

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**на диссертационную работу Коноваловой Виктории Сергеевны
«Методологические принципы повышения долговечности армированных
бетонов, эксплуатирующихся в жидких хлоридсодержащих средах»,
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия**

На оппонирование представлены:

- диссертационная работа Коноваловой В.С., изложенная на 342 страницах машинописного текста, содержащая 25 таблиц, 114 рисунков и список литературы из 654 наименований отечественных и зарубежных изданий. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и 14 приложений;
- автореферат, изложенный на 34 страницах.

Актуальность темы исследования

Тематика диссертационного исследования Коноваловой В.С., посвященной разработке принципов повышения долговечности армированных цементных бетонов, эксплуатирующихся в условиях воздействия хлоридсодержащих агрессивных сред, без сомнений, актуальна.

Проведенные экспериментальные исследования кинетики коррозионных процессов, протекающих в структуре цементного камня, 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 хлоридсодержащих жидких средах, поскольку своевременная защита бетонных и железобетонных объектов от коррозии позволит значительно сократить экономический ущерб от последствий коррозионных разрушений, повысить надежность конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия хлоридов, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Общая характеристика работы

Диссертация выполнена в классическом стиле.

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

В первой главе представлен литературный обзор по теории и практике коррозии строительных материалов под действием агрессивных хлоридных сред, представлены общие положения и физические аспекты процессов коррозии с анализом 654 отечественных и иностранных литературных источников. Проанализированы процессы, протекающие при хлоридной коррозии железобетонных изделий и конструкций, причины их возникновения и факторы, влияющие на развитие коррозионных процессов бетона и стальной арматуры.

Вторая глава посвящена описанию методов определения изменений физико-химических свойств цементного камня, стальной арматуры и жидких хлоридсодержащих сред.

В третьей главе излагаются результаты исследования массообменных процессов, протекающих в цементном бетоне под действием жидких хлоридсодержащих сред. Теоретически и экспериментально изучена кинетика массообменных процессов, протекающих при воздействии жидких сред на цементный камень, и влияние на интенсивность массопереноса температуры среды. Проанализированы результаты испытаний влияния жидких хлоридсодержащих сред на физико-механические характеристики цементных бетонов. Разработаны рекомендации по замедлению коррозионных процессов цементных бетонов в жидких средах посредством кольматации пор в результате объемной гидрофобизации стеаратом кальция. Установлены сроки безремонтной службы бетонных изделий, находящихся под воздействием хлоридсодержащих сред различной степени агрессивности, с применением данных, полученных при проведении экспериментальных исследований процессов коррозионного массопереноса, и математической модели коррозии второго вида бетона.

В четвертой главе работы проведены теоретические и экспериментальные исследования диффузии хлорид-ионов в объем цементного камня к стальной арматуре с учетом массообменного характера протекающих процессов. Экспериментально исследована кинетика коррозии в системе «хлоридсодержащая среда – цементный камень – стальная арматура» на границах раздела фаз. Для образцов цементного камня, подвергаемых воздействию различных хлоридсодержащих сред, с использованием результатов дериватографического анализа рассчитаны по толщине цементного камня концентрации хлорид-ионов для разных этапов коррозии. Распределение содержания хлоридов дало возможность определить сроки достижения предельной концентрации хлорид-ионов в поровой жидкости цементного камня у поверхности стальной арматуры и время начала развития коррозии стали. Установлено влияние объемной гидрофобизации цементного камня и температуры агрессивной среды на сроки прекращения защиты арматуры защитным покрытием. Проведено исследование массообменных процессов,

протекающих при электрохимической коррозии стальной арматуры в условиях прямого воздействия на нее хлорид-ионов. Проведено прогнозирование скорости коррозии стальной арматуры в жидких хлоридсодержащих средах и срок безремонтной службы железобетонного изделия, эксплуатируемого в условиях воздействия жидких хлоридсодержащих сред.

В пятой главе диссертации проводится разработка рекомендаций для повышения стойкости к коррозии цементного композита в условиях воздействия жидких хлоридсодержащих сред. Разработаны и научно-обоснованы составы растворов и режимы для получения на поверхности арматурной стали фосфатных покрытий при комнатной температуре. Для модифицированных фосфатных покрытий изучены защитные свойства и технические характеристики. Разработаны рекомендации по ингибированию коррозии стальной арматуры в бетоне добавками различных нитратов. Представлены результаты изучения кинетики коррозии арматуры в присутствии ингибиторов.

В заключении изложены основные результаты диссертационного исследования с указанием их научной и практической значимостей.

Научная новизна, достоверность и обоснованность основных выводов

Научная новизна диссертационной работы Коноваловой Виктории Сергеевны заключается в следующем:

- предложен методологический подход для прогнозирования продолжительности периодов коррозионных повреждений цементного камня, в том числе модифицированного, при жидкостной коррозии в хлоридсодержащих средах, основанный на использовании математической модели коррозии второго вида бетона, разработанной научной школой академика РААСН С.В. Федосова, учитывающей внутренний источник массы компонента «свободного гидроксида кальция» и химические реакции, происходящие в процессе массопереноса;

- получены профили концентраций хлорид-ионов и гидроксида кальция в поровой структуре цементного камня с помощью мониторинга диффузии этих компонентов, позволяющие определять основные параметры протекающих процессов массопереноса (коэффициенты массопроводности и массоотдачи) и прогнозировать временные интервалы обеспечения сохранности арматуры бетоном в хлоридсодержащих средах различной степени;

- установлена степень коррозионного повреждения цементного композита при хлоридной коррозии, выраженная в глубине разрушения на различных сроках эксплуатации, изменении физико-механических характеристик и структурно-фазового состава цементного камня;

- показано влияние естественной (продуктами коррозии) и искусственной (при объемной гидрофобизации стеаратом кальция на стадии изготовления)

кольматации пор цементного камня на скорость массообменных процессов и прогнозируемую долговечность цементного вяжущего при коррозии в жидких хлоридсодержащих средах различной степени агрессивности;

- установлены сроки начала развития коррозионных процессов на поверхности стали и периоды перехода коррозии в активное состояние, позволяющие устанавливать необходимость обеспечения антикоррозионной защиты стальной арматуры;

- предложены рекомендации по ингибированию коррозии стальной арматуры в бетоне в условиях хлоридной коррозии нитратами щелочных и щелочно-земельных металлов; показано, что добавки нитратов металлов не влияют на массообменные процессы и коррозию цементного камня на начальном этапе воздействия агрессивных сред, но препятствуют взаимодействию с металлической арматурой хлорид-ионов, поступающих к ее поверхности через защитное покрытие.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость представленных в работе результатов заключается в разработке научно обоснованного методологического подхода и инженерной методики установления степени повреждения цементного камня и прогнозированию продолжительности периодов коррозионных повреждений при жидкостной коррозии в хлоридсодержащих средах с применением методов математического моделирования процессов массопереноса. Установленные параметры и механизмы повреждения железобетона в результате воздействия хлоридных сред с учетом закономерностей процессов массопереноса необходимы для разработки рекомендаций и методов по защите железобетонных изделий от коррозии и по повышению их долговечности при эксплуатации в агрессивных средах.

Внедрение результатов диссертационного исследования Коноваловой В.С. на предприятиях ООО «Базовый инжиниринг» (г. Иваново), ООО «Научно-производственное предприятие ЭНЕРГОСЕРВИС» (г. Ростов-на-Дону), ООО «Мераком» (г. Москва), ООО «ХолодБизнесГрупп» (г. Ростов-на-Дону), ООО «Омега-строй» (г. Южно-Сахалинск), ООО «Сахалинстойинвест» (г. Южно-Сахалинск), ООО «Вира-96» (г. Южно-Сахалинск) 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 естественных наук и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «ИВГПУ» при проведении лекционных и лабораторных занятий для обучающихся по

направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» магистерской программы «Антикоррозионная защита оборудования и сооружений», что также подтверждается актом о внедрении.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выдвинутые в работе, обоснованы и согласуются с отечественными и зарубежными научными представлениями в области долговечности бетонов, эксплуатирующихся в жидких хлоридсодержащих средах. Достоверность научных положений подтверждается их воспроизводимостью и согласованностью экспериментальных данных. Полученные данные не противоречат общепринятым данным и работам других авторов.

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 комплексометрия, рентгеноструктурный анализ, термический анализ (дифференциальный термический, деривативная термогравиметрия, термогравиметрия), хронопотенциометрия, измерение поляризации электродных процессов, сканирующая атомно-силовая микроскопия. Все это свидетельствует о высоком уровне проведенных автором теоретических и экспериментальных исследований и достоверности полученных результатов.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 125 научных трудах, в том числе: 15 статьях в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 19 статьях в научных журналах, индексируемых в международных реферативных базах данных Web of Science и Scopus; монографии. Получен патент РФ на изобретение. Основные результаты работы были доложены на международных, всероссийских и региональных научно-технических конференциях и семинарах.

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

Замечания по диссертации

По диссертационной работе возникло несколько вопросов и замечаний:

1. В диссертационном исследовании расчет долговечности цементных композитов проведен по данным, полученным для цементного камня, экспонированного в растворах жидких сред, содержащих хлорид-ионы. Каким образом учитывался вид и количество наполнителей и заполнителей,

традиционно используемых в составах цементных бетонов? Можно ли с помощью предлагаемого подхода оценить долговечность других видов цементных бетонов, в частности, высокопрочных, в том числе тяжелых, мелкозернистых, на основе смешанных вяжущих и др.?

2. В реальных условиях эксплуатации железобетонные изделия и конструкции практически всегда работают в условиях воздействия механических нагрузок. Очевидно, что вид и уровень прикладываемых механических нагрузений будет оказывать существенное воздействие на долговечность железобетонных элементов, однако в данном исследовании данный вопрос не рассмотрен. Кроме того, при оценке долговечности изделий и конструкций всегда нужно указывать, какие именно элементы (сжатые, изгибаемые и др.) рассматриваются, а также конкретизировать класс бетона, толщину защитного слоя (для предлагаемого подхода это крайне важный показатель), вид арматуры и т.д.?

3. При разработке методик защиты поверхности стальной арматуры фосфатными покрытиями не рассмотрено влияние формируемых покрытий на изменение адгезионного сцепления арматуры с бетоном.

4. В работе отсутствует расчет экономической эффективности предлагаемых решений, рекомендованных для повышения коррозионной стойкости цементных бетонов и стальной арматуры, в том числе за счет использования добавок стеарата кальция, модифицированных растворов для холодного фосфатирования и др. Также следовало бы более четко изложить рекомендации по предотвращению коррозионного разрушения арматуры (глава 5), проиллюстрировав их на примере результатов практического внедрения, представленных в тексте диссертации только актами.

5. В работе встречаются опечатки и смысловые погрешности, в частности, неправильно указанные единицы изменения и т.д. На ряде графиков отсутствуют координаты экспериментальных точек, затрудняющие понимание – реальные это значения или модельные.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационного исследования, выполненного Коноваловой В.С.

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

Анализ работы позволяет сделать вывод, что диссертация «Методологические принципы повышения долговечности армированных бетонов, эксплуатирующихся в жидких хлоридсодержащих средах» является завершённой научно-квалификационной работой, посвящённой научному обоснованию методологических подходов к прогнозированию продолжительности

коррозионных повреждений железобетона, расширению прочностных и антикоррозионных свойств армированного бетона в соответствии с различными областями его применения, идентификации причин возникновения коррозии строительных материалов и выявлении факторов, влияющих на процессы деструкции.

Учитывая актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа на тему «Методологические принципы повышения долговечности армированных бетонов, эксплуатирующихся в жидких хлоридсодержащих средах» отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Коновалова Виктория Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент:
доктор технических наук
(05.23.05 – Строительные материалы и изделия),
профессор, и.о. директора
Института архитектуры и строительства,
профессор кафедры «Строительные конструкции»

Низина
Татьяна
Анатольевна
24.01.2024

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва»
430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68
Тел.: 8 (8342) 47-71-56, e-mail: nizinata@yandex.ru

