

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора
Степановой Валентины Федоровны на диссертационную работу
Гальцева А.А. на тему: «Повышение стойкости железобетона к воздействию
грибковых микроорганизмов с помощью гидрофобной добавки»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия

Актуальность темы диссертации

Тематика диссертационной работы Гальцева Алексея Андреевича своевременна и актуальна, так как последние 10-15 лет практически не уделяли внимания изучению защиты бетона от биологической коррозии бетона. Однако это крайне важно и необходимо, так как имеются поражения грибами бетонных конструкций не только в наружных конструкциях, но и внутри жилых, общественных зданий и ответственных сооружений.

Проведенные экспериментальные исследования процессов биодеструкции на границах раздела фаз «агрессивная среда – бетон» и «бетон – стальная арматура» с целью прогнозирования долговечности и надежности железобетона являются актуальными как с научной, так и с практической точек зрения. Результаты исследования влияния биологически активной среды на эксплуатационные характеристики бетона и арматуры показали необходимость совершенствования методов повышения биостойкости строительных изделий.

Автором впервые установлены закономерности между скоростью грибковой деструкции гидрофобного бетона во влажных условиях и начальным этапом развития коррозии арматуры класса А500С; разработана инженерная методика расчета сроков службы биodeградируемого железобетонного изделия. Полученные представления о коррозионной деструкции системы «гидрофобный бетон – стальная арматура» под воздействием грибковых микроорганизмов позволяют спрогнозировать ресурс безопасной эксплуатации железобетонных изделий, конструкций и сооружений.

Все выше изложенное дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, является актуальной. Автор справился с ее решением, что в дальнейшем позволит объективнее оценивать техническое состояние зданий, более рационально подходить к проектированию строительных объектов, подвергающихся воздействиям биологически активных сред, снизить затраты на эксплуатацию объектов, повысить уровень безопасности не только строительных сооружений, но и находящихся там людей.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, 6 приложений; изложена на 176 страницах машинописного текста, содержит 61 рисунок, 15 таблиц и список литературы из 328 наименований.

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

Целью диссертационной работы Гальцева А.А. является научное обоснование эффективности добавления стеарата кальция в цементную смесь при изготовлении бетона для предотвращения обрастания и повреждения железобетона, эксплуатируемого при длительном увлажнении и воздействии грибковых организмов.

Для достижения цели диссертационной работы автором были поставлены и решены следующие задачи:

1. Подобрать оптимальное количество стеарата кальция для введения в цементную смесь, обеспечивающее замедление развития грибковой деструкции железобетона при эксплуатации в условиях увлажнения.
2. Изучить влияние добавки стеарата кальция на эксплуатационные характеристики бетона и совместную работу бетона и стальной арматуры.
3. Установить степень повреждения бетона, содержащего стеарат кальция, грибковыми микроорганизмами.
4. Спрогнозировать срок службы железобетона, изготовленного с добавкой стеарата кальция, в условиях грибкового воздействия при увлажнении.

Гальцевым А.А. сформулированы и разработаны следующие научные положения, позволившие достичь поставленной цели:

- обоснована целесообразность и показана эффективность введения в цементную смесь при изготовлении бетона стеарата кальция в количестве 0,5-1 % от массы цемента для предотвращения биообрастания поверхности и развития грибковой деструкции в условиях увлажнения. Показано, что введение гидрофобной добавки 0,5 % достаточно для обеспечения биостойкости бетона внутренних помещений при высокой влажности. Введение в цементную смесь добавки стеарата кальция в количестве 1 % может быть рекомендовано для бетона наружных сооружений, также эксплуатируемых в условиях увлажнения;

- установлена связь изменений в структурообразовании при гидратации и твердении цементного камня бетона с гидрофобной добавкой, сохранения прочностных характеристик биodeградируемого железобетона и степени повреждения бетона грибами *Aspergillus niger* при увлажнении. Механизм влияния стеарата кальция заключается в запирании воды в структуре цементного камня при твердении, что обуславливает продление гидратационных процессов и образование большего количества кальцийсодержащих фаз, обеспечивающих повышение прочности бетона. Прогнозируемая глубина разрушения через 10 лет составляет 1 см для обычного бетона и 2-2,5 мм для гидрофобного бетона, через 50 лет – 2 см и 5-5,5 мм, соответственно;

- на основании полученных данных об изменении электрохимического состояния стальной арматуры в бетоне, подвергаемом воздействию грибов *Aspergillus niger* в условиях увлажнения, рассчитаны показатели скорости коррозии и спрогнозированы сроки критического повреждения арматуры. Скорость коррозии стальной арматуры в среде биогенных органических кислот в 3-4 раза замедлена в гидрофобном бетоне по сравнению с обычным бетоном. При распространении агрессивной среды до поверхности арматуры, скорость коррозии металла составит 0,14 мм/год, что за 10 лет вызовет уменьшение диаметра арматуры на 1,5 мм;

- определены показатели массопереноса (плотность потока, коэффициенты массопроводности и массоотдачи) в бетоне при грибковой деструкции, характеризующие замедление в 2,5-3 раза массообменных процессов в бетоне, содержащем гидрофобную добавку. Представлена математическая модель массопереноса целевого компонента в структуре гидрофобизированного стеаратом кальция цементного бетона при воздействии грибковых микроорганизмов, с помощью которой рассчитаны сроки достижения у поверхности арматуры необходимой для развития коррозии концентрации органических кислот, выделяемых грибами: в обычном бетоне – 4 года, в бетоне со стеаратом кальция – 12-16 лет. С учетом скорости коррозии стальной арматуры в растворе органических кислот критической концентрации прогнозируемый срок деструкции системы «бетон – стальная арматура» грибами *Aspergillus niger* в условиях увлажнения составляет 15-17 лет после биообрастания бетона без добавки; 25-30 лет – бетона с добавкой стеарата кальция.

Для решения поставленных задач автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Гальцевым А.А. изучены и критически проанализированы известные практические и теоретические достижения других авторов по вопросам биодеструкции цементных бетонов и изменения эксплуатационных характеристик системы «цементный бетон – стальная арматура».

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечена:

- проведением исследований с использованием современных физических, физико-химических и химических методов анализа; применением методик, регламентированных действующими стандартами; применением поверенного оборудования и компьютерной обработки данных;
- соответствием полученных представлений о деструкции системы «гидрофобный бетон – стальная арматура» под воздействием грибковых микроорганизмов при увлажнении и полученных экспериментальных данных физико-химическим представлениям о реальной картине процесса

коррозионного разрушения железобетона и результатам ранее проведенных исследований других авторов;

- успешным внедрением результатов исследований на ООО «Сахалинстройинвест» (г. Южно-Сахалинск) и ООО «Трансстрой – Тест» (г. Корсаков).

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

Достоверность полученных диссертантом теоретических положений подтверждается большим объемом экспериментальных результатов, которые согласуются с известными научными теориями процессов коррозии бетона и арматуры. Следует также отметить четкость и логичность изложения материала диссертационной работы. Диссертация и автореферат написаны хорошим научным языком с малым содержанием опечаток и орфографических ошибок. Хочется отметить, автор сделал обширный литературный обзор отечественных и зарубежных научных трудов, список литературы насчитывает 328 наименований.

Главным практическим результатом диссертационной работы является разработка инженерной методики расчета сроков службы биодegradируемого железобетонного изделия на основе полученных представлений о коррозионной деструкции системы «гидрофобный бетон – стальная арматура» под воздействием грибковых микроорганизмов во влажных условиях, которая позволяет спрогнозировать ресурс безопасной эксплуатации железобетонных изделий, конструкций и сооружений.

На основе расчета показан экономический эффект от внедрения результатов научных исследований и предложенных мероприятий по предотвращению биодеструкции железобетона.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеется ряд замечаний и вопросов:

1. Из работы не ясно, как влияет структура бетона на кинетику процессов массопереноса и связанную с ним степень гидратации бетона.

Если автор работал на бетонах одной плотности, то какой? Следовало бы указать в работе. Как структура бетона учтена в модели расчета биодеградации?

2. В работе не рассмотрено, за счет чего повышается сцепление арматуры с гидрофобным бетоном, за счет каких продуктов новообразований? Насколько важно это повышение? При образовании продуктов коррозии на арматуре в обычном бетоне тоже повышается сцепление арматуры с бетоном до определенной степени коррозии, а затем продукты коррозии приводят к разрушению защитного слоя бетона.

3. Хотелось бы увидеть в работе влияние стеарата кальция на формирование структуры контактной зоны крупного заполнителя с цементным камнем. Это влияет как на формирование структуры цементного камня бетона в целом, так и на его дальнейшую стойкость в агрессивных средах.

4. Целесообразно было бы описать процессы взаимодействия стеарата кальция с грибковыми микроорганизмами. Это соединение не является питательной средой для грибов, однако, оно вступает в различные химические реакции и биоразлагаемо.

Заключение о соответствии диссертации критериям, «Положению о порядке присуждения ученой степени»

Актуальность, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы Гальцева А.А. несомненны. Полученные результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по рассматриваемой специальности. Несмотря на приведенные выше замечания, считаю, что они в итоге не оказывают решающего влияния на положительную оценку работы, которая вносит вклад в научные основы процессов биологической коррозии железобетона и способов защиты.

Автореферат составлен с соблюдением установленных требований, его содержание соответствует основным положениям диссертации. Результаты проведенных исследований прошли апробацию докладами на международных и всероссийских конференциях и нашли отражение, в том

числе в изданиях, включенных в международные базы цитирования Web of Science и Scopus (опубликована 1 статья); в изданиях, включенных в международную базу цитирования Scopus (опубликована 1 статья); в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ (опубликованы 4 статьи).

Проведенный анализ диссертационной работы Гальцева Алексея Андреевича позволяет сделать вывод о том, что она соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Правительством РФ 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к докторским (кандидатским) диссертациям, является законченной научно-квалификационной работой, в которой приведены результаты исследования влияния добавки стеарата кальция в бетон на изменение его эксплуатационных характеристик при грибковой деструкции; установлено влияние добавки стеарата кальция на кинетику массообменных процессов, протекающих в бетоне под воздействием грибов *Aspergillus niger* в условиях увлажнения; определена степень повреждения железобетона в результате воздействия на него грибковых микроорганизмов при увлажнении, изучены аспекты коррозии стальной арматуры в биodeградируемом гидрофобном бетоне, разработаны практические рекомендации для установления срока безремонтной службы и повышения стойкости к грибковой коррозии железобетонных изделий.

Диссертационная работа Гальцева Алексея Андреевича «Повышение стойкости железобетона к воздействию грибковых микроорганизмов с помощью гидрофобной добавки» соответствует паспорту специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия в части направления исследований – пункту 1: Разработка и развитие теоретических и методологических основ получения строительных материалов неорганической и органической природы с заданным комплексом эксплуатационных свойств, в том числе специальных и экологически чистых; пункту 4: Разработка и развитие теории формирования прочности и разрушения композиционных строительных материалов под действием различных эксплуатационных факторов; пункту 10: Разработка новых и совершенствование существующих методов повышения стойкости

строительных материалов, изделий и конструкций в условиях воздействия физических, химических и биологических агрессивных сред на всех этапах жизненного цикла.

Считаю, что соискатель, Гальцев Алексей Андреевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент

Научный руководитель лаборатории коррозии и долговечности
бетонных и железобетонных конструкций

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева

АО «НИЦ «Строительство»,

д.т.н. (05.23.05 – Строительные материалы и изделия),

профессор,

Степанова Валентина Федоровна

22.04.2025г.

Почтовый рабочий адрес:

109428, г. Москва, 2-ая Институтская ул., д. 6.

Мобильный телефон: 8-926-634-23-77

Рабочий телефон: 8 (495) 174-75-80

Электронная почта: vfstepanova@mail.ru

Подпись Степановой В.Ф. удостоверяю:

начальник отдела кадров

Н.Б. Левашина

