

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.300.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 1 марта 2024 № 3
о присуждении **Красильникову Игорю Викторовичу**, гражданину
Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Массоперенос в процессах коррозии бетонов при изменяющихся параметрах агрессивной среды эксплуатации» по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия принята к защите 13 ноября 2023 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом 24.2.300.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 153000, г. Иваново, Шереметевский пр-т, д. 21, Приказ Минобрнауки России № 1360/нк от 24 октября 2022 г (с изменениями утв. Приказом Минобрнауки России № 1845/нк от 26 сентября 2023 г.).

Соискатель Красильников Игорь Викторович, 28 ноября 1987 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Исследование процессов массопереноса при жидкостной коррозии первого вида цементных бетонов с учетом действия внутренних источников массы» защитил в 2016 году в диссертационном совете Д 212.355.01, созданном на базе ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,

работает в должности доцента кафедры строительства и инженерных систем ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет».

Диссертация выполнена на кафедре естественных наук и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – Федосов Сергей Викторович, д.т.н., профессор, академик РААСН, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», профессор кафедры «Технологии и организация строительного производства». До сентября 2019 г. работал в Ивановском государственном политехническом университете в должности заведующего кафедрой «Техносферная безопасность».

Официальные оппоненты:

Селяев Владимир Павлович – доктор технических наук, профессор, академик РААСН, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва», заведующий кафедрой «Строительные конструкции»;

Несветаев Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», профессор кафедры «Технология строительного производства»;

Артамонова Ольга Владимировна – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», профессор кафедры «Химия и химическая технология материалов»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, в своем положительном заключении,

подписанном Монастыревым Павлом Владиславовичем, доктором технических наук, профессором, членом-корреспондентом РААСН, директором Института архитектуры, строительства и транспорта, профессором кафедры «Конструкции зданий и сооружений», Ярцевым Виктором Петровичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Конструкции зданий и сооружений» и Умновой Ольгой Владимировной, кандидатом технических наук, доцентом, заведующей кафедрой «Конструкции зданий и сооружений», и утвержденном ректором, доктором технических наук, профессором Краснянским Михаилом Николаевичем указала, что диссертация Красильникова Игоря Викторовича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой разработаны теоретические и экспериментальные модели, направленные на прогнозирование и оценку надежности и долговечности бетонов, оптимизацию структуры конструкций эксплуатируемых в жидких, газообразных и биологически активных агрессивных средах с изменяющимися параметрами, на основе которых изложены новые научно обоснованные технологические решения, что вносит значительный вклад в развитие отрасли строительства и жилищно-коммунального хозяйства страны, полностью отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Соискатель имеет 97 опубликованных научных работ по теме диссертации общим объемом 54,19 печатных листа, авторский вклад составляет 18,26 печатных листа, включая 26 статей в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, объемом 13,5 печатных листа, авторский вклад – 3,86 печатных листа, и 9 статей в научных журналах, индексируемых в международных

реферативных базах данных Web of Science и Scopus, общим объемом 5,57 печатных листа, авторский вклад – 1,47 печатных листа.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Fedosov, S.V. Formulation of mathematical problem describing physical and chemical processes at concrete corrosion / Fedosov S.V., Roumyantseva V.E., Krasilnikov I.V., Narmania B.E. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2017. Т. 13. № 2. С. 45-49.

2. Федосов, С.В. Исследование влияния процессов массопереноса на надежность и долговечность железобетонных конструкций, эксплуатируемых в жидких агрессивных средах / Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Логинова С.А. // Строительные материалы. 2017. № 12. С. 52-57.

3. Федосов, С.В. Гетерогенные физико-химические процессы массопереноса агрессивных веществ в структуре бетона железобетонных конструкций, эксплуатируемых в газовой среде с изменяющимися параметрами / Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Красильникова И.А., Касьяненко Н.С. // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 4 (45). С. 142-152.

4. Красильников, И.В. Определение параметров процесса неизотермического массопереноса при жидкостной коррозии бетонов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2022. № 1 (45). С. 99-109.

5. Федосов, С.В. Прогноз долговечности береговых сооружений из железобетона / Федосов С.В., Булгаков Б.И., Красильников И.В., Нго Суан Хунг, Танг Ван Лам. // Техника и технология силикатов. 2022. Т. 29. № 1. С. 55-63.

Опубликованные соискателем 97 научных работ полностью соответствуют теме диссертационного исследования и отражают его основные направления и результаты. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени

работах и не имеется результатов научных работ, выполненных Краси́льником И.В. в соавторстве, без ссылок на соавторов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От заведующего кафедрой «Строительные материалы и технология строительства» Белорусского национального технического университета, д.т.н., профессора, иностранного академика РААСН С.Н. Леоновича. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1.1. В автореферате отсутствуют сведения о расчёте остаточного ресурса конструкционного бетона, эксплуатируемого в рассматриваемых агрессивных средах.

1.2. Нет сведений о внедрении результатов диссертационной работы в нормативные документы, может быть на первом этапе в качестве рекомендуемых приложений, для апробации и приобретения первичного опыта профессиональным инженерным сообществом.

1.3. Относительно применения разработанных подходов к эксплуатируемым железобетонным конструкциям и автореферата не ясно, как будут учитываться усадка, ползучесть, прогибы и трещинообразование действующих нагрузок и т.д.

2. От профессора кафедры «Строительство уникальных зданий» д.т.н., профессора, академика РААСН Л.Р. Маиляна. **Отзыв положительный.** Замечаний нет.

3. От заведующего кафедрой «Технология строительных материалов и метрология» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., профессора, чл.-корр. РААСН Ю.В. Пухаренко. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

3.1. Не ясно почему автор напрямую связывает между собой массосодержание свободного гидроксида кальция в бетоне с изменением его прочности, выраженные через эмпирические уравнения (3) и (4) автореферата, без учета других факторов. Такие эмпирические модели очень

ограничены в применении или должны корректироваться для каждого конкретного состава, так как исключают управляемые пуццолановые реакции, вызванные применением пуццолановых цементов или кислых добавок, например микрокремнезем, который резко снижает содержание свободной извести, но напротив повышает прочностные характеристики бетона.

3.2. Из текста не ясно, каким образом было получено это распределение на рис.4, отражает ли оно условия экспериментирования или условия реальной эксплуатации, или является абстрактным примером, иллюстрирующим принципы моделирования.

3.3. Каким образом в представленных математических моделях учтен фактор структуры бетона? Очевидно, что бетоны с развитой пористой структурой и открытой капиллярной сетью будут активнее взаимодействовать со средой, и процесс связывания свободного гидроксида кальция будет протекать интенсивнее.

4. От заведующего лабораторией коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», д.т.н., профессора В.Ф. Степановой. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

4.1. В автореферате (стр. 26) сказано, что лабораторные исследования проводились на образцах-кубах с гранью 3 см; каждый образец из серии погружался в жидкую агрессивную среду объемом 1000 куб.см, откуда с периодичностью 14 суток отбирали пробу для изучения состава образцов цементного камня и титрования жидкости.

Какое общее количество образцов подвергали испытаниям для достижения повторяемости (сходимости) результатов исследования? Каким образом учитывали в расчетах, или компенсировали в эксперименте, объем агрессивной среды, отбираемый для титрования? Был ли предусмотрен поток жидкости через образец? Если нет, то как учитывали это в расчете?

4.2. Каким образом осуществлялось поддержание температуры на постоянном уровне при проведении описанного эксперимента (стр. 27) по исследованию влияния температуры на кинетику и динамику массопереноса?

4.3. Из автореферата диссертации не ясно, на какие все-таки жидкие среды распространяется предложенная автором модель, как ее использовать для разных видов коррозии (в газовой, жидкой, биологически активной агрессивных средах)?

5. От проректора по воспитательной работе, профессора кафедры строительных конструкций и водоснабжения ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», д.т.н., профессора, советника РААСН В.Г. Котлова. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

5.1. Каким образом происходит деление на «микропроцессы»?

5.2. В автореферате указано, что экспериментальные данные, представленные на рисунке 23 автореферата, показывают адекватность и соответствие реальному физическому процессу предложенной методологии расчета нестационарных массообменных процессов, в среде с переменными потенциалами и коэффициентами переноса. Однако из них не понятно, где экспериментальные данные, а где моделирование.

6. От профессора кафедры «Дизайн и строительство» учреждения «Баишев университет», д.т.н., профессора, советника РААСН Б.Р. Исакулова. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

6.1. Какие именно параметры агрессивной среды влияют на процессы коррозии бетона?

6.2. Какие изменения происходят при массопереносе в процессах коррозии бетона при изменяющихся параметрах агрессивной среды?

6.3. Какие методы исследования были использованы для изучения массопереноса в процессах коррозии бетона?

7. От профессора кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» ФГБОУ ВО «Российский государственный

аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», заслуженного деятеля науки и техники РФ, д.т.н., профессора С.П. Рудобашты. **Отзыв положительный.** Замечаний нет.

8. От проректора по научной работе, заведующего кафедрой «Архитектура» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» д.т.н., доцента Д.В. Монича и заведующего лабораторией «Непрерывный контроль технического состояния зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», к.т.н., доцента П.А. Хазова. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

8.1. Отсутствие на графиках, представленных в автореферате, погрешностей расчета приведенных величин;

8.2. Из автореферата непонятно, какие газы и жидкости рассматривались в качестве агрессивных компонентов при коррозии бетона и железобетона.

9. От заведующего кафедрой «Производство строительных изделий и конструкций» ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», д.т.н., профессора В.В. Белова. **Отзыв положительный.** Имеется замечание:

9.1. В заключении на стр. 31 автореферата сказано о проведении длительного эксперимента. На представленных графиках на стр. 26 приводятся данные для временного интервала 0-70 суток. Достаточно ли данного срока для получения необходимых данных, и какова реальная продолжительность проведенных экспериментальных исследований?

10. От профессора кафедры «Механическое оборудование» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», д.т.н., профессора В.С. Богданова. **Отзыв положительный.** Замечаний нет.

11. От декана факультета «Управление территориями» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»,

д.т.н., профессора О.В. Тараканова. **Отзыв положительный.** Имеется замечание:

- Кроме процесса взаимодействия с агрессивной средой, при знакопеременных температурах и в условиях попеременного увлажнения-высыхания, происходят процессы диффузии жидкой фазы с растворенной в ней известью, в результате чего ее концентрация будет меняться не только в результате реакций гидратации клинкера. Каким образом это явление учтено в значении источника массы представленных моделей?

12. От заведующего кафедрой «Строительный инжиниринг и материаловедение» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», д.т.н., профессора С.И. Федоркина. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

12.1. Из представленного автореферата не ясно, как осуществляется массообмен на границах раздела фаз в зависимости от видов бетонов?

12.2. В автореферате не приведены количественные результаты расчетов экономического эффекта от внедрения работы.

13. От профессора военного учебного центра ФГАОУ ВО "Дальневосточный федеральный университет", д.т.н., доцента Р.С. Федюка. **Отзыв положительный.** Имеется замечание:

13.1. В автореферате не приведен состав исследуемых материалов. Также не смог найти исследования структуры (микрофотографии. ДТА. РФА и т.д.). Таким образом, из классической триады «состав-структура-свойства» присутствует только последний пункт.

14. От главного научного сотрудника, профессора кафедры «Химия» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», д.т.н., профессора В.Ю. Чухланова. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

14.1. Какие результаты получены при исследовании массопереноса в процессах коррозии бетона при изменяющихся параметрах агрессивной среды?

14.2. Какие важные выводы можно сделать на основе анализа результатов исследования массопереноса в процессах коррозии бетона при изменяющихся параметрах агрессивной среды?

14.3. Какая практическая значимость имеют полученные результаты для строительной отрасли и эксплуатации бетонных конструкций?

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией в области защиты от коррозии и исследования коррозии железобетона; тем, что они имеют публикации в рецензируемых научных изданиях по заявленной научной специальности, по которой представлена к защите диссертация, и способны дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность. Селяев Владимир Павлович является одним из ведущих специалистов по направлению оценки долговечности железобетонных конструкций, исследований процессов массопереноса и коррозионной деструкции строительных материалов и конструкций; Несветаев Григорий Васильевич является одним из ведущих специалистов по направлению исследования структуры и свойств композитов, механики разрушения композитных материалов и бетонных конструкций; Артамонова Ольга Владимировна является одним из ведущих специалистов по направлению исследования процессов коррозии и механики разрушения строительных материалов.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что сотрудники организации являются ведущими специалистами в области проблематики исследования и имеют публикации по специальности, по которой диссертация представлена к защите.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований

разработана научная концепция решения важной народно-хозяйственной проблемы моделирования нестационарного массопереноса при физико-химических процессах взаимодействия бетона с жидкими,

газовыми и биологически активными агрессивными средами с изменяющимися параметрами и свойствами материала для прогнозирования и оценки надежности и долговечности бетонных и железобетонных конструкций;

предложены:

- научная гипотеза, основанная на том, что достоверный прогноз долговечности бетона строительных конструкций возможен при наличии научного подхода к физико-математическому моделированию нестационарного массопереноса при возможности учета как дискретного, так и перманентного изменения свойств среды эксплуатации, а кроме этого - внутренних структурных и диффузионных свойств бетонного композита на протяжении всего жизненного цикла;

- методология расчета динамики и кинетики нестационарных массообменных процессов при различных видах коррозии (жидкостная, газовая, биологическая и др.) в агрессивной среде с изменяющимися параметрами и коэффициентами переноса по толщине конструкции, синтезированная из методов микропроцессов и зонального;

- комбинированный подход к решению нелинейной краевой задачи нестационарного массопереноса в среде с переменными потенциалами, основанный на сочетании аналитического метода интегрального преобразования Лапласа и численных методов анализа микропроцессов;

- методика совместного определения коэффициента массопроводности и интенсивности внутреннего объемного выделения (поглощения) свободного гидроксидка кальция в бетоне;

доказана возможность и перспективность использования новых моделей массопереноса в процессах коррозии бетонов при изменяющихся параметрах агрессивной среды эксплуатации и коэффициентами переноса, адекватными реальным физическо-химическим процессам коррозии цементного бетона, при этом получаемые результаты являются достоверными и создают предпосылки к их практическому применению.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны теоретические предположения о том, что процессы, протекающие в бетоне при воздействии на него жидких, газовых и биологически активных агрессивных сред, подчиняются общим законам массопереноса и могут описываться нелинейным дифференциальным уравнением нестационарной массопроводности второго порядка параболического типа с объемным источником массы вещества в твердой фазе, с комбинированными граничными условиями I, II, III и IV рода;

изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований нестационарного массопереноса при коррозии бетонов в жидких, газообразных и биологически активных агрессивных средах с изменяющимися параметрами, что дает возможность прогнозировать как в кинетике, так и в динамике массосодержания свободного гидроксида кальция и агрессивного компонента, необходимые для определения времени достижения в определенных зонах конструкции массосодержаний, соответствующие началу диссоциации высокоосновных минералов цементного камня, либо депассивации стальной арматуры, оценивать уменьшение механических характеристик бетона;

раскрыты представления о закономерностях протекающих физико-химических явлений нестационарного массопереноса при коррозии бетона, которые могут быть использованы для управления процессами деструкции цементных бетонов с целью обеспечения требуемой долговечности, а также для прогнозирования срока службы железобетонных изделий;

изучены современные научные представления о физико-химических процессах при жидкостной, газовой и биологической коррозиях бетона, в том числе аналитические модели оценки долговечности бетона и процессов массопереноса, механизмы повреждения цементного камня в результате воздействия агрессивных сред с учетом закономерностей процессов массопереноса, влияние воздействия агрессивных сред на физико-механические характеристики и долговечность цементных бетонов;

проведена модернизация существующих математических моделей, методов и алгоритмов, обеспечивающих получение новых результатов при моделировании нестационарных процессов, протекающих при эксплуатации бетонных и железобетонных конструктивных элементов в жидких, биологически активных и газовых агрессивных средах с переменными потенциалами и коэффициентами переноса, вносящих вклад в методы повышения коррозионной стойкости и долговечности бетонных и железобетонных конструкций, разработке цифровых имитационных моделей жизненного цикла строительного объекта.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики, подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены: алгоритмы расчета, основанные на разработанных математических моделях; рекомендации по совершенствованию и оптимизации существующих методов повышения коррозионной стойкости и долговечности бетонных и железобетонных конструкций на производственных объектах ОАО Череповецкий «Аммофос» и ООО «Балаковские минеральные удобрения»; результаты исследований при проведении обследований, капитальных ремонтов, реконструкциях, а также при проектировании новых зданий и сооружений, в проектно-исследовательских организациях ЗАО «Творческая мастерская «Ивремстрой», ООО «ИСО-Инжиниринг», ООО «Геопроект»; рекомендации для повышения коррозионной стойкости и оптимизации структуры конструкций выпускаемых железобетонных изделий и конструкций АО «Железобетон»;

определены: основные параметры процесса массопереноса при различных видах агрессивных сред: коэффициент массопроводности, модифицированный коэффициент массоотдачи, интенсивность внутреннего объемного выделения (поглощения) массы и константа равновесия Генри, в виде аппроксимирующих эмпирических выражений, позволяющие применять разработанные математические модели при реальных расчетах динамики и кинетики описываемого процесса;

представлены: численные эксперименты, которые в безразмерных переменных, при различных соотношениях параметров процесса, отраженных в массообменных критериях подобия (Фурье, Био, Кирпичева, Померанцева), для наиболее распространённого интервала их значений, показывают динамику и кинетику нестационарного массопереноса при физико-химических процессах взаимодействия бетона с жидкими, газовыми и биологически активными агрессивными средами; графические зависимости, дающие возможность охарактеризовать развитие и скорость коррозии бетона; изменения массосодержаний целевого и агрессивного компонентов в поровой структуре цементного камня, позволяющие определять основные параметры протекающих процессов массопереноса.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных данных и выводов подтверждена методически обоснованным комплексом исследований на поверенном экспериментальном оборудовании; статистической обработкой с заданной вероятностью и необходимым количеством повторных испытаний; сопоставлением результатов, полученных разными методами; сопоставлением полученных результатов с опубликованными результатами исследований других авторов;

теория основана на теоретическом и практическом материале о коррозионных процессах, протекающих в цементных бетонах, о влиянии различных факторов на скорость коррозии бетонных изделий, обзоре методик прогнозирования долговечности изделий и конструкций из цементных бетонов, и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе теории и практики отечественного и зарубежного опыта исследования процессов коррозии бетона и нестационарного массопереноса;

использованы разработанные методики расчета скорости коррозионных процессов бетонов; сравнение авторских данных соискателя и

данных, полученных в результате ранее проведенных исследований; современные методики сбора и обработки экспериментальных данных с применением компьютерной техники;

установлено, что полученные новые экспериментальные данные согласуются с известными и не противоречат принятым теоретическим закономерностям.

Личный вклад автора состоит в формировании методологического подхода к моделированию физико-химических гетерогенных процессов нестационарного массопереноса при коррозии бетона в агрессивной среде с изменяющимися параметрами; разработке методологии расчета динамики и кинетики нестационарного массопереноса при коррозии цементных бетонов в среде с переменными потенциалами и коэффициентами переноса по толщине конструкции, при произвольном начальном распределении массосодержаний и комбинированных граничных условиях; формировании научной гипотезы диссертационной работы; определении цели и задач исследования; выборе объекта и предмета исследований; разработке программы теоретических и экспериментальных изысканий; подборе необходимых методов и методологии проведения испытаний строительных материалов; постановке и проведении экспериментов по исследованию кинетики массообменных процессов, протекающих в цементном камне при воздействии жидких сред. Соискатель участвовал в апробации результатов исследования на научных конференциях и семинарах разного уровня, а также в подготовке по результатам выполнения работы (совместно с соавторами) публикаций в рецензируемых научных журналах.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. При выборе методов решения нелинейных дифференциальных уравнений нестационарного массопереноса следует более внимательно анализировать возможность применения численных методов решения. При моделировании процессов следует руководствоваться не только точностью

расчета, но и удобством применения полученных ответов, а, кроме этого, длительностью расчетов на персональных электронно-вычислительных машинах.

2. Для успешной широкой реализации математических моделей необходимо систематизировать числовые значения параметров коррозионного массопереноса по видам и маркам бетонов в различных агрессивных средах, детальнее исследовать влияние концентрации целевого компонента на прочностные свойства материала.

Соискатель Красильников И.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 1 марта 2024 года диссертационный совет постановил: **за новые, научно обоснованные, технические и технологические решения** в виде теоретических моделей, направленных на прогнозирование и оценку надежности и долговечности бетонов, технологическую оптимизацию структуры конструкций эксплуатируемых в жидких, газообразных и биологически активных агрессивных средах с изменяющимися параметрами и рекомендаций по повышению коррозионной стойкости железобетонных конструкций, имеющие важное значение для экономики строительной отрасли страны и смежных отраслей промышленности, а также учитывая, что результаты исследований, сформулированные положения, выводы и рекомендации соответствуют направлениям исследований паспорта специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия в части: п.2. Разработка математических моделей физико-механических, физико-химических, биологических, гидромеханических и тепломассообменных процессов, оптимизирующих параметры структуры, режимы изготовления и свойства строительных материалов и изделий. п.4. Разработка и развитие теории формирования прочности и разрушения композиционных строительных материалов под действием различных эксплуатационных факторов. п.10. Разработка новых и совершенствование существующих методов повышения стойкости строительных материалов, изделий и

