



УДК 811

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ В МОРСКОМ КЛИМАТЕ

Атаева Оразджемал, Джумаханова Майса, Сахедов Мередылы

преподаватели

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Разработка методов защиты бетонных конструкций от коррозии в морском климате представляет собой приоритетную научно-техническую задачу для портовой, транспортной и энергетической инфраструктуры прибрежных регионов. Эксплуатация гидротехнических сооружений, эстакад и причалов протекает в условиях экстремально агрессивного воздействия окружающей среды, совмещающего химическую, физическую и биологическую деструкцию. Морская вода содержит колоссальную концентрацию растворенных солей, среди которых наибольшую опасность для искусственного камня представляют сульфаты и хлориды. Постоянные циклические колебания уровня воды, переменное замораживание и оттаивание, а также волновые удары и истирающее действие наносов многократно ускоряют процессы разрушения наружных слоев бетона. Своевременное создание высокоэффективных барьеров и модификация внутренней структуры материала позволяют предотвратить потерю несущей способности элементов, обеспечивая многолетнюю эксплуатационную пригодность, экономическую безопасность и общую надежность уникальных объектов инфраструктуры.

Ключевые слова: коррозия бетона, морской климат, хлоридная агрессия, питтинговая коррозия, пуццолановая реакция, гидрофобизация поверхности, катодная защита, композитная арматура, жизненный цикл, гидротехнические сооружения.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR PROTECTING CONCRETE STRUCTURES FROM CORROSION IN MARINE CLIMATES

Atayeva Orazjemal, Jumahanova Maysa, Sahedov Meredaly

Lecturers

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The development of methods for protecting concrete structures from corrosion in marine climates represents an essential technological frontier in coastal civil engineering, focused on

extending the service life of critical offshore and harbor infrastructure. Marine environments subject reinforced concrete to a highly destructive combination of chemical and mechanical stressors, where the continuous diffusion of negative chloride ions through capillary pores acts as the primary catalyst for structural degradation. Once these chlorides penetrate the concrete cover and surpass a critical threshold, they disrupt the naturally high-alkaline passivation layer surrounding the steel reinforcement, triggering severe localized pitting corrosion. The expansive volume of resulting rust generates immense internal tensile stresses, causing micro-cracking, delamination of the concrete cover, and a rapid decline in structural load-bearing capacity.

Keywords: concrete corrosion, marine climate, chloride penetration, pitting corrosion, pozzolanic reaction, hydrophobic impregnation, cathodic protection, composite rebar, infrastructure durability, lifecycle management.

Введение

Главным фактором разрушения железобетона в приморских зонах выступает диффузия ионов хлора сквозь пористую структуру защитного слоя к поверхности стальной арматуры. В обычных условиях высокощелочная среда бетона формирует на поверхности металла тончайшую пассивирующую оксидную пленку, надежно защищающую сталь от окисления. Однако при достижении критической концентрации хлоридов в зоне арматурного каркаса эта пассивирующая оболочка локально разрушается, запуская необратимый процесс питтинговой коррозии. Образующиеся в результате ржавления продукты гидроксида железа увеличиваются в объеме в несколько раз, создавая колоссальное внутреннее давление в окружающем цементном камне. Это неизбежно приводит к появлению продольных трещин, отслаиванию защитного слоя бетона и стремительному падению площади поперечного сечения несущей арматуры.

Для кардинального повышения собственной коррозионной стойкости бетона на стадии его приготовления применяется метод глубокой модификации микроструктуры за счет введения высокоактивных минеральных добавок. Инженеры включают в состав смеси тонкодисперсный микрокремнезем, гранулированный доменный шлак или метакраулин, которые вступают в реакцию с гидроксидом кальция. В процессе этой пуццолановой реакции образуются дополнительные низкоосновные гидросиликаты кальция, которые коагулируют капиллярные поры и уплотняют структуру материала. Плотный бетон с минимальным объемом открытых пор обладает исключительно низкой проницаемостью для газов и агрессивных флюидов, что блокирует продвижение фронта хлоридов вглубь конструкции. Дополнительное применение современных суперпластификаторов позволяет снизить водоцементное отношение



до критических значений, обеспечивая получение высокопрочных композитов с повышенной водонепроницаемостью.

В качестве эффективной меры вторичной защиты наружных поверхностей морских сооружений широко используются инновационные гидрофобизирующие пропитки, полимерные покрытия и эластичные мембраны. Нанесение составов на основе силанов и силоксанов позволяет изменить термодинамические свойства поверхности бетона, делая ее абсолютно несмачиваемой морской водой. Молекулы гидрофобизатора глубоко проникают в поры, создавая тончайшую водоотталкивающую пленку, которая сохраняет паропроницаемость материала, но полностью блокирует капиллярное всасывание солевых растворов. Для зон переменного уровня воды и брызг, где механическое воздействие волн максимально, применяются толстослойные эпоксидные, полиуретановые или полимочевинные покрытия. Эти полимерные бронирующие слои обладают великолепной адгезией к бетонному основанию, высокой эластичностью, стойкостью к истиранию и способностью перекрывать раскрывающиеся микротрещины.

Заключение

В заключение необходимо подчеркнуть, что разработка методов защиты бетонных конструкций от коррозии в морском климате формирует научно-производственную платформу для безопасного освоения шельфовых зон и прибрежных территорий. Дальнейший прогресс в этой области неразрывно связан с созданием умных самозалечивающихся бетонов, содержащих капсулы с бактериями или полимерными составами, автоматически заполняющими появляющиеся микротрещины. Совершенствование методов цифрового мониторинга с использованием встроенных беспроводных датчиков позволит непрерывно отслеживать концентрацию хлоридов и потенциал арматуры в режиме реального времени. Компании, активно развивающие междисциплинарные компетенции на стыке химии полимеров, электрохимии и строительного материаловедения, обеспечивают себе безусловное лидерство на глобальном строительном рынке. Научно обоснованная защита сооружений гарантирует долговечность критически важной инфраструктуры и сохранение экологического баланса прибрежных экосистем.

Список литературы:

1. Алексеев С. Н., Иванов Ф. М. Долговечность железобетона в агрессивных средах. Москва: Стройиздат, 1990.
2. Москвин В. М., Румянцев Б. М. Коррозия бетона и железобетона в морских условиях. Москва: Стройиздат, 1981.
3. Степанова В. Ф. Долговечность бетона и железобетона в условиях воздействия агрессивных сред. Москва: Издательство АСВ, 2014.



4. Шейкин А. Е., Чеховский Ю. В. Структура и свойства цементных бетонов в условиях морской агрессии. Ленинград: Стройиздат, 1979.