

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Ерофеевой Ирины Владимировны на тему:
«Физико-механические свойства, биологическая и климатическая стойкость
порошково-активированных бетонов», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 –
Строительные материалы и изделия

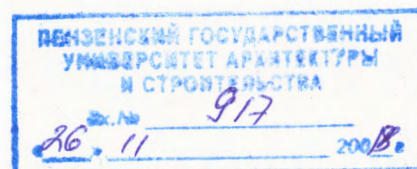
На отзыв представлены автореферат и диссертация, состоящая из введения, семи глав, заключения с основными выводами, списка литературы, включающего 286 наименований, 10 приложений. Общий объем работы составляет 277 страниц машинописного текста, содержит 45 рисунков и 50 таблиц; объем приложений составляет 41 страницу машинописного текста.

Изучение и анализ представленных материалов показали следующее.

Актуальность темы диссертационного исследования

Одной из важнейших сфер деятельности человека является производство строительных материалов. Из широкой номенклатуры различных разновидностей строительных материалов наибольший объем их производства приходится на бетоны и другие цементные композиты. В настоящее время разработаны и с успехом используются сульфатостойкие, гидрофобные, пластифицированные и другие виды бетонов, в том числе высокопрочные и самоуплотняющиеся, выбираемые для применения с учетом эксплуатационных условий в зданиях и сооружениях.

В то же время, как в нашей стране, так и за рубежом интенсивно ведутся исследования по разработке новых видов бетонов и совершенствованию известных. В последнее время усилия отечественных и зарубежных исследователей и практиков все в большей мере направлены на разработку методов устранения негативных последствий от повреждений в зданиях и сооружениях, вызываемых воздействием силовых и несиловых факторов. При недостаточной стойкости материалов к статическим и динамическим



нагрузкам, к коррозии снижается эксплуатационная надежность изделий и конструкций; при наличии биологической коррозии ухудшается их внешний вид и экологическая ситуация в зданиях и сооружениях. К настоящему времени для строительной отрасли разработаны порошково-активированные бетоны, стойкость которых в условиях воздействия статических и динамических нагрузок, различных агрессивных сред изучена недостаточно полно. Взаимодействие композиционных строительных материалов, изделий и конструкций, изготовленных с применением цементных и других связующих, с биологически активными средами природного и техногенного происхождения, которое усиливается в условиях жаркого и влажного климата, приводит к их деградации в результате биологических и физико-химических процессов.

Экономический ущерб только от биоповреждений в мире достигает десятков миллиардов долларов в год. Ежегодно расширяется перечень заболеваний людей, вызванных микроскопическими организмами. Повышение биостойкости бетонов и других композиционных строительных материалов может быть достигнуто за счет различных мероприятий и, в том числе, использования биоцидных добавок. Придание бетонам на основе портландцемента, сульфатостойкого, гидрофобного, пластифицированного и другим видам бетонов фунгицидных и бактерицидных свойств, а также создание специальных биоцидных бетонов является важным направлением исследований в современном строительном материаловедении.

В этой связи диссертационная работа Ерофеевой Ирины Владимировны, направленная на создание порошково-активированных бетонов, стойких в условиях воздействия различных нагрузок, биологических и климатических факторов, отличающихся высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, экологичностью и относительно низкой себестоимостью производства, несомненно, является актуальной.

Об актуальности работы свидетельствует также то, что диссертационное исследование выполнено в рамках грантов РААСН и РФФИ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертационной работе

Научные положения, выводы и рекомендации, которые представлены в диссертации, основываются на фундаментальных законах физико-химической механики вяжущих и строительного материаловедения. В описании теоретических предпосылок автор обосновал, а в экспериментальной части работы доказал возможность получения порошково-активированных бетонов, обладающих высокой стойкостью к воздействию статических и динамических нагрузок, биологических и климатических сред.

Автор обосновал актуальность темы исследования, сформулировал цель и задачи исследования, дал оценку значимости выполненной работы с точки зрения науки и практики, определил методологическую основу работы и основные положения, выносимые на защиту.

В диссертационной работе проведен анализ и обобщение результатов теоретических и экспериментальных исследований в области структурообразования, физико-механических свойств и технологии получения, биологической и климатической стойкости бетонов и других цементных композитов.

Проводя анализ литературных данных, диссертант указывает достоинства и недостатки широкого класса строительных материалов. Долговечность порошково-активированных бетонов к настоящему времени исследована недостаточно полно. Отмечена перспективность бетонов нового поколения – высокопрочных и самоуплотняющихся, при этом большое внимание уделено порошково-активированным бетонам.

Предлагаемая автором последовательность исследования порошково-активированных бетонов выглядит следующим образом (материал изложен в 3-7 главах) – теоретическое обоснование получения материалов нового поколения с улучшенной структурой; подбор рациональных составов

биоцидных материалов; исследование физико-механических свойств (прочность и трещиностойкость), механики разрушения, долговечности порошково-активированных бетонов в биологических и температурно-влажностных средах в лабораторных и натуральных условиях: в морской воде, климатических условиях морского побережья; выполнение технико-экономического обоснования эффективности производства и применения порошково-активированных бетонов.

Во второй главе рассмотрены применяемые материалы и методы исследования. В качестве вяжущих использованы цементы марки 500ДО производства Ульяновского цементного завода и ГУП «Чеченцемент». Наполнителями в разрабатываемых составах являлись микрокварц, микрокремнезем, а также карбонатные породы, включающие различное содержание CaCO_3 .

В качестве пластификаторов были использованы суперпластификаторы нового поколения на поликарбоксилатной основе отечественного и зарубежного производства – Melflux и Хидетал. В качестве биоцидных препаратов использовались Тефлекс, Ультра-дез Био, а также цинк- и медьсодержащие вещества. Изготовление образцов и определение физико-механических свойств порошково-активированных бетонов проводили согласно действующим ГОСТ. Для изучения процессов разрушения материалов использовали метод лазерной интерферометрии. Физико-химические и химико-биологические исследования проводились при помощи рентгеноструктурного анализа, изъятия проб для определения видового состава микроорганизмов.

Для оптимизации составов материалов использовали математические методы планирования эксперимента. Для получения достоверных данных обработку результатов эксперимента выполняли с использованием статистических методов.

В третьей главе приведены теоретические предпосылки создания бетонов нового поколения с улучшенными реологическими, упруго-

прочностными свойствами и повышенной долговечностью.

В четвертой главе приведены результаты исследования упруго-прочностных свойств цементных композитов при статическом и динамическом нагружении, а также изучены механизмы их разрушения в зависимости от рецептурных факторов.

Автором последовательно установлено влияние водоцементного отношения, пластификатора и других структурообразующих факторов на прочность на сжатие, растяжение при раскалывании и коэффициент интенсивности напряжений при нормальном разрыве, энергетические параметры механики разрушения, статический джей-интеграл. Введение тонкодисперсных наполнителей в состав песчаного бетона привело к росту прочности на сжатие, при изгибе и на растяжение при раскалывании от 1,62 до 2,55 раза, что объясняется более плотной упаковкой кварцевого заполнителя, вызывающего увеличение плотности таких образцов на 9,5 %, пластифицирующего эффекта микрокварца, и высокой активностью микрокремнезема. При этом существенно, от 1,3 до 5,8 раза, повышаются параметры трещиностойкости песчаного бетона, особенно статический джей-интеграл, 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 раза, но при этом на 20 % снизилась величина предельных деформаций, т.е. образцы становятся более упругими и менее деформативными.

С использованием методов лазерной интерферометрии установлено, что введение микрокварца, особенно в сочетании с аморфно-активным микрокремнеземом, существенно отодвигает момент начала микротрещинообразования в цементных образцах, которые проявляют однородное поле деформаций вплоть до уровня напряжений, составляющих 0,90-0,95 от разрушающих. Цементно-песчаный камень без

тонкодисперсного кварца отличает более низкий уровень трещинообразования, соответствующий уровню напряжений 0,5-0,6 от разрушающих, при этом с ростом нагрузки разрушение образца имеет блочный характер.

Введение биоцидной добавки приводит к повышению прочностных показателей цементного камня, причем на тесте нормальной густоты это изменение составило 12–65 %, а при повышенном водоцементном отношении это изменение более значительно – 29–79 %.

Исследованы демпфирующие свойства цементных композитов. Выявлено, что введение в состав цементного теста супер- и гиперпластификаторов приводит к снижению демпфирующих свойств цементного камня; добавление порошков микрокварца и микрокремнезема обуславливает существенное увеличение демпфирующих свойств цементного композита с суперпластификатором.

Исследованы ударная прочность цементных композитов в зависимости от основных структурообразующих факторов: высокие значения максимальной контактной силы, продолжительности контакта образца с ударником и величины его импульса показали также пластифицированные высоконаполненные составы нового поколения.

Далее с помощью механических, физико-химических и математических методов, а также компьютерных технологий изучено поведение образцов цементных композитов в процессе экспонирования в лабораторных условиях, при воздействии циклически действующих положительных и отрицательных температур, повышенной влажности, переменных температур, биологических агрессивных сред. Данные исследования приведены в пятой главе диссертации. Устойчивость (стойкость) структуры композитов предложено оценивать по величине площади многоугольника, полученного в результате кусочно-линейной интерполяции точек экспонирования.

При исследовании стойкости композитов в условиях воздействия положительных и отрицательных температур выявлено, что однородные по

составу и коэффициентам линейного и объемного расширения цементные композиты, в которых при охлаждении в результате конденсации влаги не происходит критического заполнения микропор, являются более стойкими.

При исследовании стойкости композитов в условиях воздействия повышенной влажности и переменных положительных температур установлено, что повышение и сохранение твердости менее твердых материалов в начальное время действия среды связано с их большей потенциальной возможностью упрочняться, а соответственно повышать поверхностное отверждение.

Исследована биостойкость цементных композитов в стандартной среде мицелиальных грибов. При этом нашли применение методы математического планирования эксперимента.

Установлено, что порошково-активированные бетоны обладают грибостойкими свойствами, но подвержены биоповреждениям в условиях присутствия различных загрязнений. Получены грибостойкие и фунгицидные композиты - при введении в их составы известняковых наполнителей и биоцидных соединений. Большую грибостойкость показали составы, наполненные органомным известняком, а также на основе смесей данного наполнителя или доломита с кварцевым порошком.

Основываясь на полученных результатах автором сделан вывод о том, что на предварительном этапе исследования строительных материалов и конструкций на предмет обнаружения биоповреждения необходимо исследовать видовой состав микроорганизмов-биодеструкторов, что и было сделано в шестой главе диссертационной работы. Знание видового состава микроорганизмов-биодеструкторов позволит наиболее оптимально подобрать биоцидную присадку к строительным материалам, предотвращающую процесс их биоповреждений.

Установлен видовой состав микроорганизмов, заселяющихся на поверхности цементных композитов различного рецептурного состава, при выдерживании образцов в морской воде и в условиях климата черноморского

побережья. Выявлено, что в морской воде цементные композиты в большей степени обрастают бактериями.

При выдерживании цементных композитов в условиях воздействия переменной влажности, солевого тумана и солнечной радиации на поверхности образцов заселяются мицелиальные грибы видов *Alternaria dianthicola*, *Alternaria alternata*, *Chaetomium globosum*, *Fusarium moniliforme*.

В воздушной среде черноморского побережья под навесом, где характерно воздействие солевого тумана, ветра и повышенной влажности, на поверхности образцов заселяются мицелиальные грибы видов *Alternaria brassicae*, *Spergillus oruzae*, *Cladosporium elatum*, *Fusarium moniliforme*, *Penicillium nigricans*.

После старения образцов в морской воде, вынесенных на открытую площадку, на них преимущественно заселяются *Penicillium toxalicum*, *Fusarium miniliforte*, *Penicillium canescens*, *Alternaria solani*.

Проанализировано влияние биоцидных препаратов на обрастание цементных композитов мицелиальными грибами. Больше снижение обрастаемости образцов микромицетами при эксплуатации в воздушной среде происходит при введении добавки «Тефлекс Антиплесень», а если материалы используются в водной среде, то следует предпочесть добавку «MultiDEZ Дезинфекант».

Полученные результаты по установлению видового состава микроорганизмов, заселяющихся на поверхности образцов цементных композитов, целесообразно учитывать при выполнении строительных и ремонтных работ.

Убедительны выводы, сделанные на основании многочисленных экспериментальных данных и построенных по ним зависимостей, о возможности и представительности использования разработанных порошково-активированных бетонов в качестве конструкционных и отделочных материалов; установлены оптимальные количества составляющих компонентов в матрицах порошково-активированных бетонов

с учетом улучшенных показателей удобоукладываемости, высоких показателей прочности, трещиностойкости, долговечности в условиях воздействия температурно-влажностных факторов и биологических сред.

В приложениях А-Е приведены акты, подтверждающие реализацию и практическое внедрение результатов диссертационного исследования, в том числе эффективность применения разработанных автором материалов, которая обусловлена использованием недефицитных сырьевых материалов, увеличением межремонтных сроков эксплуатации сооружений.

Научная новизна работы

1. Проведено комплексное исследование матриц бетонов нового поколения, включающих рецептуры: цемент, молотый наполнитель, пластификатор, воду и биоцидную добавку (матрица первого рода); матрицу первого рода, включающую тонкий наполнитель фракции 0,1-0,5 или 0,16-0,63 мм (матрица второго рода); матрицу первого или второго рода, включающую мелкий наполнитель фракции 1,0-5,0 мм или 0,63-5,0 мм (матрица третьего рода).

2. Получены новые экспериментальные данные о влиянии добавок на модификацию структуры и количественные зависимости ее изменения, физико-механические свойства и долговечность цементных композитов различного рода в зависимости от рецептурных и агрессивных факторов в лабораторных и натуральных условиях.

3. Установлено, что введение в состав бетона пластифицирующих, биоцидных и нанодобавок приводит к увеличению сопротивления сжатию, сдвигу, растяжению, трещинообразованию, вязкости разрушения, химико-биологической и климатической стойкости.

4. Установлена стойкость цементных композитов в биологических агрессивных средах, выявлен видовой состав микроорганизмов, заселяющихся на образцах из материалов различного рода при экспозиции в условиях жаркого климата Черноморского побережья и морской воды, усиливающих процессы биоповреждения.

5. Выявлен механизм действия супер- и гиперпластификаторов, ультра- и нанодисперсных систем, биоцидных добавок в сочетании с минеральными наполнителями и заполнителями на изменение структуры и состава, а также на свойства цементного камня и бетонов.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Теоретическая значимость работы обусловлена получением новых знаний в области долговечности строительных материалов и изделий.

2. Изучены биологическая и климатическая стойкость и выполнена сравнительная оценка показателей долговечности цементных композиционных материалов (КМ), включающих в свой состав различные заполняющие и добавочные компоненты, образующие порошково-активированные бетоны нового поколения.

3. Разработаны составы композитов с улучшенными упруго-прочностными свойствами и высокой стойкостью к биоповреждениям.

Практическая значимость обусловлена следующим.

1. Сформулирован, теоретически разработан и экспериментально подтвержден обоснованный подход к выбору составляющих компонентов и фунгицидных добавок для защиты конкретных КМ, основанный на исследовании особенностей процессов структурообразования и получения материалов плотной структуры и установлении ингибирующего действия бетонов на микромицеты, участвующие в биодеградации.

2. Показана зависимость деструкции и стойкости традиционных и разработанных цементных композитов в условиях воздействия отдельных факторов внешней среды в условиях климата морского побережья.

3. Определены составы и изучены физико-механические свойства, биологическая и климатическая стойкость цементных композитов, содержащих супер- и гиперпластификаторы, биоцидные препараты, ультра- и нанодисперсные системы как в сочетании с минеральными наполнителями и заполнителями, так и без их участия, являющиеся высокоэффективной основой для широкого спектра строительных

композиционных материалов различного назначения.

Степень достоверности результатов диссертационного исследования. Достоверность результатов обеспечена проведением экспериментальных исследований на высоком техническом уровне с достаточной воспроизводимостью, реализованных за счет применения современной аппаратной базы, стандартизированных методов исследований, научно обоснованных методик, регламентированных нормативными документами. При проведении испытаний использовалось проверенное и аттестованное оборудование. Установлена хорошая сходимость теоретических исследований и экспериментальных данных. Результаты, полученные в работе, согласуются с экспериментальными данными других авторов.

К достоинствам работы следует отнести то, что при проведении исследований применялись современные физико-химические методы: калориметрия, термогравиметрический анализ, дифференциальная термогравиметрия, лазерная интерферометрия, а также методы определения климатической стойкости в натуральных условиях.

Замечания по диссертационной работе и автореферату:

1. В обзорной главе недостаточное внимание уделено вопросам химического сопротивления бетонов и других цементных композитов.
2. В работе не проведены исследования коррозионной стойкости арматуры в порошково-активированных бетонах.
3. В диссертации не исследована морозостойкость порошково-активированных бетонов.
4. Автором не использован эффективный метод исследования структуры материала – электронная микроскопия.
5. Автору диссертационной работы в своих будущих исследованиях рекомендуется получить количественные зависимости изменения физико-механических свойств при длительных сроках экспозиции образцов в сложных климатических условиях.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Общее заключение по диссертационной работе

Диссертация Ерофеевой Ирины Владимировны на тему: «Физико-механические свойства, биологическая и климатическая стойкость порошково-активированных бетонов» является актуальной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой.

Диссертация написана грамотным техническим языком. Положения, выводы и рекомендации подтверждены результатами исследований. Диссертация имеет научную и практическую ценность. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Выводы диссертационного исследования соответствуют целям и задачам работы, подкреплены экспериментальными данными и полностью отражены в печатных работах автора.

Основное содержание работы достаточно полно опубликовано в печати.

По теме диссертации опубликовано 28 научных работ, в том числе 8 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК, 2 статьи в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систем цитирования SCOPUS, получено два патента на изобретение и свидетельство на программу ЭВМ.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями стандарта к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

По критериям актуальности, научной новизны, практической значимости, обоснованности и достоверности выводов, степени опубликования результатов исследований и их апробации, методическому уровню, редакционной подготовки рукописи диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к научно-квалификационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соответствие диссертации критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Ерофеевой Ирины Владимировны является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», в которой содержится решение научной задачи по созданию перспективных строительных материалов на основе порошково-активированных бетонов с улучшенными физико-механическими показателями и повышенной стойкостью в условиях воздействия силовых нагрузок, биологических агрессивных сред и различных температурно-влажностных факторов, имеющей существенное значение для развития строительного материаловедения.

На основании вышеизложенного полагаю, что Ерофеева Ирина Владимировна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - Строительные материалы и изделия (отрасль наук - технические).

Официальный оппонент,

доктор технических наук по научной специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, профессор, советник РААСН, профессор кафедры «Строительные конструкции»

Латыпов Валерий Марказович

Подпись профессора Латыпова В.М. удостоверяю:
Проректор УГНТУ по научной и инновационной работе,
доктор технических наук, профессор

Р.А. Исмаков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (ФГБОУ ВО «УГНТУ»)

Министерство образования и науки Российской Федерации
450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов,
д. 1 Контактный телефон: (347)242-03-70

E-mail: info@rusoil.net

07 ноября 2018 г.

С. Ишмухаметьев *с. Ишмухаметьев* *17.12.2018 г.* *Ерофеева*