

ОТЗЫВ

официального оппонента Козловой Ирины Васильевны
на диссертационную работу Ткаченко Виктории Игоревны
«Модификатор цементных композитов на основе наноцеллюлозы»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

1. Актуальность темы диссертации

Строительные материалы на цементной основе – бетоны и растворы – остаются базой отрасли, а повышение их качества сегодня во многом связывается с управлением структурой на наноуровне. Введение наноразмерных компонентов позволяет значительно улучшать прочность, трещиностойкость, морозостойкость, водонепроницаемость и другие характеристики.

Одновременно с этим остро стоит задача вовлечения в производство новых материалов техногенного сырья и отходов, которые можно доводить до наноразмеров и использовать как модификаторы структуры. К таким перспективным материалам относится наноцеллюлоза как природная, доступная и возобновляемая наносистема. На фоне ограничений углеродных наноматериалов (сложность синтеза, стоимость, вопросы безопасности) наноцеллюлоза предлагает альтернативу при сопоставимом уровне прочностных характеристик и существенно более низкой стоимости.

Международный интерес к применению наноцеллюлозы в цементных системах заметно растёт с 2015 года, однако имеющийся массив данных остаётся фрагментарным: недостаточно полно показаны реальные границы эффективности и условия применения, отсутствует согласованность по дозировкам и способам ввода, неустойчиво воспроизводятся проектные эффекты на разных составах. Таким образом, актуальность темы и потенциал наноцеллюлозы в цементных композитах освещены в литературе неполно, что требует целенаправленных исследований, ориентированных на практическое внедрение.

Поставленная в диссертации задача соответствует приоритетам научно-технологического развития РФ и плану фундаментальных исследований РААСН и Минстроя РФ (2021-2030), а потому имеет выраженную государственную и отраслевую значимость.

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

Диссертация В.И. Ткаченко опирается на убедительную доказательную базу; логика изложения выдержана: от корректной постановки гипотезы и задач – к воспроизводимым экспериментам и их сопоставлению с расчётными оценками. Основания надёжности результатов, на мой взгляд, заключаются в следующем:

- полнота и критичность обзора отечественных и зарубежных источников, обеспечивающие корректную формулировку гипотезы, цели и задач исследования;

- методологическая стройность экспериментальной программы (поэтапное варьирование факторов, наличие контрольных серий, повторность измерений), гарантирующая воспроизводимость;

- применение стандартизованных методик и аттестованного оборудования, соответствующих действующей нормативно-технической базе;

- статистическая верификация данных и перекрёстная проверка методами разной природы (механические испытания, калориметрия, фазовый и микроструктурный анализ), повышающие достоверность интерпретаций;

- согласование теоретических оценок с экспериментальными результатами и технологическая релевантность выработанных рекомендаций, что подтверждает их практическую применимость.

В совокупности изложенное позволяет квалифицировать научные положения, выводы и рекомендации диссертации как обоснованные и достоверные, а предложенные практические ориентиры – как реалистичные для последующей апробации и внедрения.

3. Научная новизна исследований и полученных результатов

Научная значимость диссертации:

1. Показана принципиальная целесообразность применения наноцеллюлозы для целенаправленного улучшения структуры и эксплуатационных свойств цементных композитов. В ряду разновидностей наноцеллюлозы обосновано преимущество нанопибриллярной формы: тонкие гибкие нановолокна (эквивалентный диаметр на уровне десятков нанометров при микронной длине), высокая удельная поверхность и насыщенность поверхностными -ОН-группами, допустимое содержание гемицеллюлоз (до нескольких процентов) – всё это обеспечивает выраженный эффект при микродозировках и хорошую совместимость с водной фазой.

2. Сформулирован и верифицирован механизм действия НЦ в цементной системе. Нановолокна выступают активной «подложкой» для зарождения новообразований и одновременно работают как пространственная наносетка, повышающая прочность и сцепление на межфазных границах. Отмечены два ключевых проявления:

- на ранних стадиях – интенсификация процессов структурообразования (в т.ч. за счёт диспергирования и дезагрегации частиц, влияния поверхностно-активных групп и адсорбированных катионов кальция/магния);

- на последующих – стабилизация микроструктуры и рост трещиностойкости вследствие формирования объемной нановолоконной структуры.

3. Определены границы «насыщения» по нановолокнам и рабочее окно концентраций, позволяющее управлять балансом реологического поведения, раннего твердения и прочности.

4. Предложено прикладное решение в виде комплексной модификации, сочетающей НЦ и суперпластификатор поликарбоксилатного типа. Обоснованы пропорции взаимодействия компонентов (в пересчёте на сухое вещество), обеспечивающие одновременно технологичность на этапе приготовления, ускоренное структурообразование на ранних сроках твердения, прирост прочности и показателей долговечности в дальнейшем.

5. Сформированы практические рекомендации по применению предложенной добавки-модификатора, что обеспечивает перенос результатов из лабораторных условий в инженерную практику без изменения существующей технологии приготовления смесей и изготовления изделий.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Работа формирует целостную научную концепцию роли наноцеллюлозы в цементных системах и уточняет представления об управляемом структурообразовании на наноуровне.

Практическая значимость состоит в переводе полученных закономерностей в набор прикладных регламентов и решений для проектирования составов бетонных смесей при выпуске изделий и конструкций различного назначения.

5. Оценка содержания диссертационного исследования

Диссертационная работа Ткаченко В.И. состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 167 страницах, содержит 56 рисунков и 52 таблицы. Список литературы включает 151 наименование.

Во введении убедительно показаны преимущества выбранного направления, чётко очерчены цель и круг задач, а также кратко представлены заявленные элементы новизны и практической значимости работы.

Глава 1 содержит разносторонний анализ источников и актуальное состояние проблемы. Рассмотрены отечественные и зарубежные разработки по наномодифицированным цементным композитам, включая первые попытки применения наноцеллюлозы. Сделан вывод, что потенциал целлюлозных нановолокон как структурного модификатора и упрочняющего компонента для цементной матрицы до сих пор раскрыт неполно и требует целенаправленной проработки.

В главе 2 системно рассмотрены методы получения, состав, морфология и ключевые свойства нанофибриллярной целлюлозы; на этой основе сформулированы требования к наномодификатору для цементных систем и условиям его применения.

Глава 3 посвящена действию НЦ в цементной системе: представлена логика влияния на процесс структурообразования и приведены экспериментальные данные по эффекту различных дозировок на показатели цементного теста, растворов и бетонов.

В главе 4 изложены результаты разработки прикладного решения – комплексной модифицирующей добавки на основе ПАВ и наноцеллюлозы с

учётом выявленных ограничений и требований. Показаны итоги опытно-промышленных проверок и дана технико-экономическая оценка применения.

В заключении суммированы основные результаты и выводы, намечены направления дальнейшего развития темы и возможные шаги к расширению области применения.

6. Критические замечания по диссертационной работе

1. В зарубежной литературе, как правило, отражены результаты исследований, связанные с применением нанокристаллической целлюлозы. В диссертации используется целлюлоза нанофибриллярная. Желательно было бы дополнить работу экспериментальными данными, доказывающими эффективность нанофибриллярной целлюлозы по сравнению с другими ее разновидностями.

2. В диссертации приведены рентгенограммы, демонстрирующие влияние nanoцеллюлозы в различных концентрациях на процесс гидратации цемента в раннем возрасте. Для полного понимания происходящих процессов необходимо дополнить результаты исследования рентгенофазовым анализом цементного камня с nanoцеллюлозой в контрольные сроки испытаний.

3. В диссертации гипотетически высказано предположение о том, что целлюлозные нановолокна выступают активными центрами кристаллизации. При этом не приведен расчет их доминирующего количества относительно частиц продуктов гидратации, доказывающий состоятельность данного положения.

4. В работе следовало бы подробнее рассмотреть вопросы технологической реализуемости применения nanoцеллюлозы в промышленных условиях, включая стабильность её дисперсии и влияние на технологические параметры приготовления смесей.

5. В качестве пожелания можно отметить целесообразность расширения экспериментальной базы исследования в части оценки свойств и устойчивости модифицированных материалов в агрессивных средах.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают научной и практической значимости выполненной работы и полученных автором результатов.

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

Диссертация Ткаченко Виктории Игоревны на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «**Модификатор цементных композитов на основе nanoцеллюлозы**» представляет собой завершённое научное исследование и содержит все необходимые разделы: вступление, аналитический обзор по теме, описание используемых материалов и методик, изложение научной и прикладной частей, заключение, развернутый список источников, а также приложения с актами внедрения полученных результатов. Создана комплексная добавка-модификатор на основе водной дисперсии ПАВ и nanoфибриллярной целлюлозы. Показано, что предлагаемая система

обеспечивает направленное управление структурообразованием цементных композитов как на ранних стадиях, так и на протяжении последующего твердения, что приводит к улучшению их технологических и физико-механических свойств.

Автореферат корректно и в полном объеме передает содержание диссертации и ключевые итоги работы.

Публикации в полном объеме отражают основные положения диссертации: опубликовано 11 публикаций общим объемом 4,5 п.л., из которых 6 опубликованы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ, в т.ч. без соавторства – 2; 1 опубликована в издании, входящем в систему цитирования SCOPUS.

Учитывая вышеизложенное, а также актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор – **Ткаченко Виктория Игоревна** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (строительство)», доцент, доцент кафедры «Строительного материаловедения»

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (МГСУ)»

Козлова Ирина
Васильевна

24.11.2025 г.

Тел.: 8 (916) 269 77 72,
E-mail: iv.kozlova@mail.ru

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

Адрес университета: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Подпись Козловой И.В. заверяю:

Начальник отдела
Кадрового делопроиз-
водства УРП
А.В. ПИНЕГИН
24.11.2025

5

