

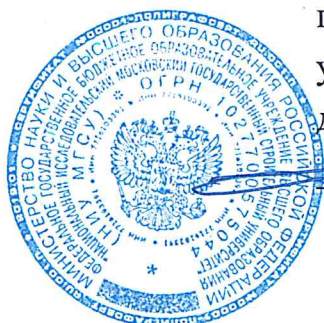
«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО «Национального
исследовательского Московского
государственного строительного
университета» (НИУ МГСУ)

д.т.н., проф.

Акимов П.А.

«31» 08 2023 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» на диссертационную работу **Аласханова Арби Хамидовича** на тему **«Полифункциональные строительные композиты на основе техногенного сырья»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Важнейшей задачей современной строительной индустрии является производство современных строительных композитов с применением экономичного, экологичного некондиционного сырья как природного, так и техногенного происхождения, включая отходы от разборки разрушенных и снесенных зданий и сооружений, после соответствующей их переработки.

Перспективным направлением развития промышленности строительных материалов является производство бетонных композитов с применением вяжущих органического и неорганического состава. Изготовление полиминеральных вяжущих с применением предварительно подготовленных отходов производства является эффективным и с экологической точки зрения (утилизация побочных продуктов), и с экономической (широкая местная сырьевая база). При этом, дальнейшее совершенствование технологии производства строительных композитов должно развиваться в направлении снижения энергетической емкости.

В связи с этим диссертационная работа Аласханова Арби Хамидовича, основанная на анализе местной природной и техногенной сырьевых баз, с целью повышения эффективности их применения, с максимально использованием вторичного техногенного сырья, что позволяет решить ряд актуальных вопросов, связанных не только с технологией производства высококачественных строительных композитов, но и предложить решение экономических и экологических проблем на высоком современном уровне, является своевременной и актуальной, что свидетельствует о соответствии работы требованиям ВАК к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук.

2. Структура и содержание диссертационной работы

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 – снижения энергоёмкости производства строительных материалов за счет строительства объектов из композитов нового поколения, защищающих человека от негативного воздействия аномальных природных и техногенных процессов, улучшения архитектуры и дизайна городов и сельских поселений.

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.

На основании предложенных теории и методологии синтеза полифункциональных композитов с применением техногенного сырья и композиционных вяжущих констатируется, что решение проблемы утилизации отходов строительного лома в современном строительстве возможно и целесообразно. Доказано, что процессы структурообразования композиционного вяжущего носят многофакторный характер, требующий особых подходов при разработке их оптимальных рецептур для получения полифункциональных композитов широкого функционального назначения (конструкционно-теплоизоляционного, конструкционного и специального).

В третьей главе рассмотрены вопросы разработки высокопрочных композитов для эксплуатации в сейсмоопасных районах. Известно, что для России, являющейся высокоурбанизированной страной, проблема сейсмической безопасности застройки и населения является важной и актуальной.

По мнению автора, решению этой проблемы в значительной степени способствует изучение строительных материалов на базе трансдисциплинарных подходов, включая теорию техногенного метасоматоза, закона подобия и др., что позволяет управлять процессом структурообразования и изменения характеристик композитов в широких пределах. В частности, для получения наиболее плотной структуры и максимальной прочности он предлагает обеспечить эффективное соотношение компонентов состава цементного камня при минимальном В/Ц, при этом указывается, что серьезное влияние на это оказывает мелкий заполнитель, включая его генезис.

При изучении предложенных диссертантом систем, установлена возможность стабилизации цементно-водных суспензий с использованием минерального наполнителя техногенного происхождения (МНТП): из материала от рециклинга бетона, из боя керамического кирпича (ККБ), из золошлаковых смесей (ЗШС), из мелких некондиционных кварцевых песков.

Таким образом, в 3 главе диссертации представлены результаты исследований, позволившие предложить широкую номенклатуру композитов для сейсмостойкого строительства, основанную на использовании различных материалов от рециклинга строительных изделий.

Предложенные композиты обладают высокими значениями физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик, обеспечиваемых в том числе за счет предложенного метода самовосстановления дефектов структуры цементного материала.

Четвертая глава посвящена рассмотрению вопросов создания мелкозернистых бетонов для изготовления малых архитектурных форм

(МАФ). Автором, в результате всестороннего анализа опыта применения природных и техногенных отходов (камнедробления и фрагментов разрушенных зданий) для производства цементных композитов, выявлено, что применение этих отсеков в промышленности строительных материалов с использованием энергетически эффективных технологий и особых приемов остается не до конца изученной областью в современной строительной индустрии.

Результатами, полученными в рамках диссертационного исследования, доказана возможность производства эффективных цементных материалов с применением некондиционных фракций, получаемых дроблением горных пород, исключая при этом затратные процессы.

Разработаны составы композиционных вяжущих и на их базе рецептуры мелкозернистых бетонных композитов для изделий малых архитектурных форм, отличающиеся плотной и прочной структурой со сниженным диаметром пор, повышенными характеристиками долговечности, с малыми усадочными деформациями (0,69–0,84 мм/м).

Пятая глава посвящена решению проблемы рециклинга ККБ для производства легких бетонов и изготовлению стеновых элементов на их основе. Отмечается, что заполнитель из ККБ имеет высокую пористость - 17,7 % и водопоглощение - 13-14 % по массе, невысокие значения прочности при сжатии в цилиндре - 11,9 - 14,5 МПа и морозостойкости - F 25. Повышенная пористость указывает на его принадлежность ко второй группе заполнителей по активности, в которых активность вызвана повышением прочности контакта цементного раствора с открытой поверхностью зерен заполнителя вследствие проникновения в поры и капилляры заполнителя тончайших частиц вяжущего, обеспечивая образование ранее не существующих связей заполнителя с цементной матрицей, что повышает сцепление, так как при испытаниях бетона на прочность разрушение преимущественно происходит по заполнителю или цементному камню, при этом контактная зона между ними остается неповрежденной.

На основе использования заполнителей из керамического кирпичного боя соискателем разработаны составы легких бетонов крупнопористой структуры на основе ККБ, отличающихся низкой теплопроводностью, что дает возможность их применения в многослойных ограждающих конструкциях в качестве теплоизоляционного материала. Бетоны крупнопористой структуры характеризуются минимальной теплопроводностью 0,35 Вт/(м·°С). Бетоны плотной структуры на кирпичном бое автор рекомендует использовать в качестве теплоизоляционно-конструкционного бетона.

В шестой главе рассмотрены вопросы получения эффективных строительных растворов на основе техногенного сырья. Для получения кладочных растворов соискателем разработаны композиционные вяжущие с различными видами минеральных наполнителей. Проведенными исследованиями показано, что наибольшую фактическую прочность (около 70 % R_{28}) показали растворы на основе вяжущего с тонкодисперсным минеральным наполнителем из боя керамического кирпича (40 %), твердевшие в кладке из блоков на ККБ.

Для улучшения технологических и физико-механических свойств строительных растворов на мелких песках автор предложил модифицировать составы комплексной модифицирующей добавкой (КМД), полученной путем совместного измельчения золошлаковой смеси с суперпластификатором С-3. При этом оптимальная дозировка КМД составила 10 % от массы вяжущего при удельной поверхности 500 м²/кг. Доказано, что применение КМД продлевает сохраняемость растворной смеси до 3,5–5 ч, способствует повышению водоудерживающей способности до 97–98 % и адгезии до 0,49–0,51 МПа, расслаиваемость снижается до 5,8–6,4 %.

В седьмой главе рецензируемой диссертации изложены результаты по получению сухих строительных смесей (ССС) на основе композиционного гипсового вяжущего (КГВ), полученного с использованием механоактивированных золошлаковых отходов ТЭЦ в качестве активных минеральных добавок, для производства мелкоштучных стеновых материалов и изготовления штукатурных растворов.

Проведенными исследованиями автором установлено, что в составе золошлаковых отходов Грозненской ТЭЦ 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 доказывает возможность эффективного применения золошлаковых отходов в составе КГВ для СССР.

В ходе выполнения диссертационного исследования соискателем предложены: составы СССР на основе КГВ для мелкоштучных стеновых материалов классов по прочности В10 – В35 с коэффициентом размягчения 0,66–0,73 и рецептуры сухих штукатурных смесей на основе КГВ, по своим основным физико-техническим свойствам соответствующие или превосходящие нормативные требования, а по характеристикам долговечности и экономичности превосходящие производимые аналоги на основе традиционных гипсовых вяжущих.

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

На основании расчета материальных затрат на разработку в рамках диссертационной работы новой продукции, соискателем сделано технико-экономическое обоснование получения полифункциональных строительных композитов широкого функционального назначения с комплексным использованием местного природного и техногенного сырья, выполнено внедрение опытных партий композиционных материалов ведущими в регионе строительными компаниями ООО «ПГС-85», ООО «СК Чеченстрой», ООО «Водстрой», ООО «СтройГрупп» и ООО «Дика - стройпроект» и разработана нормативно-техническая документация, апробированная в производственных условиях при широкомасштабном внедрении результатов диссертационной работы.

Экономический эффект от внедрения предлагаемых строительных композитов находится в интервале 217 – 1270 руб. на 1 м³ продукции, в зависимости от вида получаемого композиционного материала.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обеспечена использованием апробированных методов экспериментальных исследований, применением математических методов планирования эксперимента и поверенного оборудования, а также применением современного программного обеспечения при обработке экспериментальных данных, испытанием необходимого количества контрольных образцов, обеспечивающих доверительную вероятность 0,95 при коэффициенте вариации менее 10 %, подтверждением лабораторных данных результатами полупромышленных испытаний. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, построены на известных положениях твердения клинкерных минералов с участием тонкодисперсных минеральных наполнителей природного и техногенного происхождения и в целом согласуется с опубликованными данными ведущих научных школ в области современной строительной практики.

4. Научная новизна исследований и полученных результатов

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 обладает признаками активных заполнителей (II-ой тип), которые характеризуются особенностью физического соединения поверхности заполнителя с гелеобразной 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 ССС для производства мелкоштучных элементов перегородок и стен, а также комплексных строительных растворов с использованием гипсовых вяжущих, получаемых помолом 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.

5. Научная и практическая значимость результатов диссертационных исследований.

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.

Доказано, в развитие ранее предложенной теории и методологии синтеза полифункциональных строительных композитов с применением техногенного сырья, 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.

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 теплоизоляционных и 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 местных 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 (кубиковая прочность - 10–40 МПа, средняя плотность - 1000-2100 кг/м³, коэффициент размягчения - 0,8...0,88, класс морозостойкости - F20-F50).

Результаты диссертационного исследования представлены в 110 публикациях, в том числе в 5 монографиях, в 14 статьях в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, в 28 статьях в научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, отражены в 1 учебнике и 2 учебных пособиях. Новизна и ценность технических решений, предложенных Аласхановым А.Х., подтверждена 3 патентами Российской Федерации на изобретение.

6. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки.

Экспериментальные результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для производства бетонных композитов с применением вяжущих органического и неорганического состава. Для изготовления полиминеральных вяжущих с применением предварительно подготовленных отходов производства является эффективным и с экологической точки зрения (утилизация побочных продуктов), и с экономической (широкая местная сырьевая база). Для получения полифункциональных строительных композитов широкого функционального назначения с комплексным использованием местного природного и техногенного сырья, для малых архитектурных форм, для получения эффективных ССС для производства мелкоштучных элементов перегородок и стен, а также комплексных строительных растворов с использованием гипсовых вяжущих, получаемых помолом гипсового вяжущего со специально подобранной смесью, портландцемента, кремнеземсодержащего компонента из техногенного сырья (шлака и золы-уноса) и органических добавок.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы.

Теоретические положения работы и результаты экспериментальных исследований внедрены в учебный процесс Грозненского государственного нефтяного технического университета им. акад. М.Д. Миллионщикова при подготовке студентов направлений: бакалавриата 08.03.01 – «Строительство», магистратура 08.04.01 – «Строительство», специалитета 08.05.01 – «Строительство уникальных зданий и сооружений», подготовки

кадров высшей квалификации 08.06.01 – «Техника и технологии строительства», а также при выполнении студенческих научно-исследовательских работ.

8. Замечания.

1. Из представленных результатов в разделе 3.2 недостаточно конкретизировано какие установлены технологические параметры стабилизации цементно-водных суспензий с использованием тонкомолотых минеральных техногенных добавок.

2. В работе следовало бы более детально обосновать и описать вид механоактивации золошлаковой смеси с суперпластификатором.

3. В разделе 5.4 при описании поровой структуры легких бетонов, таких как средний размер пор (λ , мкм), однородность пор (α) и удельная поверхность пор (S_0 , м²/кг) необходимо было привести методику определения этих характеристик.

4. Не совсем корректно сделано заключение о том, что высокоосновные гидроалюминаты кальция становятся нестабильными и переходят в более устойчивые низкоосновные, ссылаясь на ТУ 21-31-62-89 Вяжущие гипсоцементно-пуццолановое (ГЦПВ).

Отмеченные замечания не снижают общее положительное мнение о диссертационной работе, представленной на отзыв. Диссертация Аласханова Арби Хамидовича является актуальной научно-исследовательской работой, имеющей значимый научный интерес и обладающей практической ценностью.

9. Заключение.

Анализ диссертационной работы Аласханова Арби Хамидовича на тему «Полифункциональные строительные композиты на основе техногенного сырья», позволяет сделать вывод, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. в действующей редакции с изменениями от 20 марта 2021 г. № 426) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее

автор, Аласханов Арби Хамидович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры строительного материаловедения ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) «28» августа 2023 г. Протокол № 1.

Доктор технических наук по специальности
05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких
неметаллических материалов
профессор, заведующая кафедрой
«Строительное материаловедение»
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет» НИУ МГСУ

**Самченко
Светлана Васильевна**

Кандидат технических наук по специальности
05.16.09 Материаловедение (строительство)
доцент, доцент кафедры
«Строительное материаловедение»
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный
университет» НИУ МГСУ

**Козлова
Ирина Васильевна**

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Тел.: +7 (495) 781-80-07

<http://mgsu.ru>

E-mail: kanz@mgsu.ru

ПОДПИСЬ
С.В. Самченко, И.В. Козлова
ЗАВЕРЯЮ
[Signature]
Начальник УРП



Перевезенцева