

Утверждаю

Первый проректор ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»



К.З.В., доцент

А.С. Евдокименко

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» 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»

На отзыв представлены диссертационная работа, материал которой изложен на 147 страницах, содержащая введение, пять глав, заключение, список литературы из 135 наименований, 3 приложения, а также автореферат диссертации объемом 24 страницы.

Актуальность темы исследования

В практике современного строительства довольно часто приходится решать задачи по стабилизации и герметизации грунтов, заполнению полостей и пустот, усилению и повышению несущей способности оснований, укреплению грунтов с использованием при этом высокопрочных инъекционных растворов. Инъекционные растворные смеси должны обеспечивать требуемые технологические свойства, например, удобоукладываемость, раскисляемость, сохраняемость свойств во времени и обеспечивать высокие значения показателей затвердевшего раствора по прочности на сжатие и рас-

тяжение при изгибе, при необходимости водонепроницаемости и морозостойкости даже в условиях эксплуатации в агрессивных средах.

Для достижения высоких функциональных свойств цементно-песчаных растворов и бетонов в настоящее время всё шире применяются добавки в виде углеродных нанотрубок или волокон, но в научно-технической литературе практически отсутствуют сведения по использованию в качестве добавок в инъекционные растворы наноуглеродных частиц пластинчатой формы.

Поэтому, задача разработки модифицирующей добавки с использованием наночастиц углерода пластинчатой формы на основе отходов алюминиевой промышленности является актуальной.

Диссертационная работа Деминой Анастасии Вадимовны направлена на исследование структурообразования и свойств высокопрочных инъекционных цементных растворных смесей и растворов с добавлением наноразмерных частиц углерода пластинчатой формы в виде водоуглеродной суспензии.

В ходе работы автором обосновано и экспериментально подтверждено получение высокопрочных инъекционных растворов с введением наноразмерных частиц углерода пластинчатой формы в виде водоуглеродной суспензии.

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

Основные научные положения, выводы и рекомендации в работе достаточно обоснованы.

Детальный анализ рассматриваемой проблемы позволил автору сформулировать основные направления теоретических и экспериментальных исследований. В результате проведено обоснование эффективности использования микродобавки водоуглеродной суспензии, содержащей наноразмерные частицы углерода пластинчатой формы, в высокопрочных инъекционных цементных растворах.

Цели и задачи, поставленные автором в диссертационной работе, сформулированы грамотно. Выводы по главам и заключения научно обоснованы, убедительны и отражают суть выполненных исследований. Автором

проведен значительный объем экспериментальных и теоретических исследований. Определены перспективы дальнейшей работы.

Таким образом, можно заключить, что сформулированные соискателем в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени подтверждаются результатами достаточного объема экспериментальных исследований.

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

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена комплексностью экспериментальных исследований, выполненных с использованием стандартных методов испытаний, проведенных на аттестованном высокотехнологическом оборудовании, комплексной проверкой их результатов с апробацией в условиях производства, практическим подтверждением эффективности применения в производстве и в опытном строительстве.

Результаты проведенных исследований обладают **научной новизной**, которая заключается в установлении влияния микродобавки водоуглеродной суспензии в количестве 0,01, 0,05, 0,1% от массы цемента, содержащей наноразмерные частицы углерода пластинчатой формы, на рост прочности при изгибе и изменение реологических свойств инъекционной растворной смеси: в возрасте 2 и 3 суток прочность при изгибе увеличивается на 51,4-58,8% (при 0,1% добавки) по сравнению с контрольными образцами, повышается подвижность по конусу растекаемости до 19,4 % (21,5 см), снижается распадаемость по водоотделению от 0,21 до 0,08 %, повышается время загустевания растворной смеси до 60 мин, повышается динамическое сопротивление, что компенсирует введение стабилизаторов, способствуя продвижению раствора по трубе. Автором установлен характер влияния водоуглеродной суспензии на процессы гидратации и структурообразования цементного камня инъекционного раствора. Введение водоуглеродной суспензии в состав инъекционного раствора приводит к ускорению процессов гидратации и твердения цементного камня с образованием низкоосновных гидросиликатов и гидроалюминатов кальция.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Результатом проведенных теоретических и практических исследований, Деминой Анастасии Вадимовны являются установленные закономерности влияния количественного состава вводимой в инъекционный раствор водоуглеродной суспензии и суперпластификаторов, границы их варьирования, рациональный расход, свойства получаемых продуктов.

Обосновано и экспериментально подтверждено технологическое решение получения водоуглеродной суспензии (ВУС) на основе нано-и субмикронных частиц пластинчатой формы из фторуглеродосодержащих отходов алюминиевой промышленности. Введение ВУС в состав инъекционного раствора способствуют повышению перекачиваемости, снижению расслаиваемости, увеличению времени загустевания.

В качестве практической значимости можно отметить, что автором:

- 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. Определено, что оптимальный расход добавки водоуглеродной суспензии составляет 0,1 % (частиц углерода) от массы цемента;

- разработан состав высокопрочного инъекционного раствора для дополнительной 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.

Автором предложена технология изготовления, состав рекомендован к промышленному производству на предприятии. Приведены результаты опытно-промышленных испытаний.

Общая характеристика работы

Во введении диссертации обосновывается актуальность выбранной темы, поставлена цель работы, определены задачи исследований, отражена

научная новизна, отмечено практическое значение, теоретическое обоснование, представлены положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена аналитическому обзору по теме исследования. Рассмотрен опыт российских и зарубежных исследователей по применению инъекционных цементных растворов.

Во второй главе представлены основные характеристики применяемых сырьевых материалов, описаны методы проведения экспериментальных исследований и представлена методология диссертационной работы.

В третьей главе представлены результаты исследования по разработке добавки в цементные системы на основе наноразмерных частиц углерода в виде водоуглеродной суспензии с научно обоснованным и выбранным составом, а также исследование ее влияния на свойства цементного вяжущего.

Приведены и обобщены результаты исследований по установлению условий введения ВУС в цементную матрицу, по влиянию структурных характеристик наноразмерных пластин углерода на гидратационные процессы, структурообразование и физико-механические свойства цементного камня, а также обоснование возможности использования в качестве добавки или ее компонента для регулирования свойств цементных композиций.

В четвёртой главе обоснован и предложен подбор составов инъекционного раствора R40 (M400) для укрепительной цементации грунтов через инъекционные скважины диаметром до 50 мм и длиной свыше 2500 мм.

Приведены данные двухфакторного эксперимента, для оценки комплексного взаимодействия суперпластификатора и добавки ВУС в составе раствора.

В пятой главе представлена технологическая схема производства добавки ВУС и высокопрочного инъекционного раствора. Разработанная технология не отличается от классического процесса производства растворной смеси с некоторым дополнением в технологической линии.

Приведены данные выпуска партии высокопрочного инъекционного раствора с микродобавкой водоуглеродной суспензии, содержащей наноразмерные частицы углерода пластинчатой формы на ООО «Честный бетон».

В заключении приведены основные итоги проведенного исследования.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

По диссертации и автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. На наш взгляд, работа прошла не достаточную апробацию. Результаты работы докладывались в основном в Сибирском федеральном округе (г. Красноярск, г. Томск) и только на конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых;

2. Механизм действия добавки ВУС и повышение прочностных характеристик модифицированного цементного камня автор объясняет «высокой химической активностью наноразмерных частиц углерода, а также их способностью выступать в качестве центров кристаллизации для гидросиликатов кальция, ускоряя тем самым процесс гидратации» (Выводы по главе 3 п.4). Однако в тексте автореферата и диссертации не приведены предполагаемые реакции между наночастицами углерода и клинкерными минералами и не приводятся термодинамические параметры реакции.

3. Автор констатирует, что «Ведение добавки ВУС (0,01, 0,05, 0,1 % частиц углерода от массы цемента) обеспечивает повышение прочности при изгибе цементного камня на 2 сутки твердения до 58,8 % и на 28 суток – до 23,3 % по сравнению с контрольным образцом», а «Прочность на сжатие на 28 суток твердения для образцов с микродобавкой ВУС 0,1 % остается равной контрольному, а при концентрациях 0,01 и 0,05 % возрастает на 10,0 и 5,8 %, соответственно, относительно контрольного состава» (Выводы по главе 3 п.3). При этом в работе на странице 111 констатируется, «что с повышением концентрации микродобавки ВУС в процессе активной гидратации в ранние сроки происходит быстрый рост кристаллов, приводящий к внутренним напряжениям и микродефектам в структуре, и, соответственно, к некоторому снижению прочности на сжатие, но при дальнейшей гидратации происходит самозалечивание образованных дефектов, что можно наблюдать на графике прочности на сжатие на 3 и 28 суток (рисунок 4.14)». Почему же тогда в этих условиях прочность образцов при изгибе растёт?

4. Из сравнения рентгенограмм, приведённых на рисунке 7 автореферата и на рисунках 3.29-3.32 диссертации явно не следует, что интенсивность рефлексов портландита у модифицированного ВУС цемента в возрасте 28 суток возрастает по сравнению с контрольным образцом. Поэтому судить об

увеличении скорости гидратации цементного камня при его модифицировании проблематично. Кроме того, автор по результатам РФА делает вывод об образовании новых кристаллических фаз (страница 83 предпоследний абзац), но не приводит их название и углы отражения.

5. В четвертой главе автор указывает, что при модифицировании растворной смеси микродобавкой ВУС изменяется энергетический баланс на поверхности зерен цемента и соотношение между пленочной и свободной водой. Однако не ясно на основании каких исследований сделаны такие выводы.

6. В рамках диссертационной работы решалась задача по подбору составов инъекционного раствора для цементации скальных грунтов с коэффициентом фильтрации ≥ 80 м/сут (стр. 90). Не будет ли «вымываться» растворная смесь потоком воды при времени загустевания 60 мин.?

7. Термограммы, приведенные в автореферате (Рисунок3) и диссертации (Рисунок 3.18), плохо читаются. Анализировать их достаточно сложно.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

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

Диссертация Деминой Анастасии Вадимовны на тему: «Высокопрочные инъекционные цементные растворы с применением наноразмерного углерода» соответствует критериям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. с изм. от 20.03.21 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, и является завершенной научно-квалификационной работой. В работе на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технологические решения, обеспечивающие получение высокопрочных инъекционных цементных растворов с использованием микродобавки водоуглеродной суспензии, содержащей наноразмерные частицы углерода пластинчатой формы.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности 2.1.5. «Строительные материалы и изделия», а именно:

п.5 «Разработка и внедрение способов активации компонентов строительных смесей путем использования физических, химических, механических и био-логических методов, способствующих получению строительных материалов с улучшенными показателями структуры и свойств»;

п. 9 «Разработка составов и совершенствование технологий изготовления эффективных строительных материалов и изделий с использованием местного сырья и отходов промышленности, в том числе повторного использования материалов от разборки зданий и сооружений».

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне с использованием современных методов исследования и оборудования, обладает внутренним единством, научной новизной, практической ценностью, перспективностью для дальнейшего развития, а результаты работы способствуют решению важных строительно-технических задач по достижению высоких функциональных свойств цементных растворов и бетонов, задаваемых современными проектами горной и энергетической промышленности.

Основные результаты научных исследований соискателя опубликованы в 12 научных статьях, в том числе 4 статьи в журналах рекомендованных ВАК, а также доложены на конференциях различного уровня.

На основании вышеизложенного считаем, что Демина Анастасия Вадимовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Диссертационная работа Деминой Анастасии Вадимовны и отзыв ведущей организации заслушаны и одобрены на расширенном заседании кафедры «Строительные материалы, стандартизация и сертификация» ФГБОУ ВО НГАСУ (Сибстрин) Протокол № 5 от 24.12.2024 г.

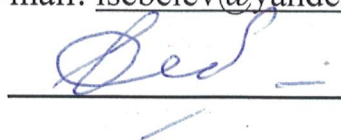
Ильина Лилия Владимировна, советник РААСН, доктор технических наук по специальности 2.1.5 «Строительные материалы и изделия», профессор, профессор кафедры «Строительные материалы, стандартизация и сертификация»
Телефон: 8(953)860-22-83, l.ilina@sibstrin.ru



Ильина Лилия Владимировна
«27» января 2025 г.

Себелев Иван Михайлович, доктор технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», доцент, профессор кафедры «Строительные материалы, стандартизация и сертификация»

Телефон: +7-913-901-72-96, e-mail: isebelev@yandex.ru



Себелев Иван Михайлович

«27» января 2025 г.

Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»,

Адрес университета: 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113,

Тел.: 8(383)266-41-25

E-mail: rector@sibstrin.ru

