

ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗРУШЕНИЯ БЕТОНА

Gorbach P.S.

CHEMICAL FACTORS OF CONCRETE DESTRUCTION

Аннотация. В статье рассмотрены виды коррозии железобетонных конструкций зданий и сооружений.

Ключевые слова: химическая стойкость, коррозия, бетон.

Abstract. The article discusses the types of corrosion of reinforced concrete structures of buildings and structures.

Keywords: chemical resistance, corrosion, concrete.

Химическая стойкость цементного камня связана со скоростью и глубиной коррозионных процессов, вызываемых воздействием агрессивных газов и жидкостей на его составные части, главным образом на $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Исследования, проведенные советскими учеными (А.А. Байковым, В.М. Москвиным), разделили коррозионные процессы, возникающие в цементном камне, на три вида.

Процессы, связанные с растворением и вымыванием отдельных компонентов цементного камня, преимущественно $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Гидроксид кальция образуется в процессе гидратации алюминатов и силикатов кальция (C_3S и C_2S), основных минеральных составляющих цемента. Его концентрация в цементном камне достигает 10-15% через 1-3 месяца после твердения, при этом его растворимость в воде при обычных температурах составляет всего около 1,3 г/л.

Однако, наличие повышенной влажности и постоянный ток воды приводят к постепенному вымыванию гидроксида кальция, ослабляя структуру цементного камня и снижая его прочность. Скорость выщелачивания напрямую зависит от проницаемости бетона, которая в свою очередь определяется качеством цемента, водоцементным отношением при замесе, а также условиями твердения и последующей эксплуатации. Пористые бетоны с высокой водопроницаемостью подвержены этому виду коррозии в большей степени. Выщелачивание может быть ускорено потоками воды, содержащими растворенные соли, которые могут взаимодействовать с гидроксидом кальция, образуя новые, более растворимые соединения.

Химическое взаимодействие с компонентами цементного камня приводит к образованию легкорастворимых солей или аморфных масс, лишенных связующих свойств. К таким агрессивным средам относятся кислоты, магниевые соли и некоторые органические вещества. Например, кислоты реагируют с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и другими компонентами цементного камня, образуя растворимые соли кальция, которые вымываются водой, оставляя поры и пустоты в структуре.

Сульфатная коррозия и другие процессы объемного расширения – этот тип коррозии характеризуется образованием новых соединений, занимающих больший объем, чем исходные вещества. Наиболее распространенным примером является сульфатная коррозия, которая происходит при воздействии сульфатов (сульфат натрия, сульфат магния) на цементный камень. Сульфаты реагируют с алюминатами и алюмоферритами кальция, образуя этtringит ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), кристаллическое соединение, значительно увеличивающее свой объем. Это приводит к развитию внутренних напряжений, появлению трещин и окончательному разрушению бетона. Помимо сульфатов, другие химические вещества могут вызывать подобные процессы объемного расширения. Например, реакция щелочно-кремнеземистого геля (ASR) с агрегатами, содержащими реактивный кремнезем, приводит к образованию гелеподобных продуктов, которые расширяются, вызывая значительные повреждения бетона. Этот тип коррозии, часто проявляющийся в виде значительного вспучивания, является очень опасным, поскольку ведет к быстрому и масштабному разрушению конструкций.

Для оценки степени химической коррозии и определения остаточной несущей способности бетонных конструкций необходимо проводить инструментальные обследования [1]. Они включают в себя визуальный осмотр, определение прочности бетона неразрушающими методами (ультразвуковая дефектоскопия, отрыв сцепления), анализ химического состава бетона и агрессивной среды, и, при необходимости, лабораторные исследования образцов бетона для определения механизмов коррозии и скорости разрушения. Результаты обследования позволяют оценить степень повреждения, определить необходимость проведения ремонтных работ и разработать стратегию дальнейшей эксплуатации конструкции с учетом возможных рисков.

Важно отметить, что профилактика химической коррозии, включая правильный выбор цемента, регулирование водоцементного отношения, использование специальных добавок, наиболее эффективный и экономически выгодный способ предотвратить значительные повреждения и обеспечить долговечность бетонных конструкций [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Российская Федерация. Законы.** ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. N 1984-ст).
2. **Российская Федерация. Законы.** СП 72.13330.2016 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии. СНиП 3.04.03-85 (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 16.12.2016 N 965/пр).