

ОТЗЫВ

официального оппонента Пухаренко Юрия Владимировича
на диссертационную работу Аласханова Арби Хамидовича
**«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 диссертации

Возведение современных зданий и сооружений требует повышения эффективности строительного производства за счет рационального использования и снижения стоимости материальных, трудовых и энергетических ресурсов, в том числе в результате применения промышленных отходов, места складирования которых уже сегодня соизмеримы с месторождениями природных полезных ископаемых. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в использовании техногенных отходов при производстве строительных материалов, полностью решенной проблему назвать нельзя. Многочисленные и разнообразные по своему генезису, составу, строению, условиям складирования промышленные отходы существенно отличаются от природного сырья и требуют дальнейшего изучения вопросов изменчивости и обеспечения постоянства их состава, влияния на процессы структурообразования и эксплуатационные свойства получаемых на их основе материалов, разработки строительных технологий с учетом их особенностей и т.д. Помимо повышения технико-экономической эффективности в строительстве, реализация этих задач позволит улучшить экологическую обстановку и защитить население от негативных последствий деятельности предприятий в промышленно развитых регионах страны.

В связи с этим, диссертационные исследования, целью которых является разработка научно-технологических основ получения и синтеза полифункциональных строительных композитов на основе техногенного сырья для устройства несущих и ограждающих строительных конструкций и защиты среды обитания человека, представляются весьма актуальными.

Выполнение диссертационных исследований поддержано научными программами, в том числе грантом РФФИ № 18-48-200001 «Высококачественные бетоны с повышенными эксплуатационными свойствами на основе местного природного и техногенного сырья».

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

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации обоснованы и подкреплены результатами экспериментальных исследований, согласуются с современными научными представлениями в области строительного материаловедения, дополняют и развивают общие подходы к совершенствованию технологии изделий и конструкций из

цементных композитов и не противоречат результатам исследований других авторов.

Достоверность представленных в диссертации результатов обеспечивается значительным объемом экспериментальных данных, полученных с помощью современного оборудования, а также использованием комплекса современных стандартных и оригинальных методов исследования (рентгенодифрактометрия, сканирующая электронная микроскопия, изотермическая калориметрия, метод исследования механизма самовосстановления трещин и др.).

Важнейшим результатом работы является сформулированный автором вывод о том, что наиболее перспективным вариантом переработки и утилизации техногенного сырья является его механическая или механохимическая обработка, позволяющая получить композиционные вяжущие с широким спектром технологических и физико-механических свойств (быстро-, нормально- или медленно твердеющих, безусадочных, высокоактивных и др.) и изготавливать строительные композиты с требуемыми физико-механическими, технологическими, эксплуатационными показателями, обеспечивающими необходимые условия для жизнедеятельности человека и комфортной среды его обитания.

3. Научная новизна исследований и полученных результатов

На основе глубокого анализа проблемы использования техногенного сырья, работ, представленных в технической литературе, и результатов собственных исследований, автором диссертации сформулирован ряд новых научных положений и получены новые, ранее неизвестные, результаты:

- предложены и исследованы материаловедческие принципы и научно-технологические методы управления процессами структурообразования строительных композитов на нано-, микро- и макроуровне и формирования их свойств при производстве с применением техногенного сырья;

- разработаны основы получения композиционных вяжущих, заполнителей, наполнителей и бетонов, в том числе высокопрочных (с пределом прочности при сжатии до 116 МПа) как сложных многокомпонентных систем с учетом наличия в их составе негидратированных частиц цемента из материала рециклинга бетона, а также гидросиликатов кальция различной основности;

- научно обосновано и технологически оформлено получение и применение в производстве стеновых блоков крупного и мелкого заполнителя на основе боя керамического кирпича, обладающего высоким сцеплением с цементным камнем, благодаря возникновению дополнительных связей в результате проникновения и затвердевания части цементного геля в открытых порах и мелких капиллярах заполнителя;

- на основе закона сродства структур установлена возможность улучшения качества, в том числе повышения адгезионной и когезионной прочности кладочных растворов, полученных с использованием

композиционного вяжущего и тонкодисперсного керамического наполнителя из боя керамического материала;

- сформулирована методология и получены эффективные сухие строительные смеси различного назначения с использованием гипсовых вяжущих, цемента, кремнеземсодержащего техногенного сырья (шлака и золы-уноса) и органических добавок, отличающиеся от известных аналогов лучшими технико-экономическими показателями.

4. Теоретическая значимость, ценность работы для практики

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в обосновании целесообразности использования полифункционального техногенного сырья (фрагментов разрушенных зданий и сооружений, боя керамического кирпича, золошлаковых отходов), сочетающего в своем составе компоненты различной природы и дисперсности, для получения строительных композитов различного назначения.

В развитие ранее предложенной теории и методологии синтеза строительных композитов с применением техногенного сырья показано, что их структурообразование зависит от многих факторов и требует особых подходов при разработке оптимальных рецептур материалов с разнообразными свойствами. При этом, соискателем расширены представления о комплексном влиянии компонентов, полученных из техногенного сырья, в сочетании с органическими добавками на реологические свойства разрабатываемых смесей, а также на процессы гидратации и формирования функциональных свойств.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

- разработаны составы конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов на заполнителях, полученных рециклингом бетона и боя керамического кирпича (ККБ);

- предложена технология приготовления бетонных смесей на вторичных заполнителях из ККБ, включающая двухстадийное перемешивание, что обеспечивает возможность их использования без предварительного обогащения и фракционирования;

- разработаны составы строительных растворов марок М100-М150 на местных мелких песках, модифицированных органоминеральной добавкой, с морозостойкостью F50-F75 и повышенной стойкостью против высолообразования;

- разработаны рекомендации по получению составов сухих строительных смесей различного назначения на композиционном гипсовом вяжущем с тонкодисперсными минеральными добавками из золы-уноса и шлака и химическими добавками;

- разработаны нормативно-технические документы (стандарты организации, технические условия, технологические регламенты, рекомендации), регламентирующие использование промышленных отходов в производстве строительных материалов, изделий и конструкций.

6. Оценка содержания диссертационного исследования

Диссертационная работа Аласханова Арби Хамидовича состоит из введения, 8 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 478 страницах, содержит 144 рисунка и 89 таблиц. Список литературы включает 505 наименований.

Во введении обоснована актуальность и рассмотрена степень разработанности выбранной темы, сформулированы цель, ведущая научная гипотеза, а также задачи диссертационного исследования, приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту. Обозначена связь исследований с научными программами, а также представлены апробация и внедрение результатов работы.

В первой главе соискателем проведены анализ и обобщение информации по вопросам повышения эффективности строительного производства за счет рационального использования в составе строительных материалов дополнительных ресурсов в виде техногенных промышленных отходов. Отмечается, что не смотря на определенные успехи, недостаточно изучены вопросы изменчивости и обеспечения постоянства состава таких отходов, их влияния на процессы структурообразования и эксплуатационные свойства различных по назначению строительных композитов для производства стеновых и отделочных материалов, изделий малых архитектурных форм, сухих строительных смесей и т.д. Указывается на отсутствие в теории строительного материаловедения и практике современного производства закрепленных нормативно-техническими документами общепринятых способов утилизации отходов от разборки зданий и сооружений с одновременным получением сырья для новых строительных материалов с учетом особенностей каждого его компонента.

Вторая глава посвящена теоретическим основам синтеза композиционных материалов на основе техногенного сырья различного происхождения. Сформулированы теоретические положения получения строительных материалов с использованием фрагментов разрушенных зданий и сооружений, боя керамического кирпича, золошлаковых отходов, золы-уноса и шлаков, которые были положены в основу проведения дальнейших исследований в соответствии с целью и задачами диссертационной работы.

В третьей главе рассмотрены вопросы использования техногенного сырья при получении высокопрочных бетонов конструкций зданий, эксплуатирующихся в сейсмоопасных районах. При этом, разработана широкая номенклатура композитов, основанная на применении различных материалов от рециклинга строительных изделий. Данные материалы обладают высокими значениями физико-механических свойств, эксплуатационных характеристик и показателей долговечности. Показана возможность самовосстановления структуры разработанных бетонов, получившей трещины в ходе эксплуатации при динамических нагрузках в условиях сейсмической активности.

В четвертой главе приведены результаты исследований по созданию строительных композитов для изготовления малых архитектурных форм (МДФ): разработаны составы композиционных вяжущих и на их базе рецептуры мелкозернистых бетонов с применением некондиционных отсевов бетонного лома и камнедробления, которые отличаются плотной и прочной мелкопористой структурой, повышенными характеристиками долговечности и малыми усадочными деформациями (0,69–0,84 мм/м). При этом предложено отдельное смешивание компонентов (механическая активация поверхности зерен мелкого заполнителя) и уплотнение смесей с использованием специально разработанной поличастотной вибрационной установки, оснащенной дополнительным вибровозбудителем, что позволило отказаться от предварительной подготовки и обогащения отсевов.

Пятая глава диссертации посвящена решению проблемы рециклинга боя керамического кирпича (ККБ) для производства легких бетонов и изготовлению стеновых элементов на их основе. Разработаны оптимальные рецептуры и исследованы технические свойства лёгких бетонов на вторичных заполнителях из ККБ. Показано, что керамический кирпичный бой характеризуется повышенным сцеплением с цементной матрицей бетона, благодаря повышенной пористости поверхностных слоев. Тонкодисперсные частицы вяжущего глубоко проникают в поры и капилляры зерен заполнителей, где при гидратации ранее не прореагировавшего вяжущего в порах заполнителя образуются новые соединения, обеспечивающие формирование прочных связей между заполнителем и цементной матрицей и усиливающие силу их сцепления. По данным РФА установлено, что в зоне контакта осаждаются частицы гидратных фаз как положительно, так и отрицательно заряженные, при этом электроповерхностные взаимодействия вносят дополнительный вклад в формирование плотного контакта между элементами цементного бетона. Установлено, что при изготовлении бетонных смесей на основе ККБ целесообразно использование двухстадийного способа перемешивания бетонных смесей, что нивелирует отрицательное влияние пылевидной фракции на сцепление между цементной матрицей и заполнителем, способствует повышению прочности бетона при сжатии на 11-27 %.

В шестой главе приведены результаты разработки и исследования эффективных строительных растворов на основе техногенного сырья. Для кладочных растворов разработаны композиционные вяжущие с различными видами минеральных наполнителей. При этом, установлена зависимость прочности сцепления от степени сродства структур кладочных растворов со стеновыми материалами. Кладочные растворы с наполнителем из керамического тонкодисперсного материала характеризуются максимальной адгезией (0,62 МПа) к керамическому кирпичу и блокам на основе ККБ (0,59 МПа), что превосходит на 10-30% прочность сцепления растворов на основе композиционных вяжущих с наполнителями другого вида. Благодаря сродству составов, образуется тождественная структура в зоне контакта,

эффективно выполняющая роль связующего элемента, обеспечивающего монолитность кладки.

Для улучшения физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств кладочных и штукатурных растворов на мелких местных песках предложено модифицировать их составы комплексной добавкой, полученной путем совместного измельчения золошлаковой смеси с суперпластификатором С-3. Указывается, что утилизация механоактивированной золошлаковой смеси в производстве строительных растворов на природных мелких песках не только улучшает технические свойства растворной смеси и затвердевшего раствора, но также снижает их себестоимость, потребление природных ресурсов и способствует стабилизации экологической обстановки.

В седьмой главе обоснована возможность создания эффективных сухих строительных смесей (ССС) для мелкоштучных стеновых материалов и штукатурных растворов на основе композиционного гипсового вяжущего, получаемого смешиванием гипсового вяжущего со специально подобранной механоактивированной смесью портландцемента, кремнеземсодержащего компонента из техногенного сырья (шлака и золы-уноса) и органических добавок. Показано, что при твердении такого композита в большом объеме образуются водонерастворимые стабильные цементирующие гидратные новообразования (гидросиликаты, гидроалюминаты, алюмосиликаты, гидроалюмоферриты кальция, и др.), которые способствуют оптимизации структуры и гарантируют улучшение показателей его строительно-технических свойств.

В восьмой главе рассматривается вопрос о практическом применении полученных результатов диссертационных исследований в производстве широкого спектра строительных материалов, изделий и конструкций с технико-экономической оценкой.

В заключении сформулированы общие выводы по результатам исследования, даны рекомендации по их использованию, а также указаны перспективы дальнейшей разработки темы.

7. Критические замечания по диссертационной работе

К несомненным достоинствам диссертации следует отнести выбор темы и направления исследований, значительный объем теоретических и экспериментальных исследований, а также широкую практическую апробацию полученных научных результатов, сформулированных автором выводов и рекомендаций в условиях реального строительства и действующего производства.

Вместе с тем по диссертации имеются некоторые вопросы и замечания:

1. Подчеркнутая автором диссертации «полифункциональность» разработанных строительных композитов не выходит за рамки обычного понимания в данном вопросе и не вносит какого-либо разнообразия. В данном случае логично говорить о разработке широкого спектра строительных материалов различного назначения на основе

полифункционального техногенного сырья, из которого можно одновременно получать и компоненты вяжущих веществ, и заполнители, и наполнители и составляющие различных добавок.

2. В формулировке научной гипотезы явно не хватает конкретики. Как известно, гипотеза – это предположение, требующее доказательства, и простым способом проверки эффективности гипотезы является ответ на вопрос, нуждается ли она в этом. Сформулированное в диссертации положение давно известно и понятно без каких-либо доказательств, поэтому в состав научной гипотезы следовало бы включить исследовательский вопрос или утверждение, предполагающее конкретный ожидаемый результат, после получения которого гипотеза становится частью теории.

3. Автором разработаны эффективные лёгкие бетоны на заполнителях из боя керамического кирпича (ККБ). Вместе с тем, трудно согласиться с рекомендацией их применения в качестве теплоизоляционного материала (с.255 дис.) при собственной теплопроводности $0,35 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$. Скорее следует вести речь об эффективных однослойных конструкциях из этого материала со штукатуркой с двух сторон.

4. В диссертации убедительно показано и неоднократно подчеркнуто, что керамический кирпичный бой характеризуется повышенным сцеплением с цементной матрицей бетона, благодаря повышенной пористости поверхностных слоев (эффект «самовакуумирования заполнителя» по М.З.Симонову, который по предложению автора диссертации усиливается путем использования двухстадийного способа перемешивания бетонных смесей). На самом деле все сложнее! Насколько важно сцепление при слабом (пористом) заполнителе – вопрос! А вот то, что вблизи поверхности такого заполнителя образуются контактные зоны **увеличенной** толщины с улучшенными свойствами – это важно, т.к. суммарный объем таких зон и, следовательно, вклад в прочность и др. характеристики (напр., водонепроницаемость) значительный. Учитывая это, представляется целесообразным продолжить исследования в данном направлении.

5. В диссертации доказана способность бетона к самозалечиванию сквозных трещин, основанная на продолжении (возобновлении) гидратации непрореагировавших ранее зерен цемента, содержащихся в составе техногенного сырья. Однако реализация данного эффекта может оказаться проблематичной, т.к. непонятно, каким образом возможно осуществить фильтрацию в открывшихся трещинах необходимого для протекания этого процесса количества воды.

6. В целом диссертация хорошо оформлена, изложена технически грамотно и позволяет полностью понять суть изложенных в ней результатов и положений. Тем не менее автору не удалось избежать терминологических и досадных технических ошибок и опечаток, требующих редакторской правки:

- на с.7 автореферата вместо «марка морозостойкости» написано «класс морозостойкости»;

- не раскрыта суть добавки Д-5 (с.152 дис.), без чего невозможно оценить ее эффективность;

- имеет место повтор текста (с.18 автореф.);
- имеются опечатки в тексте (с.161 дис., с 256 дис. и др.).

Отмеченные замечания в большинстве своем носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

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

Диссертация Аласханова Арби Хамидовича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение важной народно-хозяйственной задачи, связанной с развитием научных и практических основ получения широкого спектра строительных материалов, изделий и конструкций на основе техногенного сырья.

Диссертация содержит все необходимые разделы: введение, анализ состояния вопроса, характеристики применяемых материалов и методов исследований, научную и практическую части, заключение, список литературы, приложения, содержащие акты о внедрении результатов работы.

Автореферат правильно и в полной мере отражает основное содержание диссертационной работы.

Публикации в полном объеме отражают основные положения диссертации, что в сочетании с выступлениями на научных конференциях представляется достаточной апробацией в научно-инженерной среде специалистов. По материалам диссертационного исследования опубликовано 110 работ, в том числе 14 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 28 - в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах данных и системах цитирования Web of Science и SCOPUS, получено 3 патента РФ.

Учитывая вышеизложенное, а также актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертация соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор **Аласханов Арби Хамидович** заслуживает присуждения 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», член-корреспондент РААСН, профессор, заведующий кафедрой «Технологии строительных материалов и

метрологии» ФГБОУ ВО
«СПбГАСУ»

Пухаренко
Юрий Владимирович

Тел.: 8(812)3167872
E-mail: tsik@spbgasu.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ)

Адрес университета: 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д.4

