



УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора

ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский Мордовский
государственный университет
им. Н.П. Огарёва»

доктор медицинских наук,
профессор Балыжева Л.А.

« 04 » сентября 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»
на диссертационную работу Данилова Дмитрия Юрьевича на тему:
«Модифицированный бетон повышенной сульфатостойкости»,
представленную к защите на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.1.5. Строительные материалы и изделия

1. Актуальность диссертационной работы

Проблема химической коррозии бетона в условиях нарастающей антропогенной агрессии среды сохраняет первостепенную значимость для надежности и долговечности строительных конструкций. Существующие регламенты и инженерные решения преимущественно ориентированы на высокопрочные, низкопроницаемые бетоны, тогда как большая доля реальных сооружений возводится из бетонов низких классов прочности с малым расходом вяжущего, для которых механизмы деградации и эффективные рецептурно-технологические стратегии защиты изучены недостаточно. Дополнительный вызов создают ограничения методик ускоренных испытаний, нередко искажающих реальную кинетику и механизмы коррозии. Без сомнения, тема диссертации является актуальной и соответствует приоритетам развития отрасли строительных материалов и технологий долговечности.

2. Структура и содержание работы

Диссертация включает введение, шесть глав, заключение, список литературы, приложения. Результаты изложены на 187 страницах машинописного текста, включающего 27 таблиц, 77 рисунков, список литературы из 181 источников, 5 приложений.

Введение. Обоснована актуальность темы, показана степень её проработанности, сформулированы цель и задачи исследования, а также научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Изложены основные положения, выносимые на защиту, приведены аргументы достоверности выводов и сведения об апробации и внедрении результатов.

Глава 1. Проведен аналитический обзор видов химической коррозии бетона и действующих нормативов, обозначены ограничения существующих подходов к обеспечению стойкости малоцементных бетонов, критически рассмотрены ускоренные методы оценки стойкости. Обоснован потенциал ультразвуковой диагностики для исследования кинетики коррозии.

Глава 2. Описана методологическая база исследований: характеристика применяемого сырья, используемые приборные методы (РЭМ, РФА и др.), нормативное обеспечение и лабораторная инфраструктура. Подчеркнута воспроизводимость и корректность экспериментальных процедур.

Глава 3. Теоретически обосновано применение ультразвуковой диагностики для мониторинга кинетики коррозии. Предложена схема прохождения ультразвуковых волн через корродированный бетон и разработана методика измерений. Показана чувствительность скорости УЗ-импульса к структурно-механическим изменениям в бетоне при действии агрессивных растворов Na_2SO_4 и MgSO_4 , сопоставлены преимущества УЗ-подхода с разрушающими методами.

Глава 4. Исследовано влияние тонкодисперсных наполнителей (20–70% взамен части заполнителей) на подвижность, В/Ц, прочностные показатели при сжатии и изгиба, коррозионную стойкость малоцементных бетонов. Представлена зональная модели сульфатной коррозии (по данным РЭМ), выявлена зависимость морфологии этtringита от глубины зоны. Обоснован кинетический УЗ-критерий – «время до устойчивого снижения скорости». Показана согласованность $K_{\text{ст}}^{12}$ и УЗ-данных, обсуждены ограничения краткосрочных критериев.

Глава 5. Показаны особенности фазообразования и стойкости золоцементных систем; количественно оценено влияние дозировок золы-уноса (20–70%) на $K_{\text{ст}}$ и морфологию этtringита. Проанализировано применение бетонного лома как заполнителя. Сформирован ранжированный выбор наполнителей по эффективности в растворах Na_2SO_4 и MgSO_4 и рекомендованы дозировки.

Глава 6. Выполнена технико-экономическая оценка предложенных решений с учетом доступности сырья, себестоимости, а также эффекта пролонгированной экономии за счет повышения долговечности. Показана

возможность промышленной реализации без радикальной перестройки технологических процессов.

Заключение. Систематизированы ключевые результаты: снижение В/Ц и проницаемости за счет тонкодисперсных наполнителей; верификация УЗ-диагностики и моделей аппроксимации (полиномиальная в агрессивных средах; степенная в воде); составление рецептур повышенной стойкости; сравнительное преимущество разработанных малоцементных составов ($\rho \approx 262 \text{ кг/м}^3$, 70% МД) над контрольными (В25, $\rho \approx 360 \text{ кг/м}^3$); уточнение механизмов коррозии и морфогенеза этtringита; эколого-экономический эффект.

3. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Выдвинутые в работе основные научные положения, выводы и рекомендации обладают теоретической обоснованностью. Полученные результаты не противоречат фундаментальным основам строительного материаловедения и подкреплены экспериментальными данными. Достоверность результатов подтверждается:

- использованием сертифицированного оборудования и нормативных методик; комплексом инструментальных методов (РЭМ/РФА) для верификации фазового состава и морфологии;
- сопоставлением независимых критериев деградации: коэффициента стойкости ($K_{ст}^{12}$) и динамики скорости УЗ-импульса, соотношением тенденций в средах Na_2SO_4 и MgSO_4 ;
- длительным мониторингом кинетики с регистрацией промежуточных состояний, что повышает разрешающую способность диагностики относительно традиционных эпизодических испытаний;
- воспроизводимыми закономерностями влияния дозировок и природы наполнителей на В/Ц, прочность и стойкость; логичной физико-химической интерпретацией различий между натриево-сульфатной и магниально-сульфатной агрессией.

Результаты диссертационной работы докладывались на международных и региональных конференциях. Основные положения диссертации изложены в 12 публикациях, в том числе: 4 статьи в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ. Получен 1 патент на изобретение.

Автореферат соответствует тексту диссертации.

4. Научная новизна

Обосновано технологическое решение получения коррозионностойких бетонов с низким расходом вяжущего за счет совмещенного эффекта: физического (уплотнение структуры при снижении В/Ц до 0,44 за счет введения суперпластификаторов и минеральных добавок) и химического (снижение содержания свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и алюминатной фазы).

Разработаны и верифицированы зональные модели поэтапного развития сульфатной и сульфатно-магнезиальной коррозии с идентификацией характерных новообразований и их морфологии в зонах I–V. Установлена зависимость морфологии этtringита (от тонковолокнистого до игольчатого/сферолитного; вплоть до наноразмерных волокон при высокой доле золы) от среды, глубины кристаллизации и активности наполнителя. Установлена трансформация продуктов сульфоалюминатной коррозии в менее разрушительные формы и снижение глубины повреждений в системах с активной минеральной добавкой (зола-уноса).

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена применимость ультразвуковой диагностики для исследования кинетики сульфатной и сульфатно-магнезиальной коррозии малоцементных бетонов. Обоснован критерий по интервалу времени до устойчивого снижения УЗ-скорости (граница перехода от «уплотняющего» к «деструктивному» режиму). Получены сопоставимые тенденции для коэффициента стойкости $K_{\text{ст}}^{12}$ и динамики УЗ-скорости.

Показано, что в малоцементных композитах электрокинетические факторы играют второстепенную роль по сравнению с прочностью контакта «наполнитель – цементная матрица» и процессами коагуляции. Выявлены ряды эффективности наполнителей и оптимальные дозировки (в р-ре Na_2SO_4 : зола → известняк → микрокварц; в р-ре MgSO_4 : известняк → зола → микрокварц). Показано преимущество разработанных малоцементных составов ($\text{Ц} \approx 262 \text{ кг/м}^3$) над контрольными ($\text{Ц} \approx 380 \text{ кг/м}^3$) по $K_{\text{ст}}^{12}$.

5. Теоретическая и практическая значимость диссертации

Теоретическая значимость заключается в углублении представлений о механизмах сульфатной/сульфатно-магнезиальной коррозии бетонов с ограниченным расходом вяжущего; верификации зональных моделей коррозии и в увязке морфогенеза этtringита с химией порового раствора, глубиной фронта и активностью наполнителей. Практическим результатом стало предложение использовать полиномы для прогнозирования поведения бетона в агрессивных

средах, в то время как для нормального твердения в воде автор обосновал применение степенных моделей.

Практическая значимость подтверждена разработкой воспроизводимых рецептур малоцементных порошково-модифицированных бетонов (20–70% тонкодисперсных наполнителей взамен части заполнителей), обеспечивающих снижение В/Ц на 23,5–40%, рост прочности и стойкости ($K_{ст}^{12}$ до 0,97–1,26 в зависимости от среды и наполнителя). Сформированы рациональные диапазоны дозировок по типу агрессии ($\approx 40\%$ для 1,5% раствора Na_2SO_4 ; $\approx 70\%$ для 1,5% раствора $MgSO_4$). Показан экономический эффект (удешевление состава, пролонгация межремонтных сроков) и экологические преимущества (утилизация золы-уноса, вовлечение рециклированных ресурсов).

6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Развиты теоретические представления о механизмах сульфатной и сульфатно-магнезиальной коррозии цементных бетонов с низким расходом вяжущего при комплексном использовании минеральных наполнителей и метода ультразвуковой диагностики.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Методы и подходы, использованные в диссертационном исследовании, а также полученные результаты и выводы могут быть рекомендованы для внедрения в практику деятельности предприятий по производству бетонных изделий и конструкций, контактирующих в процессе эксплуатации с сульфатными и сульфатно-магнезиальными средами.

Теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований предлагается использовать в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистрантов по направлению «Строительство».

8. Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. В тексте отсутствуют технические характеристики, при которых выполнялась электронная микроскопия (тип прибора, режим вторичных или обратно-рассеянных электронов, увеличение, напряжение). Без этих данных невозможно оценить разрешение и достоверность идентификации фаз, а также повторить эксперимент на другом оборудовании.

2. В связи с тем, что скорость распространения ультразвукового импульса может варьироваться в зависимости от точки измерения на поверхности образца, не вполне ясно, проводил ли автор многократные измерения на каждом образце

и использовал ли последующее усреднение полученных значений для повышения достоверности результатов. Кроме того, поверхность испытуемых образцов, судя по описанию, имеет определённую шероховатость, что способно влиять на точность ультразвуковых измерений, особенно при применении точечных преобразователей. В работе следовало бы отразить, каким образом учитывалось данное влияние.

3. Считаем не вполне удачным использование для описания изменения скорости УЗ от длительности агрессивного воздействия полиномиальных уравнений. Наиболее ярко это проявляется при попытке построения прогнозных зависимостей. В целом, при разработке методики оценки кинетики коррозионных процессов, на наш взгляд, следовало бы провести предварительное исследование статистической изменчивости скорости ультразвука для образцов одной серии (не менее 20 штук), чтобы понять, насколько стабильные характеристики можно получить на одном образце, как это было реализовано в работе.

4. На рентгенограммах (например, рис. 4.27 (а,б)) слабо видны значения интенсивности на пиках гидратных фаз цементного камня и минералов заполнителей, что затрудняет интерпретацию данных.

5. На ряде рисунков представлен внешний вид образцов (рис. 3.9, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2) после 1 и 12 месяцев натурного экспонирования. Целесообразность такой визуализации данных представляется крайне сомнительной. Для достоверной оценки динамики визуальных изменений следовало бы документировать одни и те же образцы в различные сроки.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

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

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, содержащую совокупность новых научно обоснованных результатов, имеющих существенное теоретическое и прикладное значение для области строительных материалов и технологий долговечности. Основные положения, выводы и рекомендации обладают научной новизной, обоснованностью и достоверностью. С учетом высказанных замечаний, не умаляющих общего научного уровня исследования, диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия и критериям пп. 9-14, положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции Правительства Российской

Федерации), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Данилов Дмитрий Юрьевич, заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Диссертацию и автореферат обсуждали на расширенном заседании кафедры строительных конструкций Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» 26 августа 2026 года. Отзыв ведущей организации рассмотрен и одобрен (Протокол заседания № 8 от 26 августа 2026 г.).

Председатель расширенного заседания кафедры строительных конструкций,
доктор технических наук по специальности

05.23.05 «Строительные материалы и изделия»,
профессор, директор института архитектуры и строительства
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Телефон: 79179936389

E-mail: nizinata@yandex.ru

Низина Т.А.

«31» 08 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой строительных конструкций,

кандидат технических наук по специальности

05.23.05 «Строительные материалы и изделия»,
доцент, доцент кафедры строительных конструкций

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Телефон: 89271859653

E-mail: kupriashkina.liudmila@yandex.ru

Куприяшкина Л.И.

«31» 08 2026 г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Адрес: 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д.68

Телефон: +7(8342)243752

E-mail: mrsu@mrsu.ru

Сайт: https://mrsu.ru

