

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Балбалина Алексея Владимировича «Цементные композиты на основе сухих строительных смесей с использованием комплексных модификаторов», представленную в диссертационный совет Д 212.184.01, созданный на базе ФГБОУ ВПО «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

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

В диссертационной работе Балбалина А.В. рассматриваются вопросы разработки цементных композитов на основе сухих строительных смесей (ССС) с использованием комплексных модификаторов, полученных путем совместного применения минеральных и пластифицирующих добавок.

Выбор темы исследований определяется выполнением важнейших задач современной строительной отрасли, предусматривающих разработку бетонов и цементных растворов, отвечающих различным требованиям по прочности, водонепроницаемости, стойкости к действию агрессивных сред и т.д. Решение этой задачи возможно за счет расширения номенклатуры цементных растворов и бетонов на основе сухих строительных смесей, модифицированных добавками. В связи с этим автором была определена цель исследования и сформулированы задачи, которые необходимо решить для ее достижения. Поставленная цель, судя по изложенным результатам, была достигнута. Автором разработаны составы сухих строительных смесей с комплексными модификаторами, композиты на основе которых обладают повышенными технологическими и эксплуатационными показателями.

Актуальность темы диссертационной работы подтверждается выполнением исследований в рамках фундаментальной НИР №53/10-12 «Исследование процессов формирования наноструктуры теплоизоляционных материалов на основе минеральных частиц».

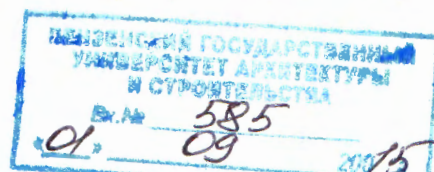
### **Общая характеристика работы**

Диссертационная работа состоит из шести глав, заключения, списка литературы из 164 наименований. Работа изложена на 219 страницах машинописного текста, включающего 21 таблицу и 96 рисунков.

**Во введении** обосновывается актуальность выбранной темы, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы.

**В первой главе** диссертации представлен развернутый анализ работ, посвященных исследованию по выбранной теме. Приведена классификация существующих видов сухих строительных смесей, описаны принципы их разработки и применения.

Отмечается, что в настоящее время для многих зарубежных и отечественных производителей сухих строительных смесей приоритетным направ-



лением развития является использование в рецептуре модифицирующих добавок на основе метакаолина и микрокремнезема.

Рассмотрены перспективы развития производства сухих строительных смесей на основе модифицированных цементных вяжущих.

**Вторая глава** посвящена описанию характеристик материалов и методов исследования физико-механических и технологических свойств. Представлены основные параметры исследовательского оборудования для проведения испытаний.

**Третья глава** посвящена фрактальному анализу кривых деформирования композиционных строительных материалов.

Установлено, что использование фрактального анализа для количественной оценки кривых деформирования на основе индекса длины позволяет получить простой в реализации способ описания процесса разрушения композиционных строительных материалов.

Автором предложена методика определения индекса фрактальности в качестве локального фрактального показателя кривых деформирования, основанная на методе минимального покрытия. Доказано, что алгоритм вычисления фрактальной размерности, определяемой с помощью метода наименьшего покрытия, имеет более быстрый выход на степенной асимптотический режим по сравнению с традиционными методами Херста и покрытия квадратами.

Предложен подход, позволяющий определять положение точек бифуркации на кривой деформирования, что позволяет получить значимую информацию о разрушении композитов под действием механической нагрузки.

**Четвертая глава** посвящена исследованиям составов цементных вяжущих, модифицированных минеральными добавками.

С помощью методов математического планирования эксперимента установлены закономерности комплексного влияния пластифицирующей (суперпластификатор Melflux 1641 F) и минеральных добавок (микрокремнеземы конденсированные неуплотненный и уплотненный Новокузнецкие МК-85 и МКУ-85, микрокремнезем неуплотненный Братский МК-85 и метакаолин) на водопотребность и загущающую способность цементных вяжущих.

Экспериментально доказано, что введение пластификатора Melflux 1641 F на основе поликарбоксилатного эфира не только замедляет скорость процессов гидратации и образование коагуляционной структуры, но и позволяет управлять эксплуатационными и технологическими свойствами смеси.

Установлено влияние комплексных модификаторов на основе минеральных добавок и поликарбоксилатного пластификатора на изменение поровой структуры цементного камня. Выявлено, что формирование наибольшего объема открытых капиллярных пор и, соответственно, резкое повышение водопоглощения наблюдается при использовании Братского микрокремнезема. Наименьшее влияние на процесс порообразования оказывает введение метакаолина и микрокремнезема Новокузнецкого неуплотненного.

Автором разработаны оптимальные составы вяжущих на основе цемента марки ЦЕМ I 42,5Б производства ОАО «Мордовский цементный завод» и

минеральных добавок (микрокремнезем, метакаолин) с учетом снижения расхода пластификатора Melflux1641 F при обеспечении необходимого уровня технологических и эксплуатационных характеристик.

**В пятой главе** представлены исследования, направленные на оптимизацию составов сухих строительных смесей с полифункциональными добавками.

Установлены режимы механоактивации составов ССС с полифункциональными модификаторами на основе минеральных и пластифицирующих добавок.

Разработаны экспериментально-статистические модели и проведен их анализ по оценке влияния варьируемых смесевых факторов и режимов механоактивации на изменение объемов допустимых решений по водопотребности составов и пределу прочности при сжатии ССС в возрасте 3, 7 и 28 суток твердения. Установлено, что в возрасте 3-х суток около 90% возможных составов с метакаолином имеют прочность не менее 22 МПа, а с микрокремнеземом Новокузнецким уплотненным – 10 МПа; в возрасте 7 суток, соответственно, 25 и 20 МПа; в возрасте 28 суток – 35 и 22 МПа. На основе анализа полигонов распределения уровней факторов модифицированных цементных растворов установлено влияние режимов механоактивации, содержания песка, минеральных и пластифицирующих добавок на прочностные показатели композитов на основе ССС.

Показана эффективность использования номограммного метода графического анализа результатов многофакторных экспериментов, позволяющего отражать на плоскости влияние трех и более исследуемых факторов.

**В шестой главе** приведены экспериментальные исследования технологических и эксплуатационных характеристик цементных композитов на основе сухих строительных смесей с полифункциональными добавками.

Экспериментально подтверждена возможность регулирования времени начала активного набора прочности, исходя из предъявляемых требований, в интервале от 1,5 до 3,5 часов.

Определены значения индексов фрактальности и фрактальных размерностей композитов на основе ССС с полифункциональными добавками. Введен коэффициент, отражающий отношение фрактальных размерностей, полученных из анализа временных зависимостей прироста напряжений и относительных деформаций; установлена корреляционная зависимость коэффициента с пределом прочности при сжатии. Из анализа изменения индекса фрактальности в процессе нагружения образца сжимающей нагрузкой определены положения «критических» точек кривых деформирования, характеризующих: зарождение в структуре первых микротрещин; начало процесса интенсивного образования микро- и макродефектов; момент формирования макротрещин, приводящих к лавинообразному разрушению образца.

Выявлены оптимальные составы с комплексом улучшенных характеристик: предел прочности при сжатии 44,3...56,9 МПа; водоудерживающая способность 98...99%; адгезионная прочность 0,69...1,04 МПа; водопоглощение по массе 5,8...9,1%; объем открытых капиллярных пор 10,9...15,2%. Раз-

работанные составы ССС соответствуют маркам по подвижности Пк2...Пк3 и морозостойкости – F75...F300.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, достаточно обоснованы, соискатель широко и эффективно реализовал комплексный подход при решении поставленных задач.

В научную основу проектирования цементных композитов с улучшенной структурой и повышенными эксплуатационными показателями заложены научно обоснованные технические и технологические решения их получения с использованием полифункциональных модификаторов на основе минеральных и пластифицирующих добавок.

Диссертационная работа имеет научную новизну и практическую ценность.

Важнейшим положением научной новизны диссертационной работы Балбалина А.В. является доказательство и демонстрация эффективности комплексного использования пластифицирующей (Melflux 1641 F) и минеральных добавок 4 видов (микрокремнеземы конденсированные неуплотненный и уплотненный Новокузнецкие МК-85 и МКУ-85, микрокремнезем неуплотненный Братский МК-85 и метакаолин) при получении композитов на основе цементных вяжущих.

Кроме того установлена возможность регулирования скорости процесса гидратации путем варьирования соотношения минеральных добавок и поликарбоксилатного пластификатора Melflux 1641 F, позволяющего повысить жизнеспособность смеси.

Разработаны экспериментально-статистические модели изменения упруго-прочностных характеристик модифицированных цементных вяжущих и ССС на их основе. Предложен номограммный метод графической интерпретации результатов многофакторных экспериментальных исследований композиционных строительных материалов.

Выявлены закономерности влияния механической активации составов ССС с полифункциональными модификаторами на свойства цементных композитов на их основе. Установлено влияние комплексных модификаторов на изменение упруго-прочностных и адгезионных характеристик, а также поровую структуру цементных композитов. Выявлено, что наименьшей пористостью и, как следствие, наиболее высокими прочностными показателями обладают составы, содержащие комплексные добавки с метакаолином и микрокремнеземом Новокузнецким неуплотненным.

Разработана методика фрактального анализа кривых деформирования композиционных материалов при сжатии, позволяющая определять точки «критических» состояний композита в процессе нагружения. Определены положения «критических» точек кривых деформирования модифицированных цементных композитов, характеризующих: зарождение в структуре первых микротрещин; начало процесса интенсивного образования микро- и мак-

родефектов; момент формирования макротрещин, приводящих к лавинообразному разрушению образца.

Теоретическая значимость работы заключается в использовании фундаментальных научных исследований в области структурообразования модифицированных композиционных материалов на основе цементных вяжущих, в том числе сухих строительных смесей.

К результатам, имеющим высокую практическую значимость, можно отнести следующее:

- разработаны оптимальные составы ССС с комплексными модификаторами на основе минеральных добавок и пластификаторов;
- разработана технологическая схема производства ССС с полифункциональными модификаторами на основе минеральных и пластифицирующих добавок.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Достоверность полученных результатов и выводов по работе обеспечена методически обоснованным использованием комплекса современных средств исследований и измерений, применением математических методов планирования эксперимента и статистической обработки результатов, а также опытными испытаниями и их положительным практическим эффектом.

Научная новизна работы определяется необходимостью установления закономерностей комплексного влияния добавок на технологические и эксплуатационные свойства цементных вяжущих. Полученные результаты по вышеуказанной проблеме представлены следующими решениями: установлены закономерности влияния пластифицирующих и минеральных добавок на водопотребность и загущающую способность цементных вяжущих, а также на изменение поровой структуры цементного камня; установлены оптимальные режимы механоактивации составов ССС с полифункциональными модификаторами; показано влияние режима механоактивации, вида и содержания модифицирующих добавок на кинетику набора пластической прочности цементных композитов на основе ССС; разработаны модели влияния рецептурных факторов и режимов механоактивации на технологические и эксплуатационные свойства композитов; предложена методика определения индекса фрактальности в качестве локального показателя кривых деформирования при сжатии, основанная на методе минимального покрытия.

Диссертация оформлена в соответствии с существующими требованиями. Текст написан лаконично, грамотно. Считаю необходимым отметить хороший стиль изложения представленного в диссертационной работе материала.

Автореферат соответствует по содержанию диссертации.

### **Замечания по работе**

1. Отсутствует расчёт технико-экономической эффективности от внедрения разработанных сухих строительных смесей с полифункциональными добавками в промышленное производство.

2. При подборе состава сухих строительных смесей автор использует методы планирования эксперимента и приводит схему проверки статистических гипотез. Однако численные значения соответствующих критериев отсутствуют, что усложняет анализ представленной информации. Кроме того, отсутствуют сведения о том, как осуществлялся выбор основных уровней факторов и интервалов варьирования.

3. В соответствии с ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия» к основным свойствам ССС готовых к применению относится показатель сохраняемости первоначальной подвижности смесей, определяемый временем сохранения первоначальной подвижности в минутах. Однако автор не приводит сведений о количественных значениях соответствующего показателя качества.

4. В шестой главе диссертации автором представлен сравнительный анализ физико-механических характеристик разработанных цементных композитов с прототипом (Weber.veetonit S30). Однако в работе отсутствуют сведения о проведенном патентном поиске и объективности применения данного прототипа в качестве близкого аналога.

5. В работе имеются редакционные ошибки.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, выполненной с глубокими научными исследованиями на актуальную для строительного материаловедения тему.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Диссертационная работа Балбалина А.В. «Цементные композиты на основе сухих строительных смесей с использованием комплексных модификаторов» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) в части требований к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой. Диссертация содержит научную новизну, практическую ценность и в ней на основе выполненных автором исследований предложены научно обоснованные технические решения по созданию сухих строительных смесей с полифункциональными добавками, использование которых имеет существенное значение для развития страны.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК РФ. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Балбалина А.В. выполнена на достаточном научно-методическом уровне, отвечает требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

Результаты работы прошли достаточную апробацию. Всего опубликовано 17 работ, в том числе три статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ.

По формуле и области исследования диссертация соответствует научной специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Считаю, что Балбалин Алексей Владимирович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

**Официальный оппонент:**

Доцент кафедры «Управление качеством и технологии строительного производства», канд. техн. наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, доцент

Макарова  
Людмила Викторовна  
01.09.2015

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»,  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.  
Тел. +7 (8412) 92-94-78  
E-mail: Mak.78\_08@inbox.ru



01.09.2015г.

С отзывом ознакомлен 2 сентября 2015 года