

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Попова Дмитрия Юрьевича
на тему «Повышение эффективности текстиль-бетона»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Для отзыва представлены:

- диссертация, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 179 страницах машинописного текста, включающего 69 рисунков, 52 таблицы, 122 наименования литературных источников, семь приложений (на 12 страницах);
- автореферат диссертации.

Актуальность темы диссертационной работы

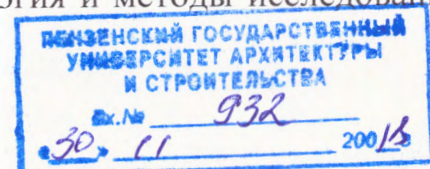
С учетом современных достижений техники и технологий в строительстве уже длительное время актуальным является вопрос создания бетонных композитов с применением неметаллических армирующих материалов, способных повысить долговечность изделий, снизить нагрузку от собственного веса, сократить затраты на обслуживание и т.д. На сегодняшний день тонкостенные армированные изделия и конструкции, в том числе, текстиль-бетон, все чаще используются в строительстве. В связи с этим задачу повышения качества и надежности таких материалов, а также изделий и конструкций на их основе, несомненно, можно отнести к актуальным направлениям исследования.

Диссертационная работа Попова Дмитрия Юрьевича посвящена повышению эффективности текстиль-бетона посредством снижения деструктивных явлений в период схватывания, твердения и последующего формирования структуры материала за счет, в первую очередь, использования суперабсорбирующих полимеров (САП) и полиминеральных композиционных вяжущих (КВ).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», а также в рамках реализации Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова 2017-2021 года и Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова до 2021 года.

Общая характеристика работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, приводятся степень ее разработанности, цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследований,



определены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения о степени достоверности полученных результатов, апробации и внедрения результатов исследований.

В первой главе представлены современные тенденции развития бетоноведения, области применения текстиль-бетона и его свойства; приводятся основные пути повышения эффективности. Особое внимание соискатель уделяет процессам формирования структуры материала и влияющим на них факторам; в частности, значительное внимание уделяется анализу причин возникновения усадочных деформаций цементных систем, что имеет важное значение для тонкостенных армоцементов и текстиль-бетона.

С учетом развития бетоноведения и роста технических возможностей, в ходе проведенного литературного обзора, соискатель расширяет современные представления о процессах и механизмах образования усадочных деформаций в цементных системах, и, на основании полученных знаний, предлагает общую модель возникновения усадочных деформаций в рядовом бетоне при нормальных условиях окружающей среды. Указывает, что резкое увеличение деформаций происходит вследствие образования пластической усадки в период затвердевания цементной матрицы. Последующие деформации, связанные с возникновением внутренних напряжений, образованием структурных микротрещин, изменением геометрических размеров, в основном вызваны усадочными явлениями цементного камня.

Во второй главе приводятся методы исследований и характеристики применяемых материалов. Судя по тексту диссертации, исследования проводились в соответствии с действующими нормативными документами, с применением современного оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова и аналитических методов. Исследования по изучению пластической усадки проводились в специально собранной установке Института строительных материалов Технического университета Дрездена (Германия).

Основные характеристики применяемых материалов и их свойства установлены согласно нормативными документами.

В третьей главе обобщены ключевые факторы воздействия на формирование структуры вяжущего в период гидратации и последующего твердения, способные сократить усадочные явления цементного камня.

Выявлен характер влияния суперабсорбирующих полимеров на пластическую усадку в цементном камне, заключающийся в снижении отрицательного капиллярного давления посредством водоотдачи, что способствует сокращению усадочных деформаций еще незатвердевшей системы, и, как следствие, снижению количества деструктивных процессов на первоначальном этапе формирования

структуры, не оказывая при этом химического воздействия на гидратацию при их введении до 0,3 % от массы вяжущего. При испытании в нормальных условиях твердения, введение САП модификации Floset В3 (дисперсности менее 200 мкм) на 20 % снижает горизонтальные деформации, тогда как САП модификации Floset 129XB4N (дисперсности менее 200 мкм) лучшим образом зарекомендовала себя при испытании в более жарком климате.

Однако применение суперабсорбирующих полимеров приводит к незначительному снижению прочности. В связи с этим, для компенсации потери прочности и снижения усадочных явлений цементного камня, были разработаны полиминеральные композиционные вяжущие, обладающие повышенными прочностными показателями при сжатии. С учетом прироста прочности разработанных оптимизированных полиминеральных композиционных вяжущих, эффективность применения составов КВ-2 и КВ-3, за счет компенсации прочности, в сочетании с САП модификации Floset В3 (дисперсности менее 200 мкм) составляет, соответственно, 14 и 39 %. При этом в сочетании с САП модификации Floset 129XB4N (дисперсности менее 200 мкм) состав КВ-2 полностью компенсирует прочность, а эффективность состава КВ-3 составляет 30 %.

Кроме этого, выявлен характер дефектности структуры гидратированного полиминерального композиционного вяжущего, заключающийся в значительном снижении количества образовавшихся усадочных микротрещин, их размеров и формы по сравнению с немодифицированным цементным камнем. Микротрещины в КВ не имеют ярко выраженной направленности и не пересекаются между собой, а трещины в цементном камне строго направлены и образуют сеть разветвлений. Такой характер дефектности структуры позволил соискателю высказать предположение о повышении сопротивляемости полиминерального КВ к деструктивным процессам, вызванным особенностями твердения.

Чтобы объяснить деформативные особенности затвердевшего полиминерального композиционного вяжущего, была установлена особенность гидратации и предложена феноменологическая модель твердения системы вяжущего «портландцемент – опоковидный мергель – отходы мокрой магнитной сепарации», которая заключается в последовательном росте новообразований системы «клинкерные минералы – опоковидный мергель – кварц различного генезиса – магнетит – гематит – вода – суперпластификатор». Последовательность твердения обусловлена разной интенсивностью и временем взаимодействия минеральной составляющей мергеля, полигенетического кварца и железосодержащих компонентов с продуктами гидратации клинкерных минералов, что объясняет повышение сопротивляемости КВ к деструктивным процессам, вызванным образованием и развитием микротрещин за счет входящих в состав вяжущего минеральных компонен-

тов, создающих армирующий эффект, и отличающихся высокой дисперсностью и плотностью.

В четвертой главе с применением расчетно-экспериментальной методики высокоплотных зерновых составов и техногенных тонкодисперсных минеральных наполнителей были получены составы, рекомендованные для приготовления текстиль-бетона по двум основным способам. Судя по полученным результатам, технические свойства разработанных составов полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым СП 96.13330.2016 «СНиП 2.03.03-85 Армоцементные конструкции».

При изучении усадочных деформаций было установлено, что введение суперабсорбирующих полимеров модификации Floset В3 (дисперсности менее 200 мкм) в количестве 0,15 % от массы вяжущего приводит к сокращению горизонтальных деформаций бетонной смеси вне зависимости от вида вяжущего в нормальных и жарких условиях твердения, соответственно, на 20 и 16 %, а текстиль-бетона – на 40 и 60 %. Полученные результаты усадочных деформаций доказывают эффективность применения суперабсорбирующих полимеров в борьбе с пластической усадкой.

Экспериментальным путем установлено, что за счет использования разработанных полиминеральных композиционных вяжущих при создании текстиль-бетона возможно увеличение долговечности композита посредством снижения щелочной агрессии цементной матрицы на текстильные армирующие материалы.

Для промышленного внедрения результатов исследований предложена технологическая схема производства изделий из текстиль-бетона с учетом технологических особенностей приготовления полиминеральных композиционных вяжущих.

В пятой главе для внедрения результатов научно-исследовательской работы соискателем были разработаны: стандарт организации СТО 02066339-001-2018 «Текстиль-бетон повышенной сопротивляемости деструктивным процессам», рекомендации по приготовлению текстиль-бетона на основе композиционных вяжущих, получено ноу-хау, заключен протокол о намерениях внедрения результатов диссертационной работы с ООО «Строительная Компания №1».

Применение разработанных составов текстиль-бетонов на основе полиминеральных композиционных вяжущих с добавлением суперабсорбирующих полимеров планируется при возведении «звуковой» перголы в рамках реализации проекта «Геосинтезированная архитектурная среда» на базе БГТУ им. В.Г. Шухова. Для этих целей произведены деформативные расчеты по предельным нагрузкам для изделий из текстиль-бетона и принята оптимальная конструкция композита.

Для осуществления трансфера технологий в строительную отрасль Белгородской области разработан проект малого инновационного предприятия с участием БГТУ им. В.Г. Шухова и схема коммерциализации МИП. Расчет экономической эффективности применения текстиль-бетона в качестве материала для усиления сооружений показал, что основную экономическую нагрузку несут текстильные армирующие материалы. Однако, благодаря сетке и конструктивным особенностям, почти в четыре раза снижаются затраты на сырье для бетона, а также нагрузка от собственного веса наносимого материала. Это может быть решающим фактором в пользу текстиль-бетона при выборе способа усиления при проведении работ по реконструкции сооружений, представляющих культурную и историческую ценность.

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

Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, достаточно обоснованы. Научные положения опираются на фундаментальные основы строительного материаловедения и не противоречат результатам исследования других авторов.

Совокупность проведенных в диссертационной работе исследований позволяет подтвердить возможность повышения эффективности текстиль-бетона посредством снижения деструктивных явлений в период схватывания, твердения и последующего формирования структуры материала.

Результаты работы прошли достаточную апробацию на конференциях различного уровня, а также внедрены в учебный процесс.

Достоверность и новизна научных исследований, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе соискателем сформулированы три пункта новизны научных исследований:

1. Выявлен характер влияния суперабсорбирующих полимеров на пластическую усадку цементных композитов в зависимости от их вида и дисперсности. Добавки САП за счет водоотдачи снижают отрицательное капиллярное давление дисперсной системы, образовавшееся в результате испарения влаги с поверхности, и тем самым, сокращают горизонтальные деформации еще незатвердевшей смеси. Это приводит к уменьшению количества деструктивных явлений в период схватывания цементного вяжущего и снижению рисков образования трещин.

2. Установлена особенность гидратации и предложена феноменологическая модель твердения системы полиминерального композиционного вяжущего, кото-

рая объясняет характер структуры затвердевшего КВ. Особенность твердения, предположительно, заключается в последовательном росте новообразований системы «клинкерные минералы – полиминеральные добавки», обусловленной разной интенсивностью и временем взаимодействия минеральной составляющей с продуктами гидратации клинкерных минералов, что благоприятным образом сказывается на микроструктуре затвердевшего вяжущего и снижает количество деструктивных процессов, вызванных образованием и развитием микротрещин.

3. Выявлено синергетическое действие полиминеральных КВ и суперабсорбирующих полимеров, повышающее эффективности разработанных составов мелкозернистых бетонов, рекомендуемых для приготовления текстиль-бетона. Эффективность заключается в комплексном влиянии на формирование структуры материала в период схватывания и твердения за счет сокращения деструктивных явлений и снижения щелочной агрессии вяжущего на текстильные армирующие сетки.

Степень достоверности научных исследований, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением общепринятых гипотез и допущений, апробированных и стандартизированных методик проведения испытаний с использованием поверенного лабораторного оборудования, удовлетворительной корреляцией результатов экспериментальных и теоретических исследований, подтверждена результатами многочисленных экспериментов, а также их повторяемостью, вероятностно-статистической обработкой экспериментальных данных и не подлежит сомнению.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов исследований

Соискателем теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность повышения эффективности текстиль-бетона посредством снижения деструктивных явлений в период схватывания, твердения и последующего формирования структуры материала. Расширены представления об усадочных явлениях в цементных системах, предложена общая модель усадочных деформаций.

Подобран оптимальный вид и дисперсность суперабсорбирующих полимеров, обеспечивающих наибольшую эффективность применения. Предложены составы для приготовления текстиль-бетона на основе полиминеральных композиционных вяжущих и САП. Составы удовлетворяют требованиям, предъявляемым СНиП 2.03.03-85 «Армоцементные конструкции». Для апробации полученных результатов предложена технологическая схема производства изделий из текстиль-бетона; разработаны нормативные документы – стандарт организации СТО

02066339-001-2018 «Текстиль-бетон повышенной сопротивляемости деструктивным процессам» и рекомендации по приготовлению текстиль-бетона.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 19 научных статьях, пять из которых в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, две статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах данных Scopus и Web of Science. На составы текстиль-бетонов зарегистрировано ноу-хау.

Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе сообщается об опыте использования текстиль-бетона за рубежом. Есть ли примеры использования подобных материалов в России?

2. Во второй главе не приводится описания принципов работы считывающих датчиков, используемых в экспериментальной установке для изучения пластической усадки. Это было бы важно для понимания принципа измерения выходных параметров.

3. В описании применяемых минеральных добавок для приготовления полиминерального композиционного вяжущего не объясняется чем обусловлен их выбор.

4. Для апробации разработанных полиминеральных вяжущих, на мой взгляд, было необходимо представить более подробно такие свойства, как нормальная плотность, сроки схватывания, химический и минеральный состав и т.д.

5. Результаты исследований можно было бы использовать для разработки более широкой и конкретной номенклатуры изделий.

6. В диссертационной работе имеются незначительные стилистические неточности, синтаксические ошибки и опечатки.

Отмеченные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

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

Полученные в диссертации выводы и предлагаемые технические рекомендации обладают научной новизной и практической значимостью. Анализ литературных источников и результаты экспериментальных исследований оформлены в соответствии с правилами научного цитирования и заимствования. Имеются ссылки на труды западных и отечественных авторов. Автореферат соответствует содержанию диссертации, основные результаты диссертационной работы доложены на конференциях различного уровня и опубликованы.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты; имеет прикладной характер и в ней приведены сведения о практическом использовании полученных автором диссертации результатов.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Таким образом, диссертация Попова Дмитрия Юрьевича на тему «Повышение эффективности текстиль-бетона» соответствует требованиям, предъявляемым п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, ред. от 01.10.2018 № 1168) к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научных задач по уменьшению деструктивных явлений в период схватывания и твердения бетона, имеющих значение для развития строительного материаловедения и строительной отрасли в целом.

На основании вышеизложенного полагаю, что Попов Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия (отрасль наук – технические).

Официальный оппонент:

Доктор технических наук
(05.23.05 – Строительные материалы и изделия), доцент, профессор кафедры «Строительные конструкции»

Низина
Татьяна Анатольевна
26.11.2018 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»,
430005, Республика Мордовия,
г. Саранск, ул. Большевиков, 68
Тел. 8(8342) 47-71-76
E-mail: nizinata@yandex.ru

