

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ)

2-я Красноармейская ул., 4, Санкт-Петербург, 190005
Тел: (812) 400-06-67 Факс: (812) 316-58-72; rector@spbgasu.ru; www.spbgasu.ru
ОКПО 02068580; ОГРН 1027810225310; ИНН / КПП 7809011023/783901001

№ _____
На № _____ от _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе СПбГАСУ

С.Г. Головина

«27» мая 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Караваяева Ивана Васильевича
«Влияние жидких хлоридсодержащих сред на эксплуатационные
характеристики гидрофобизированного бетона и стеклокомпозитной
арматуры», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

1. Актуальность темы выполненной работы.

Бетон, армированный композитной арматурой, не смотря на молодой возраст, успешно применяется в строительстве. Достоинствами композитной арматуры по сравнению с металлами являются низкая плотность, высокая прочность, высокая усталостная прочность, малое температурное расширение, низкая теплопроводность, хорошее сопротивление коррозии, а, следовательно, высокая долговечность.

Практическое применение бетонов, армированных композитной арматурой, опирается на обширные исследования проводимые в России и других странах. В нашей стране исследованием композитных материалов и их применением для армирования бетонных изделий занимаются В.Ф. Степанова, В.И. Римшин, С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, С.И. Меркулов, И.И. Овчинников, Г.М. Красовская, С.В. Шахов, А.С. Шахов, А.Ю. Степанов, А.Т. Беккер, В.Г. Хозин, Ю.В. Пухаренко, Т.А. Низина. В последнем десятилетии различные теоретические и практические исследования были посвящены замене стальной арматуры на стеклопластиковую, поскольку этот материал не подвергается коррозии и, таким образом, обеспечивает долговечность конструкции. Такой интерес ученых к данному направлению свидетельствует об актуальности темы, выполненной И.В.

Караваевым диссертационной работы.

Любой новый материал требует проведения исследований, направленных на улучшение технологических и технических характеристик. Для бетона, армированного стеклокомпозитной арматурой, проблемным является вопрос проскальзывания арматурного стержня в бетоне в процессе нагружения конструкции. При этом происходит разрушение профиля стеклокомпозитной арматуры, т.к. при вырывании прутка навивка сдвигается и скалывается с поверхности арматурного стержня. Исследованиями И.В. Караваева показано, что эту проблему можно решить путем усиления сцепления стеклокомпозитной арматуры с бетоном, применив надежный профиль арматурного стержня и повысив коррозионную стойкость и прочность бетона.

2. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В результате выполненных исследований диссертантом получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1) на основании анализа научной литературы по вопросам коррозии бетонов в жидких хлоридсодержащих средах выдвинута гипотеза о положительном влиянии гидрофобизации на диффузионные процессы в бетонах;

2) экспериментально подтверждено влияние гидрофобизирующей добавки стеарата кальция на улучшение коррозионной стойкости цементного бетона вследствие осаждения стеарата кальция в порах твердеющего цементного камня; установлено оптимальное количество добавки стеарата кальция для обеспечения долговечности композита на основе гидрофобизированного бетона и стеклокомпозитной арматуры при хлоридной коррозии в жидких средах различной степени агрессивности;

3) проведено исследование диффузии хлорид-ионов из агрессивной среды вглубь бетона к поверхности арматуры и гидроксида кальция из бетона в агрессивную среду; определены основные параметры коррозионного массопереноса (коэффициенты массопроводности, массоотдачи) для гидрофобизированного бетона в средах различной степени агрессивности;

4) экспериментами установлены временные интервалы достижения химического равновесия в системе «гидрофобизированный бетон – жидкая агрессивная среда», по математической модели коррозии II вида цементных бетонов рассчитаны сроки безремонтной службы конструкций из бетонов марок по водонепроницаемости W6 и W8.

3. Степень обоснованности и достоверность основных положений, выводов и заключений, содержащихся в диссертации

Достоверность теоретических положений и ожиданий подтверждена экспериментальными исследованиями.

Экспериментальные исследования проведены с использованием современных физических, физико-химических и химических методов анализа и математической обработки экспериментальных данных. Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечена применением стандартных методик испытаний и поверенным экспериментальным оборудованием,

сравнительным сопоставлением результатов, полученных разными методами, а также их сравнением с результатами, полученными другими авторами.

Работа успешно прошла апробацию на международных, Всероссийских и региональных научно-технических конференциях. Основные результаты и положения диссертационных исследований достаточно полно отражены в 18 публикациях, из которых 1 статья опубликована в издании, включенном в международную базу цитирования Scopus, 4 статьи - в изданиях, входящих в рекомендованный ВАК перечень.

4. Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Научная ценность диссертационного исследования состоит в установленном с учетом закономерностей процессов массопереноса механизме коррозионной деструкции гидрофобизированного бетона. Выявленные представления о коррозии позволяют спрогнозировать последствия воздействия жидких сред различной степени агрессивности на бетон.

Рекомендации по объемной гидрофобизации бетона, обеспечивающие повышение долговечности бетонных изделий, применяются на практике в ООО «Мераком» (Москва).

Предложен новый вид навивки стержневой стеклокомпозитной арматуры, который увеличивает сцепление арматурного стержня с бетоном и позволяет предотвратить преждевременное обрушение бетонного изделия. Предложение находит применение в производственной деятельности ООО «Базовый инжиниринг» (г. Иваново).

Теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований используются в учебном процессе кафедры нанотехнологий, физики и химии ФГБОУ ВО ИВГПУ при проведении лекционных и лабораторных занятий для обучения бакалавров направления подготовки 08.03.01 «Строительство» по дисциплине «Коррозия металлов и способы защиты» и магистрантов направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» магистерская программа «Антикоррозионная защита оборудования и сооружений» по дисциплинам: «Методы исследования коррозионных процессов оборудования и сооружений», «Физико-химические основы коррозии», «Эксплуатационные и антикоррозионные материалы».

5. Структура и содержание работы

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы отечественных и зарубежных авторов из 265 наименований, а также десяти приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы и определена степень ее разработанности, представлены цель и задачи исследований, сформулирована научная новизна и практическая значимость результатов исследовательской работы, названы положения, которые выносятся на защиту, определен личный вклад автора в выполненную работу.

В первой главе приведен анализ научных работ отечественных и

зарубежных авторов, посвященных использованию композитной арматуры в бетонных технологиях, а также современным представлениям о механизмах коррозионных процессов в бетоне, железобетоне, композитных материалах; определены задачи исследования.

Автор диссертации рассматривает виды композитной арматуры, приводит сравнение со стальной арматурой, выявляет достоинства стеклокомпозитной арматуры. В то же время отмечается, что в настоящее время применение композитной арматуры в силовых элементах конструкций сдерживается по причине низкого сцепления арматурного стержня с бетоном.

На основании литературного анализа И.В. Караваев утверждает, что при коррозии бетона, армированного композитной арматурой, срок службы конструкции будет определяться только коррозией цементного камня, поскольку композитная арматура хорошо сопротивляется воздействию большинства агрессивных сред. Таким образом долговечность конструкции будет зависеть от скорости протекания и распространения коррозионных процессов в бетоне. Для замедления таких процессов предложено проводить поверхностную или объемную гидрофобизацию бетона. Рассмотрев разнообразие способов гидрофобизации и применяемых добавок, автор выбрал в качестве объекта исследования объемную гидрофобизацию стеаратом кальция.

Во второй главе названы материалы, использованные при проведении экспериментальных исследований, приведены их характеристики. Перечислены и подробно описаны методики проведения экспериментов и анализов, описаны опытные образцы.

В исследовательской работе И.В. Караваев применял метод комплексонометрии для количественного анализа ионов кальция в жидких средах, метод рентгеноструктурного анализа для выявления изменений, происходящих в цементном камне при коррозии.

В отдельных исследованиях (коррозионная стойкость цементного камня, прочность анкеровки стеклокомпозитной арматуры в бетоне) использовались оригинальные методы и приспособления, на которые имеются патенты РФ на полезную модель. В разработке полезных моделей принимал участие автор диссертации.

В третьей главе обсуждены результаты физико-химических исследований жидкой и твердой фаз, позволяющие судить об изменениях, происходящих в гидрофобизированном цементном камне под воздействием жидкой среды разной степени агрессивности. Результаты получены путем определения степени выщелачивания цементного камня. Проведенные эксперименты позволили автору установить с учетом степени агрессивности коррозионной среды оптимальные дозировки гидрофобизирующей добавки. Проводя параллельно изучение структурно-фазового состава цементного камня, И.В. Караваев установил зависимость прочности камня от степени коррозионных разрушений.

С помощью известной математической модели И.В. Караваев рассчитал кинетику массопереноса в системе «твердое тело – жидкая среда». По построенным профилям концентраций «свободного гидроксида кальция» проведен

расчет долговечности армированного бетонного изделия и, таким образом, установлен срок безремонтной эксплуатации гидрофобизированного бетона в сильноагрессивной среде.

В четвертой главе описаны эксперименты и обсуждены полученные результаты по исследованию сцепления стеклокомпозитной арматуры, имеющей различные виды навивки и напыления, с бетоном. В процессе экспериментов проведена оценка влияния агрессивных сред на прочность сцепления. Прочность сцепления определена выдергиванием прутка арматуры с различными видами покрытий и навивок из бетонного образца.

При сравнении результатов испытаний образцов без гидрофобизирующей добавки и образцов с разным количеством стеарата кальция установлено, что с увеличением концентрации гидрофобизирующей добавки в бетоне повышается усилие вырывания стеклокомпозитного прутка из бетонного образца. Это может быть связано как с увеличением прочности бетона вследствие гидрофобизации, так и с замедлением коррозионных процессов.

Автором диссертации предложен, описан и испытан новый вид навивки стержневой стеклокомпозитной арматуры. Новый арматурный профиль характеризуется лучшим сцеплением с бетоном по сравнению другими вариантами поверхности стержней. Причем, лучшее сцепление проявляется и в бетоне, не подвергавшемся действию жидких агрессивных сред, и в бетоне, подвергнутом воздействию жидких сред разной степени агрессивности.

В заключении автором изложены основные результаты диссертационной работы.

В приложении представлены акты о внедрении результатов исследовательской работы в производственный и учебный процесс; список нормативной литературы; документы о качестве портландцемента, щебня, композитной арматуры; патенты РФ на полезные модели.

Автореферат и опубликованные работы диссертанта полностью отражают основное содержание диссертации.

6. Рекомендации по дальнейшему использованию результатов и выводов диссертации

Предложенные в диссертационной работе рекомендации по гидрофобизации цементных бетонов с целью повышения коррозионной стойкости к воздействию жидких агрессивных сред могут быть использованы для разработки математических моделей массопереноса в системе «цементный бетон – агрессивная среда» с учетом кольтматации пор бетона. Это позволит эффективно управлять процессами коррозионной деструкции строительных материалов и изделий.

Полученные представления о диффузионных процессах, протекающих при коррозии в жидких средах гидрофобизированных бетонов, позволят исследовать широкий круг бетонов и создать базу данных коэффициентов массопереноса для сред различной степени агрессивности.

Замечания по диссертации

1. Недостаточно внимания уделено описанию методики выполнения

экспериментов и испытания образцов, в связи с чем возникают, например, такие вопросы и замечания:

- не понятно, из чего и как изготавливались опытные образцы для исследования коррозионной стойкости. На с. 53 диссертации отмечается, что «исследование коррозионной стойкости проводилось на образцах-цилиндрах с диаметром 50 мм и высотой 5 мм, изготовленных из портландцемента марки ПЦ 500-Д0 с водоцементным отношением В/Ц = 0,3». В то же время автор пишет, что «образцы изготавливались из растворов нормальной густоты». Все-таки, опытные образцы изготавливались из растворной смеси или из цементного теста? Если из теста, то зачем приводится ссылка на ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний»?

- вызывает недоумение абзац текста диссертации на с. 61. Цитата: «Прочность бетонных образцов определяется согласно ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». Испытания проводились на бетонных образцах-цилиндрах с диаметром 50 мм и высотой 5 мм». Не понятно о каком бетоне идет речь? Обращаем внимание, что в названном ГОСТе при использовании образцов-цилиндров соотношение размеров должно быть: $h \geq d$.

2. Отдельные формулы не читаются, например, формула 2.2 (с. 54).

3. В тексте диссертации и автореферата имеется много ненужных повторений одной и той же информации. Например, на протяжении всего изложения материала диссертации упоминается марка портландцемента ПЦ 500-Д0. В этом нет необходимости, так как характеристика вяжущего дана во второй главе диссертации. Имеются и другие повторения.

4. Не выдержан единый стиль изложения материала. Автор применяет прошедшее и настоящее время (и даже будущее!). Встречаются обороты из разговорного лексикона («замешивание бетона»).

5. В диссертации имеются небольшие редакционные ошибки и опечатки. Например, C_3AF (табл. 2.2)

Высказанные замечания и недостатки не снижают научной и практической значимости диссертационной работы и не ставят под сомнение достоверность и обоснованность полученных результатов.

Заключение о соответствии диссертации

«Положению о присуждении ученых степеней»

По тематике, предмету, научной новизне и методам исследования диссертация Караваева Ивана Васильевича соответствует паспорту специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия в части п.2. «Создание новых строительных материалов, обеспечивающих строительство быстровозводимых трансформируемых и долговечных зданий и сооружений»; п.4. «Разработка методов прогнозирования и оценки стойкости строительных материалов и изделий в заданных условиях эксплуатации».

В соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. с изменениями, внесенными постановлением Правительства Российской

Федерации от 30 июля 2014 года № 723, постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 года № 335, постановлением Правительства Российской Федерации от 2 августа 2016 года № 748, постановлением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2017 года № 650, постановлением Правительства Российской Федерации от 28 августа 2017 года № 1024, постановлением Правительства Российской Федерации от 1 октября 2018 года № 1168.) диссертационная работа Караваева Ивана Васильевича оценивается как научно-квалификационная работа, в которой содержится решение задачи по повышению эксплуатационных характеристик композита на основе гидрофобизированного бетона и стеклокомпозитной арматуры при хлоридной коррозии.

Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

По объему, новизне и значимости полученных результатов диссертационная работа Караваева Ивана Васильевича на тему: «Влияние жидких хлоридсодержащих сред на эксплуатационные характеристики гидрофобизированного бетона и стеклокомпозитной арматуры» удовлетворяет требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Караваев Иван Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Диссертационная работа и отзыв на диссертацию заслушаны, обсуждены и одобрены на заседании кафедры технологии строительных материалов и метрологии 27 мая 2019 г., протокол №7.

Профессор кафедры технологии
строительных материалов и метрологии
ФГБОУ ВО

«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»

д-р техн. наук
по спец. 05.23.05 –

Строительные материалы и изделия,
доцент

Харитонов Алексей Михайлович

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4
E-mail: rector@spbgasu.ru
Тел.: +7 (812) 575-05-34