

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Степановой Валентины Федоровны на диссертационную работу Лосевой Ю.В. на тему:

«Исследование процессов массопереноса при кислотной коррозии цементных бетонов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (строительство)

Актуальность темы диссертации

Проблема долговечности строительных материалов из бетона и железобетона была и остается актуальной в настоящее время для строительной индустрии. По данным строительного комитета Государственной Думы потери от разрушения сооружений в результате коррозионной деструкции в России составляли десять лет назад около 5 млрд. рублей в год. В настоящее время не ведется статистика в этом направлении, но количество случаев разрушения конструкций не уменьшилось.

В современных условиях экономического кризиса особенно остро стоит вопрос увеличения срока службы строительных конструкций. Одно из решений его может быть обеспечено за счет применения эффективных и доступных методов защиты изделий и конструкций от коррозии, в том числе в жидких агрессивных средах.

Кислотная коррозия является одним из основных факторов, влияющих на разрушение бетона конструкций зданий и сооружений крупных химических предприятий, предприятий нефтегазового комплекса – важных составляющих основных отраслей экономики нашего государства.

Уменьшить расходы на ремонт сооружений можно, повысив качество проектирования и строительства, разработав правильную стратегию эксплуатации и эффективные методы предотвращения разрушений бетона вследствие коррозионных повреждений. В свою очередь, увеличение срока эксплуатации зданий и сооружений, а также снижение расходов по их содержанию невозможно без разработки новых современных методов расчета конструкций и прогнозирования процессов коррозии, моделирующих изменение эксплуатационных характеристик бетона конструкций под воздействием окружающей среды.

В настоящее время методы математического моделирования при исследовании коррозионной деструкции еще не достаточно широко применяются на практике, хотя их преимущества очевидны. Они позволяют с достаточной точностью рассчитать долговечность и надежность бетонных изделий и конструкций, разработать меры по защите от разрушающего воздействия жидкой агрессивной среды, как на стадии их проектирования и изготовления, так и в процессе эксплуатации. Применение математических моделей позволит экономически обоснованно назначать средства защиты в зависимости от принятых сроков эксплуатации зданий и сооружений.

Вместе с тем, следует отметить, что в большинстве работ, посвященных математическому моделированию процессов массопереноса при коррозии бетонов, решения краевых задач получены именно в форме бесконечного ряда Фурье. Приближенных численно-аналитических решений практически не имеется.

Разработка математической модели массопереноса при кислотной коррозии для малых значений числа Фурье позволит более точно, на любом временном этапе определять концентрацию «свободного» гидроксида кальция в порах бетона, а, следовательно, и фактическое изменение прочностных характеристик конструкции.

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 и сооружений, более рационально подходить к проектированию, снизить затраты на эксплуатацию объектов, повысить уровень безопасности жизнедеятельности.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений; изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 28 рисунков, 18 таблиц и список литературы из 185 наименований.

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

Целью диссертационной работы Лосевой Ю.В. является установление и обобщение закономерностей процессов массопереноса при кислотной коррозии цементных бетонов в жидкой среде, протекающих по механизму коррозии бетона второго вида, при малых значениях чисел Фурье. Определение основных параметров, изучение кинетики и динамики исследуемых процессов путем моделирования диффузии «свободного» гидроксида кальция в гетерогенной системе «твердое тело – жидкая агрессивная среда». Разработка математической модели и проверка её адекватности реальным физико-химическим процессам массопереноса. Разработка на основании полученных экспериментальных данных научно обоснованных рекомендаций по повышению коррозионной стойкости железобетонных конструкций к воздействию кислых агрессивных сред и применение их на практике.

Для достижения поставленной цели в диссертации поставлены и решены следующие задачи:

1. Разработана физико-математическая модель процесса диффузии целевого компонента – «свободного» гидроксида кальция в твердой фазе бетона с учетом химического воздействия кислотной среды, которая позволяет получить решения краевой задачи массопереноса в системе «бетон – жидкость» при малых значениях числа Фурье и дает возможность расчета одновременно кинетики и динамики процесса;

2. Поставлен и проведен численный эксперимент с целью изучения влияния коэффициентов внутреннего и внешнего массопереноса на кинетику и динамику процесса кислотной коррозии;

3. Поставлен и проведен натурный эксперимент для проверки сходимости предлагаемой математической модели и разрабатываемого инженерного метода расчета;

4. Разработаны практические рекомендации, направленные на повышение эксплуатационных характеристик бетонных и железобетонных конструкций при кислотной коррозии цементных бетонов.

Лосевой Ю.В. на основе результатов собственных теоретических и экспериментальных исследований и обобщения зарубежного и отечественного опыта сформулированы и разработаны следующие научные положения, позволяющие достигнуть поставленной цели:

- математическая модель массопереноса при кислотной коррозии цементных бетонов на уровне феноменологических уравнений с учетом произвольного закона распределения;

- аналитические решения задачи массопереноса при кислотной коррозии цементных бетонов для системы «твердое тело – жидкая агрессивная среда» с учетом химической реакции для области малых значений массообменного критерия Фурье.

Для решения поставленных задач автор достаточно корректно использует известные научные методы для обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Лосевой Ю.В. изучены и критически проанализированы известные теоретические и экспериментальные работы в области коррозии бетонов второго вида.

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

- соответствием разработанной математической модели и полученных экспериментальных данных физико-химическим представлениям о реальной картине процесса массопереноса при коррозионной деструкции и результатам ранее проведенных исследований других авторов. Полученные научные положения и выводы, приведенные в работе, основаны на результатах длительного эксперимента, выполненного с применением комплекса взаимодополняющих, высокоинформативных методов исследований, таких как электро- и комплексометрия, дифференциально-термический анализ, метод инфракрасной Фурье-спектроскопии и их статистической обработки, подтверждены сходимостью результатов вычислительных и натурных данных, а также их корреляцией с известными закономерностями;

- успешным внедрением результатов исследований на ОАО Череповецкий «Аммофос» и ООО «Балаковские минеральные удобрения».

Следует отметить, что диссертационное исследование Лосевой Ю.В. является логическим продолжением научных работ научной школы академика РААСН С.В. Федосова в области массопереноса и связи этих процессов с теорией коррозии бетона и железобетона профессора В.М. Москвина.

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

Достоверность полученных диссертантом теоретических положений подтверждается большим объемом экспериментальных результатов, которые

согласованы с известными научными теориями процессов коррозии бетона. Следует также отметить четкость и логичность при изложении материала диссертационной работы. Диссертация и автореферат изложены хорошим научным языком с малым содержанием опечаток и орфографических ошибок.

Главным практическим результатом диссертационной работы является разработка математической модели массопереноса при процессах кислотной коррозии бетона на уровне феноменологических уравнений для малых значений числа Фурье, позволяющая рассчитать концентрацию переносимого компонента («свободного» гидроксида кальция) по толщине бетонной конструкции, его содержание в жидкой фазе и среднее по толщине и объему конструкции, а также позволяющая определить время достижения на поверхности бетонной конструкции критической концентрации «свободного» гидроксида кальция, приводящей к началу вступления в реакцию высокоосновных соединений цементных бетонов. На основе математической модели синтезирована инженерная методика расчета и разработана компьютерная программа для определения времени завершения начального этапа кислотной коррозии бетона.

Опытным путем установлены значения коэффициентов массопроводности и массоотдачи.

Общность математического описания позволяет распространить разработанную математическую модель и предложенный метод расчета на другие виды бетонов с учетом определяемых экспериментально зависимостей коэффициентов массопереноса от структуры и состава бетонов, а также от состава и концентрации агрессивных сред.

На основании выполненных исследований разработаны практические рекомендации, которые использованы при проведении промышленной экспертизы строительных конструкций и сооружений, а также технических устройств и материалов, использованы практические рекомендации по мониторингу и повышению коррозионной стойкости бетонных и железобетонных конструкций. Расчетами показан экономический эффект от внедрения результатов научных исследований и предложенных мероприятий по защите бетона и железобетона от кислотной коррозии.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе следует сделать ряд замечаний.

1. Представляется, что при разработке физико-математической модели процесса диффузии «свободного» гидроксида кальция в твердой фазе бетона, следовало бы провести дополнительную оценку по диффузии иона H^+ (так как это способствует образованию кислоты), который имеет больший коэффициент диффузии по сравнению с ионом Ca^{2+} и должен определять в целом скорость процесса коррозии.
2. Диссертант оперирует понятием «свободный» гидроксид кальция применительно к одному определенному исследуемому составу. Не ясно, как это можно интерпретировать к бетону на цементе разного минералогического состава?

3. Диссертант рассматривает влияние на кинетику массопереноса толщины защитного слоя бетона, но на процесс будет большее влияние оказывать проницаемость бетона, структурные характеристики цементного камня и бетона в целом.
4. В главе 4 на рисунке 4.4 автор приводит профили концентраций $\text{Ca}(\text{OH})_2$ по толщине образца в водном растворе HCl , не совсем ясно, почему концентрация $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на поверхности образца больше, чем внутри образца?
5. Диссертант воздействует на бетон водным раствором HCl ($\text{pH}=5$), а как это можно отнести к другим кислым средам и применим ли выбранный подход к разработке математической модели кислотной коррозии бетона к другим видам коррозии бетона?

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

Актуальность, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы Лосевой Ю.В. несомненны. Полученные результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по рассматриваемой специальности. Несмотря на приведенные выше замечания, считаю, что они в конечном итоге не оказывают решающего влияния на положительную оценку работы, которая вносит вклад в научные основы процессов коррозии бетона, разработку мер его антикоррозионной защиты и позволяет поставить новые задачи в развитии данной работы.

Автореферат составлен с соблюдением установленных требований, его содержание соответствует основным положениям диссертации. Результаты проведенных исследований нашли отражение в 26 опубликованных работах автора, соответствующих теме диссертации, в том числе в изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ – опубликовано 5 работ; прошли апробацию – были доложены на ряде международных и всероссийских конференций.

Проведенный анализ диссертационной работы Лосевой Юлии Валерьевны 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.

Диссертационная работа Лосевой Юлии Валерьевны «Исследование процессов массопереноса при кислотной коррозии цементных бетонов» соответствует паспорту специальности: 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (строительство) в части п. 1. «Разработка научных и методологических основ проектирования и создания новых машин, агрегатов и процессов механизации производства в соответствии с современными требованиями внутреннего и внешнего рынка, технологии, качества, надежности, долговечности, промышленной и экологической безопасности»; п. 5. «Разработка научных и методологических основ повышения производительности машин, агрегатов и процессов и оценки их экономической эффективности и ресурса».

На основании вышеизложенного считаю, что соискатель, Лосева Юлия Валерьевна, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (строительство).

Официальный оппонент,
заведующий лабораторией коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИИЦ «Строительство»
доктор технических наук, профессор,
Дважды Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники,
академик МИА



Степанова Валентина Федоровна

Почтовый рабочий адрес:
109428, г. Москва, 2-ая Институтская ул., д. 6
Мобильный телефон: 8-916-903-52-04
Рабочий телефон: 8(499) 174-75-80
Электронная почта: vfstepanova@mail.ru

Подпись Степановой В.Ф. заверяю:

*Начальник
Судебного канцелярия*



Т.В. Степанова