

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Новикова Дениса Геннадьевича

«Исследование коррозионного разрушения системы «цементный бетон – стальная арматура» в условиях микробиологической коррозии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

На оппонирование представлены:

Диссертационная работа Новикова Д.Г., изложенная на 185 страницах машинописного текста, содержащая 22 таблицы, 43 рисунка и список литературы из 293 наименований отечественных и зарубежных изданий. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и 6 приложений.

Автореферат, изложенный на 21 странице.

Актуальность темы диссертации

Тематика диссертационной работы Новикова Дениса Геннадьевича чрезвычайно актуальна, так как долговечность бетонных сооружений во многом зависит от интенсивности коррозионных процессов при длительном контакте их с различными коррозионными средами.

Проведенные экспериментальные исследования кинетики коррозионных процессов, протекающих в поровой структуре бетона, с целью прогнозирования долговечности и надежности строительных конструкций являются актуальными как с научной, так и с практической точек зрения. Целесообразен поиск решения проблемы прогнозирования долговечности бетонных и железобетонных изделий в биологически агрессивных жидких средах, поскольку своевременная защита подводных бетонных и железобетонных объектов от биообрастания позволит значительно сократить

экономический ущерб от последствий коррозионных разрушений, повысить надежность конструкций, эксплуатирующихся в условиях повышенной влажности, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Научная новизна, достоверность и обоснованность основных выводов

Научная новизна диссертационной работы Новикова Дениса Геннадьевича заключается в следующем: впервые установлены закономерности между скоростью деградации цементного камня бетона в микробиологических средах и начальным этапом развития коррозии арматуры класса проката А500С под действием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов; скорость коррозии стальной арматуры обусловлена действием выделяемых микроорганизмами органических кислот; коррозия арматуры под воздействием мицелиальных грибов протекает в 1,5 раза быстрее, по сравнению с коррозией в условиях действия бактерий; теоретически обосновано и экспериментально показано, что скорость коррозии бетонов плотной структуры под действием мицелиальных грибов и бактерий лимитируется деградацией цементного камня; научно доказаны и экспериментально установлены сроки достижения предельной концентрации агрессивных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов у поверхности стальной арматуры в цементном бетоне при микробиологической коррозии, что позволило разработать экспериментальную методику по определению степени повреждения цементного бетона в результате микробиологической коррозии, позволяющую прогнозировать глубину коррозионного разрушения на любом сроке эксплуатации изделия.

В данной диссертации исследования проводились с применением различных физико-химических методов, позволяющих получать достоверные экспериментальные данные. Полученные результаты и выводы основаны на результатах длительного эксперимента, выполненного с применением комплекса взаимодополняющих, высокоинформативных методов

исследований, таких как электронная микроскопия, рентгеноструктурный и дифференциально-термический анализы, ионная хроматография, газовая хромато-масс-спектрометрия, поляризационные измерения, статистической обработке полученных данных, а также подтверждены высокой сходимостью результатов расчетов и экспериментальных данных и их корреляцией с известными закономерностями.

Все это свидетельствует о высоком уровне проведенных автором теоретических и экспериментальных исследований и достоверности полученных результатов.

Общая характеристика работы

Диссертация выполнена в классическом стиле.

Во введении соискателем обоснована актуальность выбранной тематики исследования, сформулирована цель, поставлены задачи исследования, приведены научная новизна и практическая значимость работы, методология и методы исследования, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе выполнен достаточно квалифицированный литературный обзор по теории и практике микробиологической коррозии строительных материалов, представлены общие положения и физические аспекты процессов биодegradации с анализом 293 как отечественных, так и иностранных литературных источников. Показаны процессы, происходящие при микробиологической коррозии бетонных изделий, причины их возникновения и факторы, влияющие на развитие коррозионных процессов бетона.

Вторая глава посвящена подробному описанию вышеупомянутых методов и методик определения изменений физико-химических свойств, как агрессивных сред, так и исследуемых образцов: цементного камня, стальной арматуры и модельных биогенных сред.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований коррозии цементного камня и стальной арматуры в условиях воздействия на них микромицетов *Aspergillus niger van Tieghem* и бактерий *Bacillus subtilis*. Полученные данные позволяют судить об изменениях, произошедших в цементном камне вследствие воздействия микроорганизмов. Рассмотрено влияние микроорганизмов на физико-механические характеристики цементного камня: плотность, водопоглощение, пористость, прочность. Установлена зависимость между изменением прочностных характеристик и структурно-фазовым составом цементного камня после воздействия микроорганизмов. Определена степень химического воздействия микроорганизмов на цементный камень, позволяющая рассчитать глубину коррозионного повреждения. Проведено экспериментальное исследование электрохимического поведения стальной арматуры в условиях воздействия микроорганизмов для установления сроков начала развития и скорости протекания коррозионных процессов на поверхности арматуры в бетоне.

В четвертой главе проведено изучение микробиологической коррозии бетонных стен подвального помещения жилого здания. Проведена идентификация микроорганизмов в отобранной с поверхности стены биопленке и продуктов их жизнедеятельности в поровой жидкости на поверхности цементного бетона. С помощью рентгеноструктурного анализа установлены изменения в структурно-фазовом составе цементного бетона в результате микробиологической коррозии, заключающиеся в уменьшении количества кальцийсодержащих фаз (портландита, этtringита, кальцита, гидросиликатов и гидроалюминатов кальция), что предполагает значительное ухудшение прочностных характеристик бетона. Измерения потенциала стальной арматуры в биodeградируемом цементном бетоне показали, что вероятность протекания локальной коррозии сильная. По данным электрохимических измерений рассчитаны показатели скорости коррозии стальной арматуры в бетоне, находящегося в условиях воздействия

микроорганизмов. Разработаны рекомендации по обеспечению стойкости к микробиологической коррозии системы «цементный бетон – стальная арматура».

В заключении изложены основные результаты диссертационной работы, представляющие научную и практическую ценность, а также перспективы для дальнейших исследований по тематике диссертационного исследования.

Внедрение результатов диссертационного исследования Новикова Дениса Геннадьевича на двух предприятиях (ООО «ДВСтрой» и АО «Сахалин-Инжиниринг») свидетельствует о том, что работа является актуальной и востребованной. В приложениях к диссертации представлены копии актов о внедрении результатов от этих предприятий.

Теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований используются в учебном процессе кафедры строительства ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет» при проведении лекционных и лабораторных занятий для обучения бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство» по дисциплинам «Строительные материалы», «Обследование, испытание и реконструкция зданий и сооружений», «Железобетонные и каменные конструкции», что подтверждается актом о внедрении.

Замечания по диссертации

По диссертационной работе возникло несколько вопросов и замечаний:

1. Одним из определяющих факторов возможности протекания биологической коррозии является проницаемость бетона для воды и продуктов метаболизма микроорганизмов, контактирующих с ним. Учитывая то, что степень проницаемости и адсорбирующая способность бетона и цементного камня, на образцах которого соискатель проводит все экспериментальные исследования различна, считаю необходимым

проведение корреляции, полученных результатов при использовании их в системе «цементный бетон – стальная арматура».

2. Хочется отметить, что на интенсивность протекания биологической коррозии значительное влияние оказывают температура окружающей среды, наличие пыли и загрязнений органической природы на поверхности материала, ультрафиолетовое излучение, механические вибрации, возможность развития сообществ разных видов грибов или бактерий в зависимости от конкретных условий эксплуатации и т.д. В этой связи тот факт, что соискателем в качестве фактора влияния рассматривалось только наличие либо отсутствие капиллярной влаги в образцах, значительно снижает возможность практического применения полученных результатов при прогнозировании развития коррозионных процессов.

3. Не понятно почему соискатель отверждал опытные образцы цементного камня в воздушно-сухих условиях (температура 20 ± 2 °С и относительная влажность воздуха 50-70 %. Стр. 83.) Это стало причиной того, что из-за отсутствия возможности полноценного протекания процессов гидратации образцы цементного камня из портландцемента марки ПЦ 500-Д0-Н на момент начала испытания набрали прочность 35,78 МПа (Табл. 3.1. Стр. 91), что не соответствует заявленной марке цемента по прочности и вероятнее всего является причиной его повышенной проницаемости.

4. Если на значение плотности и пористости цементного камня сам процесс заражения бактериями или грибами сказывается не значительно (Рис. 3.1, стр. 84 и Рис. 3.3, стр. 86), то чем обусловлено повышение водопоглощения образцов зараженных *Bacillus subtilis* и *Aspergillus niger* van Tieghem до испытаний, судя по графику, представленному на Рис.3.2, стр. 85 на величину, составляющую порядка 50-70 % относительно не зараженных образцов.

5. На стр. 86 диссертации автор приводит сведения о том, что при биодеструкции во влажных условиях в течение полугода пористость цементного камня увеличивается на 14 % при бактериальной коррозии и на

29 % при грибковой коррозии, а на стр.102 (Табл.3.3) результаты изменения рН цементного камня за тот же период времени. Хотелось бы уточнить, эти изменения происходят по всему объему исследуемых образцов кубов с длиной ребра 10 см, на их поверхности или конкретно на какой-то определенной глубине от поверхности?

Заключение о соответствии диссертации критериям
«Положения о порядке присуждения ученой степени»

Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа Новикова Дениса Геннадьевича отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, так как является комплексным теоретическим и экспериментальным исследованием закономерностей протекающих физико-химических превращений в системе «цементный бетон – стальная арматура» в условиях микробиологической коррозии, имеющим несомненную научную новизну и большую практическую значимость.

Результаты диссертационной работы полно опубликованы в 10 публикациях, из которых в изданиях, включенных в международную базу цитирования Scopus, опубликованы 2 статьи; в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, опубликованы 4 статьи. Основные результаты работы были доложены на международных, всероссийских и региональных научно-технических конференциях и семинарах.

Практическая значимость подтверждена 2 актами внедрения разработанных автором рекомендаций для установления ресурса безопасной эксплуатации изделий из железобетона, подверженного воздействию микроорганизмов, позволяющих оценить скорость микробиологической коррозии бетона, произвести расчет периодов начала коррозионных разрушений в железобетоне и сократить расходы на ремонтно-восстановительные работы на 23 % от стоимости сметных работ.

Диссертация написана грамотным литературным языком, хорошо читается. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

В связи с вышеуказанным считаю, что диссертационная работа Новикова Дениса Геннадьевича полностью отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему искомой ученой степени по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:
Кандидат технических наук
(05.23.05 – Строительные материалы и изделия),
доцент, доцент кафедры строительных
материалов и технологий



Богатов Андрей
Дмитриевич

Дата

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва»
430005, Республика Мордовия,
г. Саранск, ул. Большевиков, 68
Тел.: +7(927)181-63-54, e-mail: bogatovad@list.ru

