализировать изменение физико-механических характеристик материалов в процессе длительной эксплуатации.

Высказанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общего высокого научно-практического уровня диссертационной работы, которая по объему и полученным результатам представляет собой завершённое научное исследование, соответствует специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о присуждении ученых степеней

В диссертации Ерофеевой Ирины Владимировны получены результаты и предлагаемые технические решения и рекомендации, обладающие научной новизной и практической ценностью. Личный вклад соискателя в получении достоверных научных данных не вызывает сомнений. Текст диссертации написан грамотным техническим языком, графический материал выполнен на высоком уровне. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертация Ерофеевой Ирины Владимировны, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей важное значение для строительной отрасли, что соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Отзыв на автореферат диссертации и на диссертацию обсужден и одобрен на заседании кафедры «Строительные материалы и технологии», протокол № 5 от «26» ноября 2018 г.

Заведующий кафедрой
«Строительные материалы и технологии»,
доктор технических наук по
специальности 05.23.05 – Строительные
материалы и изделия, профессор,
член-корреспондент РАН

Гусев
Борис Владимирович

Профессор кафедры
«Строительные материалы и технологии»,
доктор технических наук по
специальности 05.23.05 – Строительные
материалы и изделия

Кондращенко
Валерий Иванович

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Российский университет
транспорта (МИИТ)» (РУТ(МИИТ))
127994, г. Москва, ГСП-4, ул. Образцова, д. 9, стр. 9
Тел.: +7 (495) 681-13-40
E-mail: tu@miit.ru