

ОТЗЫВ

официального оппонента Артамоновой Ольги Владимировны
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

В последние три десятилетия произошёл качественный скачок в технологии получения композиционных материалов, и, в частности, строительных композитов, обусловленный формированием наноконцепции в науке и практике. Многочисленные работы показали, что одним из наиболее эффективных приемов управления структурообразованием цементных композитов является наномодифицирование, результат которого состоит в получении строительных материалов с заданными и улучшенными свойствами. С этой целью применяются наноразмерные частицы различной природы и морфологии, которые зачастую вводятся в цементные композиционные смеси в комплексе с другими добавками. При этом важно правильно подобрать состав комплексной добавки, а также установить характер влияния и определить механизм действия каждого из её компонентов на процессы структурообразования и физико-механические характеристики цементных композитов.

В связи с этим, диссертационные исследования Ткаченко В.И., целью которых является разработка научно обоснованного технологического решения, направленного на получение комплексной добавки-модификатора, представляющей собой сочетание водной дисперсии ПАВ и нанофибриллярной целлюлозы, обладающей совокупностью свойств, обеспечивающих улучшение технологических характеристик, прочности и долговечности цементных композитов, безусловно являются актуальными. Это также подтверждается тем, что выполнение данного диссертационного исследования было поддержано научными грантами РААСН и Минстроя РФ.

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

Диссертационное исследование Ткаченко В.И. характеризуется достаточно высокой степенью обоснованности и достоверности сформулированных ей научных положений, выводов и заключений.

Соискателем выполнен анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной вопросам модифицирования цементных композитов различными нанодобавками, в том числе наноцеллюлозой. Научно-обосновано, что нанофибриллярная целлюлоза может являться эффективным модификатором

структуры цементных композитов. Критический анализ и обобщение данных позволили корректно сформулировать ведущую научную гипотезу исследования, его цель и задачи.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов обеспечивается за счет: системного, поэтапного подхода к проведению исследований; использования стандартных методов испытаний, согласно действующей нормативно-технической документации; применения современного аттестованного оборудования; применения статистических методов планирования эксперимента; статистической обработки экспериментальных результатов, их анализа, сравнения и обобщения.

Широкая апробация результатов диссертационного исследования на конференциях различного уровня, также свидетельствует об обоснованности и достоверности сформулированных соискателем положений, заключений, выводов.

3. Научная новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна результатов, полученных соискателем, заключается в следующем:

- установлено, что среди известных разновидностей целлюлозы и её производных, наиболее эффективной для модифицирования структуры цементных систем является нанофибриллярная целлюлоза, представляющая собой совокупность волокон (нанофибрилл) эквивалентным диаметром до 100 нм и длиной до 5000 нм с высокой концентрацией на поверхности гидроксильных групп и содержащая до 5 % по массе гемицеллюлозы;

- установлен механизм влияния нанофибриллярной целлюлозы на формирование структуры цементных систем, который заключается в тесном физико-химическом взаимодействии нановолокон, обладающих поверхностной активностью, с клинкерными минералами и гидратными новообразованиями цементного вяжущего. Это проявляется в повышении сцепления на гетерофазных границах раздела, в том числе за счет адсорбционной пептизации цементных зерен, и выражается в значительном изменении кинетики процессов схватывания и твердения;

- определена рациональная дозировка целлюлозных нановолокон (10^{-5} – 10^{-3} от объема системы), позволяющая регулировать структурообразование и свойства цементных композитов, с учетом установленных требований к изделиям и конструкциям, а также принятой технологии;

- разработана комплексная добавка, состоящая из нанофибриллярной целлюлозы и суперпластификатора на основе эфиров поликарбоксилатов в соотношении 1:(50-60) по массе в пересчете на сухое вещество, позволяющая

улучшать технологические характеристик смесей, прочность и долговечность цементных композитов.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что соискателем развиты и дополнены теоретические знания о возможности направленного регулирования процессов структурообразования цементных композитов с помощью комплексной добавки, содержащей в своем составе нанофибриллярную целлюлозу.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке комплексной добавки, предназначенной для модифицирования структуры и свойств цементных композитов, используемых для производства изделий и конструкций в рамках решения конкретных прикладных задач.

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 обоснована актуальность темы диссертации, сформированы цели и задачи, представлена научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе приведен обзор научно-технической литературы и изложено современное состояние вопроса по теме диссертации. Изучены основные результаты научных исследований отечественных и зарубежных ученых в области модифицирования цементных композитов различными нанодобавками, в том числе наноцеллюлозой. Показано, что перспективы и потенциал целлюлозных нановолокон, как модификатора структуры и упрочнителя строительных композитов на основе цементной матрицы, в настоящий момент до конца не определены.

Во второй главе очень подробно изучены способы получения, состав, структура и свойства нанофибриллярной целлюлозы, определены требования к наномодификатору цементных систем на ее основе.

В третьей главе изложен механизм влияния нанофибриллярной целлюлозы на структурообразование цементных систем, приведены результаты экспериментальных исследований влияния различных концентраций наноцеллюлозы на характеристики бетонных смесей и бетонов.

В четвертой главе приведены результаты по разработке комплексной добавки-модификатора цементных композитов на основе ПАВ и наноцеллюлозы с учетом установленных требований. Представлены результаты опытно-промышленных испытаний разработанных составов наномодифицированных смесей с оценкой технико-экономических показателей.

В заключении изложены основные выводы диссертационного исследования, обозначены возможные перспективы развития работы.

6. Критические замечания по диссертационной работе

1. В аналитическом обзоре научно-технической литературы не освещены научно - обоснованные принципы управления структурообразованием и структурой неорганических систем твердения на нано- и микроуровнях при получении современных высокотехнологичных строительных композитов, разработанные научной школой академика РААСН Е.М. Чернышова. В которых систематизированы принципиальные закономерности формирования и эволюции твердого тела через все исходные начальные и промежуточные стадии изменения его субстанционального состояния, пространственно-геометрических характеристик в многоуровневой по масштабу (от нано- до макро-) структуре и сформулированы прикладные нанотехнологические приемы управления синтезом структур матричных цементных систем и структур самих цементных композитов.

2. На с. 83 представлены результаты рентгенодифрактометрических исследований цементных композитов, модифицированных наночелюзы при её различной дозировке (рис. 3.8). Для количественной оценки процессов гидратации, а именно расчета степени гидратации в исследуемых системах было бы целесообразным привести на представленном рисунке дифрактограмму немодифицированной системы без добавок и провести расчет.

Приведенные результаты по наличию фазы эттрингита (всего определены две полосы на приведенных дифрактограммах, вместо пяти сильнейших) ставят под сомнения её наличие в исследуемых системах? Хотя с теоретической точки зрения нановолокна безусловно могут выступать активными поверхностями кристаллизации и способствовать формированию данной фазы.

С другой стороны, результаты рентгенофазового анализа показывают наличие значительного количества фазы портландита ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), которая как известно не способствует повышению прочности цементного камня, как автор считает, влияет ли это на относительные невысокие прочностные показатели модифицированных цементных систем?

3. На с. 72 диссертационной работы указано, что при приготовлении бетонных смесей в качестве наномодификатора использовались углеродные фуллероидные частицы в количестве 0,01% по массе. Далее, при обсуждении полученных результатов отмечается влияние только наночелюзы на реологические свойства цементно-песчаного раствора, процессы структурообразования и физико-механические свойства цементно-песчаного композита. Будут ли углеродные фуллероидные наноразмерные частицы оказывать какое-либо влияние на указанные характеристики и процессы? Не

будет ли в данном случае проявляться комплексное влияние наночастиц различной химической (неограниченной и органической) природы и морфологии на процессы структурообразования и физико-механические характеристики исследуемых цементных композитов?

4. В работе отмечается снижение усадочных деформаций при введении нанопибриллярной целлюлозы в цементно-песчаный раствор как самостоятельной добавки (с. 93, рис. 3.19), так и в комплексе с суперпластификатором (с. 107, рис. 4.6). Из текста работы не совсем понятно, какая именно усадка определялась, каким образом получали образцы и проводили измерения усадочных деформаций? Рисунок 3.19 целесообразно было бы представить в виде таблицы.

5. В заключении (стр. 128) указано, что разработанная комплексная добавка обеспечивает улучшение технологических характеристик, прочности и долговечности цементных композитов. Однако, в работе не представлены экспериментальные результаты, подтверждающие положительное влияние предлагаемой автором добавки на долговечность цементных композитов. Следует уточнить, что в данном случае понимается под долговечностью цементных композитов, какие физико-механические показатели её характеризуют и каким образом они исследованы в работе?

Отмеченные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки данной диссертационной работы.

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 наноцеллюлозы**» представляет комплекс исследований, направленных на получение комплексной добавки, состоящей из водной дисперсии ПАВ и нанопибриллярной целлюлозы, которая позволяет направленно регулировать процессы структурообразования цементных композитов на начальных и продолжительных сроках твердения, что в итоге приведет к улучшению их технологических и физико-механических свойств.

Диссертация содержит в полном объеме все разделы законченной научной работы: введение, анализ состояния проблемы, 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 большом числе научных конференций позволило пройти ей достаточную апробацию в научно-инженерной среде специалистов. По материалам диссертационного исследования 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 вышесказанное, 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:

Доктор технических наук по специальности 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия», профессор кафедры «Химии и химической технологии материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)»

Ольга Владимировна
Артамонова

22.10.2025 г.

Тел.: 8 (920) 218 03 30,
E-mail: ol_artam@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ)
Адрес университета: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84

Подпись Артамоновой О.В. заверяю:
проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»



Алексей Викторович
Башкиров