

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе  
и международной деятельности,  
доктор технических наук, профессор

А.Н.Бескопыльный



\_\_\_\_\_ 05 октября 2024 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной технической академии»  
на диссертационную работу Новиковой Ульяны Александровны  
«Исследование долговечности торкрет-бетонных покрытий  
в условиях воздействия растворов солей»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 - Строительные материалы и изделия

Представлены диссертация из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений с 178 страницами текста, 49 таблицами, 38 рисунков и списком литературы из 278 наименований, автореферат, копии публикаций.

#### **Актуальность темы исследований**

Актуальность не вызывает сомнений, так как торкретирование является перспективной технологией, позволяющей получать поверхности необходимой прочности и толщин, комплексно механизировать и ускорить процесс бетонирования, а также сократить затраты на бетонирование. Плюсом этой технологии является упрощение работ по введению в раствор водорастворимых добавок, что позволяет ускорить гидратацию цемента и уменьшить срок его отвердения, а также улучшить свойства конечного изделия.

Актуальными являются как исследования, направленные на улучшение технологических и эксплуатационно-технических свойств торкрет-бетона, в том числе долговечности, особенно в условиях воздействия жидких агрессивных сред, так и оптимизации технологии изготовления торкрет-бетонных покрытий. Ранее не исследованы параметры коррозионного массопереноса, опираясь на которые можно моделировать процессы переноса агрессивных растворов солей и целевых компонентов цементного камня в покрытие из торкрет-бетона, прогнозировать его долговечность.

Все это дает основание утверждать, что проблема, исследованная в диссертации является актуальной с научной и практической точек зрения. Ее решение позволит разработать научно обоснованные рекомендации рационального проектирования и ремонта железобетонных конструкций нанесением торкрет-бетонного покрытия, с учетом возможной дальнейшей эксплуатации под воздействием водной солевой среды.

### **Структура и содержание работы**

*Во введении* обоснована актуальность проблемы, определены направления исследований, сформулированы научная гипотеза и цель работы, поставлены задачи исследования, приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, степень достоверности, публикации и апробация результатов.

*В первой главе* представлен обзор работ отечественных и зарубежных авторов, посвященных современным представлениям о механизмах разрушения цементных бетонов. Описаны особенности технологии изготовления торкрет-бетона как покрытия низкой диффузионной проницаемости и модифицирующие добавки бетонных смесей для торкретирования.

*Во второй главе* представлены сведения о материалах, используемых при приготовлении смесей для нанесения торкрет-бетонных покрытий в экспериментальных исследованиях по коррозионной стойкости. Приведены методики получения экспериментальных данных и последующей обработки результатов.

*В третьей главе* представлены результаты экспериментальных исследований изменений свойств торкрет-бетонов при воздействии жидких агрессивных сред (сульфатов и хлоридов). По изменениям концентраций катионов кальция, сульфат и хлорид анионов, относительному изменению массы и прочности образцов при сжатии установлена диффузионная проницаемость торкрет-бетонных покрытий для сульфатных и хлоридных сред.

Определены процентное изменение массы и прочности при сжатии образцов, подверженных действию растворов хлорида и сульфата натрия.

*В четвертой главе* приведены итоги экспериментальных исследований массопереноса при коррозии образцов из торкрет-бетона в растворах сульфата и хлорида натрия. Исследована кинетика и динамика массопереноса свободного гидроксида кальция в торкрет-бетонных образцах различного состава. Определены коэффициенты массопроводности и массоотдачи, мощность внутреннего источника массы. Рассчитаны коэффициенты диффузии водонасыщенных образцов торкрет-бетона в растворах хлорида и сульфата натрия.

*В пятой главе* на основании математической модели массообменных процессов в железобетонного изделия с торкрет-бетонным покрытием, проведен расчет полей концентраций свободного гидроксида кальция и агрессивных анионов по его толщине.

*В заключении* приведены основные результаты исследования.

### **Научная новизна результатов работы**

Исследовано влияние физико-химических процессов коррозионного разрушения в растворах сульфата и хлорида натрия некоторых составов торкрет-бетона, наносимых по различным технологиям, определены коэффициенты диффузии катионов кальция, хлорид и сульфат анионов.

Определены концепции долговечности торкрет-бетонных покрытий и прогнозирования срока службы исследуемых материалов в условиях воздействия растворов солей.

Разработана методика прогнозирования временных интервалов, в границах которых обеспечивается защита арматуры бетона, заключающаяся в построении профилей концентраций по толщине образца в условиях активации механизмов проникновения агрессивных солей через защитный слой из торкретбетона к поверхности арматуры и гидроксида кальция из бетона в жидкую агрессивную среду.

Разработана математическая модель массообменных процессов в железобетонной модельной пластине с торкрет-бетонным покрытием, учитывающая физико-химические особенности коррозионного разрушения в условиях воздействия агрессивных растворов солей, позволяющая проводить построение полей концентраций агрессивных солей и гидроксида кальция, анализировать влияние основных параметров системы на массоперенос, исследовать скорость коррозии.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных результатов**

Впервые получены представления о закономерностях протекающих физико-химических превращений в системе «солевой раствор – торкрет-бетонное покрытие», которые могут быть использованы для управления процессами деструкции бетона и арматуры, с целью обеспечения требуемой долговечности и для прогнозирования срока службы изделий.

Результаты исследований коррозии торкрет-бетона в условиях воздействия растворов сульфата и хлорида натрия, в виде коэффициентов массопереноса и массоотдачи, интенсивности поглощения массы дают возможность определять количественное распределение содержания сульфатов и хлоридов, гидроксида кальция по толщине торкрет-бетонного покрытия, прогнозировать срок службы торкрет-бетонных изделий. Установленное распределение пор по размерам некоторых составов торкрет-бетона, наносимых по различным технологиям, а также относительное изменение прочности и массы торкрет-бетонных изделий при длительном воздействии растворов хлорида и сульфата натрия дает представление о степени диффузионной проницаемости и коррозионной стойкости торкрет-бетонов с различным соотношением вида вяжущих, заполнителей, добавок и воды.

Предложенная математическая модель нестационарного массопереноса агрессивных растворов солей и гидроксида кальция в торкрет-бетонном покрытии, учитывающая химические превращения переносимых веществ, позволяет определять теоретическое время достижения агрессивными растворами солей границы покрытия, начала разложения высокоосновных

соединений цементного камня и времени достижения агрессивными ионами поверхности арматуры.

Рекомендации по повышению долговечности железобетонных конструкций с применением торкрет-бетонных покрытий внедрены компанией АО «Сахалин-Инжиниринг» при выполнении ремонтно-строительных работ. Рациональное проектирование защиты железобетонных конструкций сокращает расходы на ремонтно-восстановительные работы на 17% (акт о внедрении от 25.12.2023, г. Южно-Сахалинск).

Результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет» для бакалавров направления 08.03.01 «Строительство» и магистров направления 08.04.01 «Строительство» в дисциплинах «Строительные материалы, изделия и конструкции», «Тепломассоперенос в строительных материалах», «Железобетонные и каменные конструкции», «Обследование, испытание и реконструкция зданий и сооружений», «Управление жизненным циклом объектов капитального строительства», «Организация ремонтно-восстановительных работ на строительных объектах».

**Достоверность и обоснованность результатов, выводов и рекомендаций** подтверждается применением фундаментальных положений теории тепломассопереноса, методов математического и физического моделирования, обеспечена соответствием использованных научных методов исследования поставленным задачам, большим объемом экспериментальных данных, полученных на основе современных и апробированных методов и методик исследований, испытаниями необходимого количества образцов, согласованностью полученных теоретических и экспериментальных результатов в пределах допустимой погрешности, согласованностью с данными исследований других авторов, а также широкой апробацией полученных результатов и выводов на ряде конференций различного уровня.

**Рекомендации по практическому применению результатов работы**

Сформулированные рекомендации, позволяющие оптимизировать технологические решения для обеспечения долговечности торкрет-бетона дополняют область проектирования оптимальных технологических решений для обеспечения коррозионной стойкости и могут быть полезны в практической деятельности при выборе технологических решений для создания долговечных конструкций в конкретных условиях эксплуатации.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В первой главе следовало бы более широко представить подходы к прогнозированию и назначению срока службы бетонных и железобетонных конструкций, разработанные российскими и зарубежными учеными, а также представленные в «Методическом пособии по назначению срока службы бетонных и железобетонных конструкций с учетом воздействия среды эксплуатации на жизненный цикл» (Москва, 2019 г.).

2. Предлагаемая для расчета срока службы торкрет-бетона математическая модель не учитывает разницу скоростных режимов течения жидкости, в связи с чем представляется затруднительным корректно прогнозировать долговечность бетона гидротехнических сооружений.

3. Действие агрессивных частиц (хлоридов, сульфатов) в большинстве случаев сопровождается карбонизацией, в воздушной среде зачастую содержится смесь газов, микроорганизмами выделяется смесь органических кислот и неорганических продуктов жизнедеятельности. При составлении уравнений и проведении расчетов необходимо принимать во внимание синергетический эффект или подавляющее действие агрессивных веществ.

4. В актах внедрения результатов работы не приведены сведения об конкретных изделиях и конструкциях, на которых апробированы разработанные рекомендации, и не указаны условия их эксплуатации.

5. В практической значимости работы указан экономический эффект. Однако в диссертации и материалах по практической реализации результатов работы не приведено экономическое обоснование.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и носят рекомендательный характер.

**Заключение о соответствии диссертации и автореферата требованиям  
Положения о присуждении ученых степеней**

Диссертационная работа Новиковой У.А. является завершенной научно-квалификационной работой, которая обладает научной новизной и достоверностью результатов исследований, имеет теоретическую и практическую ценность, выполнена на достаточно высоком научном уровне.

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в опубликованных научных работах, а ее результаты внедрены в производство и применяются при проектировании защиты железобетонных конструкций.

Этапы исследования широко обсуждались на научных конференциях различных уровней, что позволяет судить о высоком уровне и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Основные результаты диссертации, выносимые на защиту, опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, из перечня изданий, утвержденных ВАК РФ. По теме диссертации опубликовано 20 работ, в том числе 9 - в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 2 – в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus, 1 - в журнале из Russian Science Citation Index.

Диссертация написана хорошим языком, в соответствии с нормативными требованиями к оформлению. Содержание автореферата соответствует требованиям ВАК РФ и материалам диссертационной работы.

По тематике, предмету, научной новизне и методам исследования диссертация Новиковой Ульяны Александровны соответствует паспорту специальности 2.1.5 - Строительные материалы и изделия, в том числе: п.10. Разработка новых и совершенствование существующих методов повышения стойкости строительных материалов, изделий и конструкций в условиях воздействия физических, химических и биологических агрессивных сред на всех этапах жизненного цикла; п.11. Разработка методов

прогнозирования и оценки долговечности строительных материалов и изделий в заданных условиях эксплуатации; п.13. Разработка материалов и технологий для строительства, реконструкции и санации зданий и сооружений в различных климатических условиях с учетом сопротивляемости температурно-влажностным и другим факторам.

В диссертационной работе Новиковой Ульяны Александровны содержится решение научной задачи обеспечения долговечности торкрет-бетонных покрытий в условиях воздействия агрессивных растворов солей, формализации параметров исследуемого процесса коррозии для разработки математической модели его реальной работы в конструкции при расчете срока службы и оптимизации технологий обеспечения долговечности бетона, что является значимым для строительной отрасли. В диссертации содержатся предлагаемые автором технические решения, обладающие научной новизной и практической значимостью. Личный вклад соискателя в получении достоверных научных данных не вызывает сомнений. Содержание диссертации изложено грамотным техническим языком, графический материал соответствует требованиям техническим требованиям.

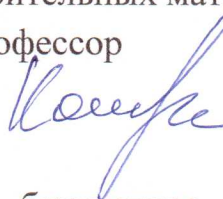
На основании вышеизложенного считаем, что диссертация Новиковой Ульяны Александровны, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой установлено влияние физико-химических процессов коррозионного разрушения в растворах сульфата и хлорида натрия некоторых составов торкрет-бетона, наносимых по различным технологиям, что имеет существенное значение в развитие отрасли строительства и жилищно-коммунального хозяйства страны, полностью отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 - Строительные материалы и изделия.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв на диссертацию рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Строительные



материалы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет», протокол заседания кафедры № 2 от «18» октября 2024 г. Присутствовали на заседании 18 человек; проголосовали «за» - 18, «против», «воздержались» - 0.

Заведующий кафедрой «Строительных материалов»,  
доктор технических наук, профессор



Котляр Владимир Дмитриевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет».

почтовый адрес: 344003, г.Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

адрес официального сайта в сети «Интернет»: donstu.ru

Тел.:+(863) 273-85-25. E-mail:reception@donstu.ru