

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Дорожно-строительные материалы» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» Урхановой Ларисы Алексеевны на диссертационную работу Аласханова Арби Хамидовича на тему «Полифункциональные строительные композиты на основе техногенного сырья», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

На отзыв были представлены автореферат и диссертация, состоящие из введения, восьми глав, заключения, списка литературы и приложений.

Современные подходы по повышению эффективности композиционных анизотропных материалов за счет формирования необходимой структуры, обеспечивающие снижение количества дефектов, является актуальной проблемой современного материаловедения. Подобный подход, основанный на принципах управления процессами структурообразования в сложных многокомпонентных системах при взаимодействии большого количества различных структурных элементов с широким диапазоном свойств соответствует требованиям времени, поскольку современное развитие строительного материаловедения направлено на повышение эффективности используемых компонентов и их взаимодействия в структуре. Такие подходы позволяют рационально использовать некондиционное минеральное сырье, включая техногенное, в технологии получения композиционных материалов.

В связи с этим рецензируемая диссертационная работа Аласханова А.Х., направленная на разработку рациональных и эффективных методов получения связной, однородной матричной структуры за счет использования современных химических модификаторов и высокоактивных композиционных вяжущих с наполнителем техногенной природы представляется весьма актуальной для современного состояния строительного материаловедения.

Цели и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка научно-технологических основ (методов) получения и синтеза полифункциональных строительных композитов на основе техногенного сырья для устройства несущих и ограждающих строительных конструкций, и защиты среды обитания человека. В соответствии с поставленной целью соискатель сформулировал задачи, которые при анализе результатов решены. Автором работы верно отмечено, что в настоящий момент нормативно-техническая документация и общепринятые способы утилизации отходов от разборки зданий и сооружений с одновременным получением сырья для проектирования полифункциональных строительных композитов, с учетом

особенностей каждого его компонента, в теории и практике современного строительного материаловедения отсутствуют.

Результаты работы использовались при реализации разработанного Правительством Российской Федерации проекта стратегического развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года, в котором четко обозначена одна из тенденций развития строительной индустрии - выпуск новых типов композитных строительных материалов, более энергоэффективных, менее материалоемких, повышающих эксплуатационную надежность и долговечность зданий и сооружений, в результате чего автором получен значительный экологический и экономический эффект.

Поэтому разработки автора по получению полифункциональных строительных композитов на основе техногенного сырья безусловно имеют научно-практический интерес. Автор, на основе глубокого анализа решаемой задачи, правильно обозначил цель и задачи исследований, выбрал пути их достижения и решения, обратил внимание на ранее неучтенные детали технологического плана для успешного внедрения полученных результатов.

Таким образом, рецензируемая работа является актуальной и интересной в научно-практическом плане.

Научную новизну полученных диссертантом результатов составляют: - сформулированы научно-технологические основы производства полифункциональных строительных композитов с применением техногенного сырья, заключающиеся в особенности управления процессами структурообразования на нано-, микро- и макроуровне, в зависимости от состава композиционных вяжущих и минеральных добавок. Это позволяет получать композиты с гетерогенной матрицей цементного камня и широким разнообразием морфологических характеристик новообразований, что обеспечивает полифункциональность и высокие эксплуатационные характеристики композитов;

- предложены принципы получения высокопрочных бетонов для эксплуатации в сейсмоопасных регионах, заключающиеся в использовании полиминеральных добавок для получения композиционных вяжущих и заполнителей, подобранных с учетом закона подобия. Наличие в композиционном вяжущем непрогидратированных частиц цемента из материала рециклинга бетона, а также гидросиликатов кальция различной основности, позволяет рассматривать твердение смеси как сложной многокомпонентной системы, способствующей формированию высокопрочной матрицы. Это позволяет получать на промышленных отходах самозалечивающиеся композиты с пределом прочности при сжатии до 116 МПа и деформационными характеристиками в 1,5-4 раза ниже, чем у контрольных образцов;

- разработаны научно-обоснованные способы проектирования и производства композитов для малых архитектурных форм на отсевах дробления лома из бетона и плотных природных горных пород с учетом их свойств (гранулометрии, физических, физико-механических и др.), что обеспечивает возможность получения линейки новых бетонов для устройства малых архитектурных форм с применением композиционного гипсового вяжущего, отличающихся повышенной, в сравнении с традиционными, плотностью и прочностью, меньшим размером пор, высокими показателями долговечности, небольшими значениями относительных усадочных деформаций;

- сформулированы научные подходы получения энергоэффективных стеновых блоков на основе боя керамического кирпича, заключающиеся в создании крупнопористой структуры с высокой адгезией заполнителя к цементному камню. Крупный и мелкий заполнитель на основе лома керамического кирпича обладают признаками активных заполнителей (II-ой тип), которые характеризуются особенностью физического соединения поверхности заполнителя с телеобразной цементной массой, проникающей в открытые поры и мелкие капилляры заполнителя, при дальнейшей гидратации которых происходит образование гидратных фаз в порах, дополнительно способствуя возникновению новых связей между заполнителем и тонкодисперсными частицами цемента;

- обоснована возможность улучшения качества кладочных растворов за счет использования при их проектировании закона сродства структур. Адгезия разработанных растворов к керамическому кирпичу и к стеновым блокам, полученным с использованием боя керамического материала, в 2 раза выше, чем у контрольных образцов за счет применения композиционного вяжущего и тонкодисперсного керамического наполнителя. Это объясняется сродством структур стенового материала и кладочного раствора, особенностью микроструктуры контактного слоя, представленного высокодисперсными новообразованиями;

- сформулирована методология получения эффективных сухих строительных смесей (ССС) для производства мелкоштучных элементов перегородок и стен, а также комплексных строительных растворов с использованием гипсовых вяжущих, получаемых помолотом гипсового вяжущего со специально подобранной смесью, портландцемента, кремнеземсодержащего компонента из техногенного сырья (шлака и золы-уноса) и органических добавок. Процесс твердения предложенной системы сопровождается образованием дополнительных объемов новообразований, которые увеличивают количество необходимых гидратных новообразований, оптимизируют структуру и обеспечивают требуемые эксплуатационные и функциональные показатели композита.

Ценность работы для науки и практики обусловлена следующим:

- предложены теоретические основы синтеза полифункциональных композитов с использованием фрагментов разрушенных зданий и сооружений, боя керамического кирпича, золошлаковых отходов, золы-уноса и шлаков, позволяющие с использованием закона сродства структур, закона подобия и теории техногенного метасоматоза получать строительные композиты различного назначения;

- в развитии ранее предложенной теории и методологии синтеза полифункциональных строительных композитов с применением техногенного сырья доказано, что процессы структурообразования композиционного вяжущего носят многофакторный характер, требующий особых подходов при разработке их оптимальных рецептур для получения композитов широкого функционального назначения;

- на теоретическом уровне предложена целевая структура полифункционального строительного композита, получаемого с использованием техногенного сырья с заранее заданными физико-механическими и эксплуатационными показателями, учитывающая особенности службы, характер и специфику разрушения цементного камня, что

позволяет обосновывать создание, применение и возможность производства бетонных композитов нового поколения;

- установлены технологические параметры стабилизации цементно-водных суспензий с использованием тонкомолотых минеральных техногенных добавок. Подтверждена эффективность применения наполнителей из материала от рециклинга дисперсного компонента бетона и керамического кирпичного боя в высокоподвижных бетонных смесях в качестве стабилизатора микроструктуры, предотвращающих процесс водоотделения и расслоения смеси, что обеспечивает повышение однородности свойств при производстве сейсмостойких материалов;

- разработаны оптимальные составы конструкционно-теплоизоляционных композитов на заполнителях, полученных рециклингом керамического кирпичного боя (ККБ);

- предложена технология приготовления бетонных смесей для малых архитектурных форм на вторичных заполнителях из ККБ с использованием двухстадийного способа перемешивания, что обеспечивает возможность его использования, не применяя способы обогащения и фракционирования;

- разработана технологическая схема получения комплексной модифицированной добавки путем механоактивации золошлаковой смеси с суперпластификатором. Разработаны составы строительных растворов на мелких песках, модифицированные органоминеральной добавкой, марок М100-М150 с морозостойкостью F50-F75 и повышенной стойкостью против высолообразования. С использованием строительных растворов выполнены штукатурные и кладочные работы при строительстве жилых и общественных зданий в г. Грозный;

- предложена наиболее рациональная область применения золошлаковых отходов ТЭЦ в качестве активных минеральных добавок для получения КГВ и ССС, подобраны и оптимизированы их составы, позволяющие обеспечивать решение вопросов охраны окружающей среды и расширения сырьевой базы производства стеновых бетонных композитов и отделочных материалов, включая материалы для МАФ;

- разработаны и предложены к внедрению рекомендации по получению составов ССС на КГВ с тонкодисперсными минеральными добавками из золы-уноса и шлака и химическими добавками с целью выпуска низкоэнергетических стеновых мелкоштучных и отделочных материалов, обладающих высокими показателями водостойкости и долговечности;

- теоретические положения работы и результаты экспериментальных исследований внедрены в учебный процесс Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова при подготовке студентов направления «Строительство», по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», кадров высшей квалификации по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства», а также при выполнении студенческих научно-исследовательских работ.

Новизна и ценность технических решений, предложенных Аласхановым А.Х., подтверждена несколькими патентами на изобретение.

Достоверность результатов исследований обеспечивается обоснованным комплексом исследований на поверенном экспериментальном

оборудовании; статистической обработкой результатов; сопоставлением результатов, полученных разными методами, а также другими авторами. Достоверность результатов исследований подтверждается значительным объемом экспериментальных данных, согласующихся с теоретическим обоснованием основных направлений работы, а также соответствием опытно-промышленных испытаний с данными лабораторных исследований.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 446 страницах машинописного текста, включающего 89 таблиц, 144 рисунка и фотографий, списка литературы из 505 наименований, 25 Приложений.

Анализ содержания работы. Автор на высоком уровне представляет исследование проблемы использования техногенного сырья различного происхождения для получения современных, широко востребованных полифункциональных строительных композитов на основе использования тонкодисперсных минеральных добавок природного и техногенного происхождения.

Во введении автором обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, излагается цель и задачи работы, сформулирована научная новизна, приведены теоретическая и практическая ценность, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности полученных результатов исследований.

Первая глава содержит подробные сведения из литературных источников по изучаемой проблеме. Оценены состояние и перспективы производства полифункциональных строительных композитов и строительной продукции на их основе. Сделан анализ большого объема исследований в области оценки, прогнозирования и управления свойствами композиционных вяжущих на тонкоизмельченном минеральном сырье и композитов на их основе. На основании анализа и обобщения более 505 литературных источников автором, А.Х. Аласхановым, намечены пути решения важнейших проблем строительного материаловедения – снижение энергоёмкости производства строительных материалов, улучшение архитектуры и дизайна городов и сельских поселений.

Несмотря на то, что проблемой использования техногенного сырья различного происхождения для получения современных строительных композитов ученые и специалисты занимаются с конца прошлого века, Аласхановым А.Х. впервые предложен научно обоснованный системный подход в его реализации. Такой подход с учетом современных достижений в области строительного материаловедения является эффективным решением важнейших задач энерго- и ресурсосбережения в строительстве и в области охраны окружающей среды.

Вторая глава посвящена теоретическим основам изучения синтеза полифункциональных композиционных материалов специального назначения на основе техногенного сырья различного происхождения как объекта модифицирования с учетом принципов трансдисциплинарности, закона сродства структур и закона подобия, которые определяют особенности влияния

составляющих ингредиентов на структурообразование в создаваемых строительных композитах.

Использование современных представлений о процессах гидратации, структурообразования и синтеза новообразований и прочности многокомпонентной системы «цемент – минеральный наполнитель – ПАВ» позволило автору сформулировать ряд научных положений, положенных в основу дальнейших экспериментальных исследований в рассматриваемой работе. Автором подробно разработана теория и методология синтеза композитов на основе минеральных вяжущих. Создана целевая структура полифункционального композита, полученная с использованием техногенного сырья, с заранее заданными физико-механическими и эксплуатационными показателями, что отражается на особенностях службы, характере и специфике разрушения искусственного камня и предопределяет возможность проектирования и производства бетонных композитов нового поколения.

В третьей главе рассмотрены вопросы разработки высокопрочных бетонных композитов, предназначенных для эксплуатации в районах с высокой сейсмической опасностью. Особую значимость и жизненную важность высокопрочные бетоны могут находить в системе сейсмостойкого строительства. На территории нашей страны, как известно, находятся чрезвычайно опасные в сейсмическом отношении районы и области.

По мнению автора, весьма высоко влияние состава и технологии изготовления на реологические характеристики смесей для высокоэффективных композитов с химическим модифицированием. Автором доказано, что реологическая и водоредуцирующая эффективность действия пластифицирующих добавок в цементных суспензиях зависит от способа их введения в бетонную смесь. Экспериментально подтверждена эффективность двухэтапного перемешивания бетонной смеси с введением суперпластификатора на втором этапе смешивания. Для получения наиболее плотной структуры и максимальной прочности соискатель предлагает обеспечить эффективное соотношение компонентов состава цементного камня при минимальном В/Ц-отношении и учете влияния мелкого заполнителя, включая его происхождение.

Предложенные в работе диссертантом системы позволяют стабилизировать цементно-водные суспензии с использованием минерального наполнителя различного происхождения: из материала от рециклинга бетона, боя керамического кирпича (ККБ), золошлаковых смесей (ЗШС), мелких некондиционных кварцевых песков.

Таким образом, автором предложены строительные цементные композиты с высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками, обеспечиваемые в том числе за счет предложенного метода самовосстановления дефектов структуры цементного материала.

Четвертая глава посвящена применению природных и техногенных отходов (камнедробления и фрагментов разрушенных зданий) для производства мелкозернистых цементных композитов для малых архитектурных форм (МАФ).

В результате проведенных исследований автором определены составы и соответствующие им свойства различных полифракционных техногенных

материалов, установлены зависимости для расчета водопотребности композиционных смесей для МАФ с применением некондиционных фракций горных пород.

Проведенные исследования позволили соискателю предложить широкую номенклатура композиционных материалов для малых архитектурных форм, полученных на основе использования необогащенных отсевов бетонного лома и камнедробления с применением системы низкоэнергоемких технологических методов их изготовления. Предложенное в работе раздельное смешивание сырьевых компонентов при механической активации композиционной смеси позволило повысить показатели прочностных свойств цементных композиционных материалов на 10-25 %, а при предлагаемом диссертантом способе поличастотного вибрационного уплотнения – на 20-40 %.

Пятая глава посвящена научным исследованиям по разработке рецептуры составов легких бетонов и изготовлению стеновых изделий на их основе с использованием переработанного керамического боя.

С целью реализации вышеизложенной задачи автором работы разработаны и исследованы оптимальные рецептуры лёгких бетонов классов В7,5 – В20 на материалах от рециклинга кирпича. Для снижения водопотребности бетонной смеси, обусловленной высокой открытой пористостью (12–14 %) заполнителя из керамического лома, включающего обломки кирпича и строительного раствора, соискателем предложено использование добавок-суперпластификаторов. При этом доказано, что снижение В/Ц-отношения с использованием суперпластификаторов СП-1 и Хидетал способствует ускорению набора семи суточной прочности - 70–90 % от проектной соответственно, при этом прочность бетона без добавок в аналогичном возрасте составила не более 60 % от проектной.

Шестая глава диссертации посвящена исследованиям по разработке строительных растворов различного функционального назначения на основе комплексного использования техногенного сырья.

По результатам выполненных исследований автором предложены строительные растворы, модифицированные комплексной модифицирующей добавкой (КМД), с марками по прочности М100-М150 и морозостойкости F50-F75, отличающиеся повышенной стойкостью против высолообразования, которая обеспечивается связыванием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ аморфным кремнеземом модифицированной добавки.

Соискателем предложена технологическая схема получения комплексной модифицированной добавки на основе золошлакового сырья, как начального этапа производства строительных растворов на местном сырье. С использованием разработанных автором строительных растворов на местных мелких песках марок М100 и М150 с добавкой КМД выполнены штукатурные и кладочные работы при строительстве жилых и общественных зданий.

В седьмой главе приводятся результаты исследований по разработке эффективных составов сухих строительных смесей на основе композиционного гипсового вяжущего (КГВ) с использованием золошлаковых отходов ТЭЦ в

качестве активных минеральных добавок и строительных композитов на их основе.

Автором установлено, что в составе используемых золошлаковых отходов содержатся рентгеноаморфные вещества – $K_2Na(AlSi_3O_8)$ и SiO_2 , которые при взаимодействии с $Ca(OH)_2$ способны проявлять гидравлическую активность с формированием гидросиликатов кальция второй генерации, которые обеспечивают конечную прочность, водостойкость и долговечность материала, что подтверждает эффективность применения золошлаковых отходов в составе КГВ для ССС на их основе.

В результате изучения характера влияния минеральных добавок на процессы структурообразования при твердении КГВ с оптимизированным гранулометрическим составом их частиц, соискателем доказано, что такой подход приводит к синтезу в матрице композита низкоосновных гидросиликатов, гидроалюмосиликатов кальция и повышению его водостойкости.

С использованием результатов проведенных исследований разработаны составы ССС на основе КГВ для мелкоштучных стеновых изделий и широкая линейка составов сухих штукатурных смесей на основе КГВ для отделочных работ.

В восьмой главе приводятся разработанные нормативные документы, результаты внедрения полученных результатов в производство и их технико-экономическое обоснование.

В зависимости от вида получаемого композиционного материала экономический эффект от внедрения предлагаемых строительных композитов находится в интервале 217 – 1270 руб. на 1 м^3 продукции.

Заключение по диссертации сформулировано четко и не вызывает сомнений. Диссертационная работа содержит пункты научной новизны, которые отвечают решению научной проблемы, имеющей важное народнохозяйственное значение для развития производства строительных композитов с использованием техногенного сырья различного состава и происхождения.

Замечания по диссертационной работе Аласханова А.Х. следующие:

1. В диссертационной работе используются термины «комплексное использование техногенного сырья», «сырье природного и техногенного происхождения», «местное сырье» и отмечается, что композиты получают, в одном случае, на техногенном сырье, а в другом - на природном и техногенном.

В связи с этим, чем объясняется отсутствие единой терминологии в тексте диссертации и использование в исследованиях в качестве исходных сырьевых компонентов материалы различного происхождения?

2. Пункт 2 практической значимости работы, сформулированные автором, требует подтверждения по разработке оптимальных составов теплоизоляционных композитов на заполнителях, полученных рециклингом керамического кирпичного боя (ККБ).

3. Автором для получения композиционных вяжущих целевого назначения, синтезированных помолотом вяжущих, минеральных компонентов и

химических добавок, использовалась вибрационная шаровая мельница (стр. 152 диссертации и стр. 10 автореферата диссертации). Чем обоснован выбор помольного агрегата и почему он, по мнению автора, является рациональным?

4. На рисунке 5.8 (стр.266 диссертации) приводятся рентгенограммы контактной поверхности между цементной матрицей и заполнителями различной природы. Учитывая возможности современных дифрактометров, было бы интересно оценить количественное содержание гидратных фаз, доказывающее эффективность использования кирпичного керамического боя для получения легких бетонов.

5. Автором для подтверждения результатов исследований использовались методы физико-химического анализа, но не указывается приборное обеспечение методов исследований, например, проведение РФА материала от рециклинга бетона (рис. 3.4, табл. 3.6 диссертации), изучение тепловыделения цементного теста из композиционного вяжущего (рис. 3.14 диссертации).

Сделанные замечания и предложения не снижают общей положительной оценки рецензируемой диссертационной работы.

Рассматриваемая работа выполнена с использованием современного сертифицированного оборудования. Результаты исследований, отражающие основные положения диссертационной работы, изложены в 110 научных публикациях, в том числе в 14 статьях, входящих в перечень рецензируемых изданий ВАК РФ, в 28 статьях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science, отражены в 1 учебнике и 2 учебных пособиях. Получено 3 патента на изобретение. Это подтверждает личный вклад соискателя в разработку научной проблемы и его приоритет в получении вынесенных на защиту научных результатов.

Диссертация написана грамотно, аккуратно оформлена, снабжена достаточным количеством ссылок на литературу.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Общая оценка работы. Учитывая вышеизложенное, считаю, что диссертационная работа Аласханова А.Х. «Полифункциональные строительные композиты на основе техногенного сырья» представляет оконченную научно-исследовательскую работу, посвященную актуальному вопросу получения современных строительных композитов на композиционных вяжущих, содержит элементы научной новизны и практической ценности, имеет внедрения в образовательную и производственную практику. Проблемы и задачи, которые сформулированы автором работы, исследованы и решены. В целом работа выполнена на высоком научном уровне, автором получен большой объем экспериментальных результатов и практических данных, а также использовано достаточное количество источников отечественной и иностранной литературы.

По научному содержанию и по форме изложения материала диссертация «Полифункциональные строительные композиты на основе техногенного сырья» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, апробированную на практике и полностью соответствующую требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., № 842 в настоящей

редакции, предъявляемым к диссертационным работам, представленным на соискание ученой степени доктора наук, а его автор, Аласханов Арби Хамидович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5 - Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук по специальности 05.23.05 Строительные материалы и изделия, профессор, профессор кафедры «Дорожно-строительные материалы» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»



Урханова
Лариса Алексеевна

«01» сентября 2023 г.

Адрес: ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64

Телефоны: 8 (499) 346-01-68
89021685168

E-mail urkhanova@mail.ru

Сайт: info@madi.ru

Подпись официального оппонента Урхановой Л.А. заверяю:

Проректор по учебной работе МАДИ



И.А. Артемьев