

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
Деминой Анастасии Вадимовны на тему «Высокопрочные
инъекционные цементные растворы с применением наноразмерного
углерода», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.1.5 – «Строительные материалы и
изделия»**

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, библиографического списка и 3 приложений. Общий объем – 147 страниц машинописного текста, включающего 28 таблиц, 52 рисунка. Библиографический список включает 135 наименований.

На основании изучения представленных материалов было установлено следующее.

Актуальность темы диссертационного исследования

Для достижения высоких функциональных свойств цементных растворов и бетонов, задаваемых современными проектами горной и энергетической промышленности, все шире применяются добавки с наноразмерным углеродом в виде нанотрубок. Они приводят к получению материалов с высокой прочностью при изгибе, могут обеспечить долговечность при жестких нагрузках и условиях окружающей среды. Актуальной становится задача разработки модифицирующей добавки с частицами углерода, формы отличной от нанотрубок, на основе отходов промышленности, для удешевления ее производства.

Таким образом, исследование влияния на процессы структурообразования высокопрочных цементных инъекционных растворов пластинчатых частиц наноразмерного углерода в их составе является актуальным и представляет научное и практическое значение для строительной области.

Целью диссертационной работы Деминой Анастасии Вадимовны является разработка составов, структуры и свойств высокопрочных инъекционных цементных растворов с использованием микродобавки водоуглеродной суспензии, содержащей наноразмерные частицы углерода пластинчатой формы.

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

Обоснованность результатов гарантирует применение современных стандартных методов исследования и поверенного лабораторного оборудования. Математические статистические методы для обработки и оптимизации полученных результатов дают возможность сделать адекватные выводы. Анализ статистических данных позволяет выявить закономерности и тенденции, а также оценить степень достоверности полученных результатов. Успешное опытно-промышленное внедрение разработанных материалов подтверждает их техническую эффективность. Демонстрация высоких показателей эксплуатационных характеристик инъекционных растворов в реальных условиях смогла бы доказать хорошую применимость полученных научных результатов.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Научная задача, сформулированная в диссертационной работе через призму недостаточности научных знаний, в части получения материалов для закрепления грунтов с применением наноразмерного углерода, отражает необходимость проведения исследований для получения новых знаний. Научная новизна результатов диссертационного исследования состоит в следующем:

Диссертантом установлено, что раннее направленное структурообразование цементного камня в растворе с микродобавкой водоуглеродной суспензии, содержащей наноразмерные частицы углерода пластинчатой формы, обеспечивается за счет роста и утолщения игольчатых

спиц-кристаллов гидросиликатов кальция на первичной стадии гидратации цемента, которые определяют рост ранней прочности при изгибе за счет повышенного микроармирования цементного камня. Введение микродобавки водоуглеродной суспензии в количестве 0,01, 0,05, 0,1 % от массы цемента обеспечивает повышение прочности при изгибе цементного камня на 2 суток твердения от 11,8 % до 58,8 % (1,90 - 2,70 МПа), на 28 суток – от 4,0% до 23,3 % (5,75 - 7,09 МПа) по сравнению с контрольным образцом.

Соискателем научно установлено, что микродобавка водоуглеродной суспензии изменяет реологические свойства инъекционной растворной смеси. Повышается подвижность по конусу растекаемости до 19,4 % (21,5 см), снижается расслаиваемость по водоотделению от 0,21 до 0,08 %, повышается время загустевания растворной смеси до 60 мин. При введении водоуглеродной суспензии в систему цемент–вода–песок изменяется энергетический баланс на поверхности зерен цемента и соотношение между пленочной и свободной водой, повышается динамическое сопротивление, что компенсирует введение стабилизаторов, способствуя продвижению раствора по трубе.

Автором установлено что введение микродобавки водоуглеродной суспензии изменяет кинетику набора прочности в процессе гидратации и ускоряет процесс структурообразования высокопрочного инъекционного раствора. Прочность при изгибе возрастает в ранние сроки (3 суток) в образце с содержанием водоуглеродной суспензии 0,1 % на 51,4 % (2,65 МПа) относительно контрольного образца, в возрасте 28 суток – на 24,0% (7,12 МПа). Наноразмерные частицы углерода выступают в качестве центров кристаллизации гидратов цемента, активизируя процесс формирования гидроалюминатных и гидросиликатных гелей, которые заполняют поры в цементной матрице.

Достоверность представленных результатов не вызывает сомнений. Она обеспечена использованием современного высокотехнологического научного оборудования и методов исследований. Результаты исследований

подкреплены теоретическими и экспериментальными исследованиями и апробацией на реальных объектах, которые не противоречат общепризнанным научным фактам и исследованиям других авторских коллективов.

Основные результаты исследования изложены в 12 публикациях, в том числе в 4 научных статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Оценивая диссертацию, изложенную на 147 страницах машинописного текста, следует отметить достаточный уровень выполнения работы, системность при проведении исследований и значительный объем достигнутых новых научных результатов. Автореферат и публикации автора в полной мере отражают содержание диссертации.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость обеспечена полученными новыми данными о методах создания строительных материалов за счет применения энергосберегающих технологических процессов. Теоретическая значимость заключается в развитии представлений о формировании структуры цементного камня высокопрочных инъекционных растворов при участии наноразмерных частиц углерода пластинчатой формы, полученных из фторуглеродсодержащего отхода алюминиевой промышленности в соответствии с принципами управления свойствами композиции путем введения наноразмерных углеродных материалов разных масштабных уровней и их влияния на процессы структурообразования цементного камня.

Практическая значимость работы:

1. Разработана добавка водоуглеродной суспензии, которая содержит в себе частицы пластинчатой формы, состоящие на 99 % из углерода, нано- и субмикронных размеров (75–200 нм), полученная из отхода алюминиевой промышленности в ходе комплексной переработки с утилизацией без остатка. Статистический анализ по оценке содержания частиц углерода в водоуглеродной суспензии позволил утверждать, что

использование разработанной методики получения добавки исключает влияние колебаний в составе отхода на качество продукта, а концентрация частиц в водоуглеродной суспензии стабильна и составляет – 0,0019 г/мл и 0,19 г/мл при упаривании. Определено, что оптимальный расход добавки водоуглеродной суспензии составляет 0,1 % (частиц углерода) от массы цемента.

2. Разработан состав высокопрочного инъекционного раствора для заполнительной цементации скальных грунтов (коэффициент фильтрации ≥ 80 м/сут.) через инъекционные скважины малым диаметром и значительной длиной для повышения прочности и устойчивости с микродобавкой водоуглеродной суспензии в количестве 0,1 % (частиц углерода) от массы цемента, обеспечивающей его высокие эксплуатационные свойства: прочность на сжатие – 40,1 МПа, прочность при изгибе – 7,12 МПа. Предложена технология его изготовления, состав рекомендован к промышленному производству на предприятии. Результаты подтверждаются актом опытно-промышленных испытаний.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Содержание и структура диссертационной работы А.В. Деминной, соответствуют сформулированной цели и задачам исследований. Изложение материала структурировано и последовательно.

Диссертация содержит все традиционные разделы, начиная с введения и кончая заключением, построена в логической последовательности, написана грамотным русским языком, характеризующим высокую эрудицию автора и умение излагать научные результаты и положения на уровне современных достижений в области строительных материалов и методов их исследования.

Во введении описана научная проблема, представлена цель и задачи исследований, сформулированы объект и предмет исследований, методология и методы исследований. Представлены положения, выносимые на защиту, степень теоретической и практической значимости, степень достоверности результатов исследования и сведения об апробации результатов исследования.

Проведенный в первой главе анализ литературы по вопросам создания высокопрочных растворов с повышенными характеристиками показал, что в практике современного строительства появляется все больше задач, направленных на восстановление сооружений, укрепление грунта и т.д. с использованием высокопрочных растворов. Очевидна важность восстановления функциональной пригодности этих объектов в сложных стесненных условиях или с прокачиванием цементного раствора на большие расстояния или на большую глубину в горных выработках. Для этой цели необходимо проведение комплекса ремонтных мероприятий с использованием инъекционных методов цементации с широким диапазоном свойств растворной смеси и растворов.

Проведенный во второй главе анализ выбранных для исследований материалов показал целесообразность использования в качестве компонентов для получения высокопрочного инъекционного цементного раствора с повышенными эксплуатационными свойствами рядовых материалов на основе местного сырья. Изучены свойства, химический и минералогический состав используемого цемента, физико-механические характеристики песка для исследования структурообразования цементного камня с микродобавкой водоуглеродной суспензии и получения высокопрочных растворов марки по прочности R40 (M400). Выбраны добавки для цементного раствора – пластификаторы и стабилизатор. На основании сформулированных в работе задач предложена методология исследований, основанная на фундаментальных знаниях по получению строительных материалов различного назначения. Представлен план экспериментальных исследований.

Третья глава посвящена разработке и описанию водоуглеродной суспензии. Добавка водоуглеродной суспензии, содержащая наноразмерный углерод, получена из фторуглеродсодержащего отхода методом «мокрой химии». Вторым этапом переработки отхода являлось получение минерализатора – флюорита высокой чистоты (содержание $\text{CaF}_2 > 95\%$) для

цементной промышленности. Данный метод позволяет комплексно перерабатывать фторуглеродсодержащий отход, утилизируя его без остатка.

Четвертая глава содержит результаты изучения разработанных материалов для закрепления грунтов. Подобран состав инъекционного раствора R40 (M400) для заполнительной цементации скальных грунтов (коэффициент фильтрации ≥ 80 м/сут.) через инъекционные скважины диаметром до 50 мм и длиной свыше 2500 мм с повышенными физико-механическими характеристиками с использованием микродобавки водоуглеродной суспензии, содержащей в себе наноразмерные пластинчатые частицы углерода.

Пятая глава посвящена описанию модернизации технологической линии производства водоуглеродной суспензии, а также инъекционных растворов на ее основе, которая базируется на традиционном промышленном процессе изготовления строительных изделий. Результаты расчета условно-годовой экономии подтверждают значительный экономический эффект от внедрения разработанных материалов.

Перспективность разработок диссертации подтверждена результатами апробации материалов (правда в основном в лабораторных условиях).

Заключение включает ключевые выводы и результаты исследования диссертационной работы.

Основные структурные элементы автореферата диссертации (актуальность темы исследования, степень ее разработанности, объект и предмет исследования (при наличии в диссертации), цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов) идентичны тексту диссертации.

Замечания по диссертационной работе:

1. Зачем в «Степени разработанности темы исследования» на полстраницы приводится простое перечисление фамилий (без указания

конкретного вклада каждого), да еще и со странным делением на российских и зарубежных ученых?

2. Довольно коряво поставлена цель «..разработка составов, структуры и свойств...». Составы еще можно разработать, структуру - под вопросом, но как можно разработать свойства?

3. В первой главе помимо цементации логично было изучить другие виды закрепления грунтов.

4. Почему применялись суперпластификаторы зарубежных компаний? У нас есть хорошие отечественные аналоги.

5. Подпись к рисунку 4.1 противоречива: «Пластификаторы трёх основных классов: 1— сульфированные нафталин формальдегидные полимеры; 2 — эфиры поликарбоксилатов.»

6. Почему морозостойкость определяется по методу F_1 , а не F_2 ? Логичнее принять F_2 , как для материалов, контактирующих с минерализованными грунтовыми водами.

7. Разработанные инъекционные растворы всесторонне исследованы в лабораторных условиях. Вскользь упоминается о «подливке под мельницу», но никакой конкретики по натурным испытаниям нет.

Отмеченные замечания не снижают общую положительную оценку представленной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёной степени.

В работе изложены обоснованные научные положения и технологические решения по значительному экономически эффективному улучшению эксплуатационно-технических свойств инъекционных растворов, что имеет существенное значение для развития строительного материаловедения и геотехническо-строительной индустрии России.

Диссертационная работа Деминой Анастасии Вадимовны на тему «Высокопрочные инъекционные цементные растворы с применением наноразмерного углерода» написана на актуальную тему, содержит элементы

научной новизны и практической ценности, имеет интересные внедрения в образовательную и производственную практику. Проблемы и задачи, которые сформулированы автором работы, исследованы и решены.

По научному содержанию и по форме изложения материала диссертация «Высокопрочные инъекционные цементные растворы с применением наноразмерного углерода» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, апробированную на практике и полностью соответствующую требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., № 842 в настоящей редакции, предъявляемым к диссертационным работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Демина Анастасия Вадимовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 - Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности 2.1.5 – «Строительные материалы и изделия», доцент, профессор Военного учебного центра при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»



Федюк Роман
Сергеевич
«10» января 2025 г.

Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский,
п. Аякс, 10
тел. 8-950-281-79-45. E-mail: fedyuk.rs@dvfu.ru

Подпись Редюк Роман
удостоверено
ДИРЕКТОР ДЕПАРТАМЕНТА
КАДРОВОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ДВ
НАУМОВА Л.В.
«10» «01» 2025


