

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук
Стельмаха Сергея Анатольевича на диссертационную работу
Абдуллаева Абухана Магомедовича на тему:
**«Разработка комплексных наноструктурированных добавок
для получения высокопрочных мелкозернистых бетонов»**,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 197 наименований и приложений. Изложена на 204 страницах машинописного текста формата А4, в том числе 2 страницы приложений, содержит 60 рисунков и 37 таблиц.

Актуальность темы диссертационной работы

Устойчивое развитие промышленности строительных материалов неразрывно связано с внедрением нанотехнологий, включённых в перечень критических технологий Российской Федерации. Нанодобавки выводят свойства бетона на качественно новый уровень: заполняют мельчайшие пустоты в цементном камне, служат центрами кристаллизации и формируют армирующую сетку на наноуровне. Одновременно всё большее значение приобретает использование местных ресурсов, что уменьшает углеродный след от транспортировки и способствует рациональному использованию природных ресурсов. В условиях сложившейся экономической ситуации российский рынок строительных материалов ориентируется на импортозамещение, поэтому эффективное применение доступного местного сырья – бентонитов и мелких песков – является актуальной задачей для всех регионов России.

Перспективным направлением решения обозначенной проблемы является разработка комплексных наноструктурированных добавок и высокопрочных мелкозернистых бетонов на местном дешёвом заполнителе. Мелкие заполнители из месторождений Чеченской Республики имеют низкий модуль крупности ($M_k < 2$), а повышенное содержание пылевидных и глинистых частиц ухудшает адгезию между цементным камнем и заполнителем. Большая удельная поверхность и склонность к усадке из-за роста водопотребности ведут к потере прочности бетонов на таких заполнителях, вследствие чего они не отвечают требованиям, предъявляемым

к качественным бетонным смесям. Следовательно, утилизация и переработка подобных заполнителей представляет собой важную экологическую и экономическую задачу.

Диссертационное исследование Абдуллаева А.М. посвящено изучению и анализу опыта отечественных и зарубежных учёных в области разработки и внедрения высокопрочных мелкозернистых бетонов на основе наноструктурированных компонентов, а также использованию мелких заполнителей различного модуля крупности, в том числе месторождений ЧР, в строительстве. Выполнение требований по формированию высоких эксплуатационных показателей качества бетона и снижению материальных и энергетических затрат при производстве бетонных смесей и изделий делает исследования в области разработки комплексных нанодобавок и высокопрочных бетонов особенно востребованными. Работа имеет выраженную практическую ценность, поскольку решает одновременно технологические, экономические и экологические задачи, связанные с вовлечением в оборот местного сырья и повышением качества строительной продукции.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертационной работе Абдуллаева А.М., является достаточной и обеспечивается комплексным подходом к решению поставленных задач, корректным применением современных методов теоретического и экспериментального исследования, а также согласованностью полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными.

Обоснованность подтверждается, прежде всего, адекватным выбором методов исследования, соответствующих цели и задачам работы. Автором использован широкий спектр взаимодополняющих физико-механических и физико-химических методов оценки макро- и микроструктуры материалов: определение поверхностного натяжения растворов добавок методом висящей капли на тензиометре DSA100; лазерный гранулометрический анализ цементных суспензий на анализаторе Horiba LB550; определение удельной поверхности цемента на приборе PCX-12; рентгенофазовый анализ на дифрактометре Shimadzu XRD-6000; элементный анализ (EDS) на растровом

электронном микроскопе; микроструктурные исследования на растровом электронном микроскопе Quanta 3D 200i; стандартные испытания по ГОСТ. Обработка экспериментальных данных проводилась с применением методов математической статистики, что обеспечивает корректность и воспроизводимость результатов.

Теоретическая обоснованность базируется на рабочей гипотезе, согласно которой высокопрочные мелкозернистые бетоны могут быть получены на основе выявленных закономерностей влияния рецептурно-технологических факторов на свойства наноструктурированных композитов с использованием нанодобавок природного и искусственного происхождения и мелких заполнителей месторождений Чеченской Республики. Методология исследования строится на регулировании структуры и свойств материала комплексными наноструктурированными добавками, изменяющими поверхностные свойства воды затворения, взаимодействующей с продуктами гидратации и влияющей на формирование структуры цементного камня.

Согласованность результатов подтверждается тем, что установленные закономерности снижения поверхностного натяжения воды затворения под действием комплексных систем «гиперпластификатор – наночастицы» (до 31,4 мН/м) не противоречат классическим положениям физической химии дисперсных систем, а данные рентгенофазового анализа о трансформации гидросиликатных фаз в сторону низкоосновных соединений CSH(B) соответствуют известным закономерностям твердения цементных систем. Полученные результаты не противоречат современным представлениям о строении поверхностного слоя и получении высокопрочных композиционных материалов.

Апробация результатов на международных и всероссийских конференциях, публикация 25 научных трудов (включая 10 статей ВАК РФ и 5 публикаций в Scopus и Web of Science), внедрение в учебный процесс по направлению «Строительство», а также личное выполнение автором всего цикла экспериментальных исследований дополнительно подтверждают высокую степень обоснованности сформулированных положений и выводов.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается

согласованностью полученных результатов и сделанных выводов с известными теоретическими и экспериментальными данными, а также их непротиворечивостью современным представлениям о строении поверхностного слоя и получении высокопрочных композиционных материалов. Все экспериментальные данные получены с использованием сертифицированного и поверенного оборудования, стандартных средств измерений и аттестованных методик.

Достоверность обеспечивается комплексным применением взаимодополняющих методов исследования, позволяющих оценить материал на разных структурных уровнях: физико-химические методы (тензиометрия DSA100, РФА Shimadzu XRD-6000, EDS) характеризуют поверхностные и фазовые свойства; методы оценки дисперсности (лазерная гранулометрия Horiba LB550, прибор ПСХ-12) – гранулометрический состав и удельную поверхность; микроструктурные исследования (Quanta 3D 200i) – морфологию частиц и структуру цементного камня; стандартные испытания по ГОСТ – прочностные, деформативные и эксплуатационные характеристики. Статистическая обработка данных обеспечивает воспроизводимость и надёжность выводов.

Дополнительными подтверждениями достоверности являются широкая апробация результатов на международных и всероссийских конференциях (2013–2026 гг.), публикация 25 научных трудов, включая 10 статей в рецензируемых изданиях перечня ВАК РФ и 5 публикаций в базах Scopus и Web of Science, внедрение теоретических положений и результатов в учебный процесс по направлению 08.03.01 и 08.04.01 Строительство, а также личное выполнение автором всего цикла экспериментальных исследований – от синтеза наномодификаторов и подбора составов до проведения физико-химических и физико-механических испытаний, обработки данных и формулирования выводов.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций обусловлена развитием научных представлений о закономерностях влияния количественного и качественного состава комплексных наноструктурированных добавок на основе активированного бентонита, наночастиц золь-геля кремниевой кислоты и гиперпластификатора на поверхностное натяжение воды затворения. Определены оптимальные концентрации компонентов, препятствующие агрегации нанодобавок и разуплотнению структуры цементного камня, что способствует достижению высокой плотности и прочности композиции.

Установлен характер влияния гиперпластификатора Frem Giper S-TB на дисперсность, упаковку и гидратационную активность цементного порошка, вызывающий эффективную дезагрегацию частиц, что подтверждается уменьшением среднего размера частиц в суспензии цемента и ростом удельной поверхности (на 41 % и 59 % соответственно). Выявлены закономерности влияния рецептурно-технологических факторов на реологию смесей и кинетику твердения вяжущего материала: показано, что максимальный синергетический эффект проявляется при заметном снижении поверхностного натяжения водной фазы и значительном водоредуцирующем действии, при этом существенно повышается плотность и скорость набора прочности цементного камня. Установлены зависимости влияния рецептурных факторов на свойства мелкозернистых бетонов на заполнителях с низким модулем крупности и комплексных наноструктурированных добавок.

Практическая новизна подтверждается разработкой наноструктурирующих добавок на основе активированного бентонита и золь-геля кремниевой кислоты, оптимизирующих поверхностные свойства воды затворения, а также плотность и прочность цементного камня; созданием новой комплексной наноструктурированной добавки из гиперпластификатора с наночастицами бентонита или золь-геля кремниевой кислоты, применение которой позволяет регулировать поверхностные свойства воды затворения и приводит к сильному уплотнению цементной дисперсии; обоснованием составов высокопрочных мелкозернистых бетонов (подвижность П1 и П3) с прочностью более 60 МПа на основе комплексной наноструктурированной добавки и мелких заполнителей месторождений ЧР; разработкой технологической схемы приготовления высокопрочных мелкозернистых бетонов и комплексных наноструктурированных добавок; технико-экономическим обоснованием эффективности применения нанодобавок и местных мелких песков, показавшим снижение себестоимости бетонной смеси на 11,7 % (экономия 898 руб. на 1 м³).

Структура и содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость.

В первой главе рассмотрен отечественный и зарубежный опыт разработки высокопрочных мелкозернистых бетонов с

наноструктурирующими добавками и мелким заполнителем различных модулей крупности, включая сырьё из месторождений ЧР.

Во второй главе представлены данные о физико-технических свойствах используемых исходных компонентов и описана методика проведения эксперимента.

В третьей главе изложены результаты получения наноструктурированных добавок с определением оптимальных параметров наночастиц путём варьирования условий экспериментов и состава вводимых компонентов. Представлены исследования поверхностного натяжения воды затворения под действием разработанных нанодобавок как по отдельности, так и в комплексе с гиперпластификаторами, с оценкой их сравнительной эффективности. Изучено влияние изменения поверхностных свойств воды затворения на диспергирующую способность по отношению к цементу различных фракций, бентониту и природному песку при использовании наиболее эффективного гиперпластификатора, а также исследована степень уплотнения цементного порошка под его воздействием. Изучены реологические и физико-механические характеристики цементного теста и камня при раздельном и совместном применении разработанных нанодобавок и наиболее эффективного гиперпластификатора.

В четвертой главе представлены микрофотографии сколов цементного камня и данные рентгенофазового анализа образцов, изготовленных с применением комплексных наноструктурированных добавок. Приведены также прочностные характеристики мелкозернистых бетонов, полученных по ГОСТ 310.4–81, при подвижности смеси ПЗ и П1, на основе мелких песков месторождений Чеченской Республики.

Полученные результаты позволяют заключить, что разработанные комплексные добавки относятся к добавкам полифункционального типа, обеспечивающим повышение ранней и проектной прочности, а также водоредуцирующий и пластифицирующий эффекты.

В пятой главе приведены результаты определения технико-экономической эффективности разработанных составов и технологическая схема производства мелкозернистых бетонов на комплексных наноструктурированных добавках.

В заключении работы представлены обобщающие выводы и обозначены перспективные задачи для продолжения исследований.

Замечания по диссертационной работе:

1. В тексте диссертации описано изменение гранулометрии гипса и песка только одним методом – использованием анализатора частиц. Почему для более наглядного изучения диспергируемости не использованы микроскопия как для цементных порошков разных размеров, потому как анализатор частиц показывает лишь частицы размерами от 0 до 6 мкм.
2. Нет подробной информации о бентонитовой глине, какого именно месторождения и глубины залегания были взяты пробы для использования в экспериментальных исследованиях.
3. Следовало бы больше внимания уделить исследованиям по оценке эффективности использования разработанных комплексных нанодобавок
4. В тексте диссертации присутствует график изменения поверхностного натяжения воды затворения при введении трёх типов гиперпластификаторов, почему в дальнейших исследованиях данные модификаторы не упоминаются?
5. Почему при определении влияния воды на диспергируемость цементного порошка показан только один гиперпластификатор Frem Giper S-TB, хотя при введении разработанных в данной диссертационной работе нанодобавок поверхностное натяжение воды тоже снижается, а при комбинировании с гиперпластификатором дают синергетический эффект?

Высказанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от работы, выполненной на хорошем научном уровне.

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

Абдуллаев Абухан Магомедович провел значительный комплекс научных исследований и получил обширный массив данных, имеющих важное значение для строительного материаловедения. Диссертация посвящена актуальной проблеме, содержит научные нововведения и обладает практической ценностью. Работа отличается логичностью изложения, целостностью структуры и выполнена грамотным научно-техническим языком. Сделанные выводы обоснованы результатами проведенных исследований и соответствуют основным положениям в области материаловедения.

Диссертационная работа «Разработка комплексных наноструктурированных добавок для получения высокопрочных мелкозернистых бетонов» соответствует требованиям п.п. 9-11 и 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Абдуллаев Абухан Магомедович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент

Советник РААСН, доктор технических наук
(2.1.5 – Строительные материалы и изделия),
доцент, заведующий кафедрой
«Строительство уникальных зданий и сооружений»
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
344003, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
+7 (904) 342-77-65
sergej.stelmax@mail.ru



Стельмах Сергей Анатольевич

Я, Стельмах Сергей Анатольевич, даю своё согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

01.10.2026

Подпись д.т.н., доц. С.А. Стельмаха удостоверяю:
Ученый секретарь Ученого совета ДГТУ



Анисимов Владимир Николаевич