

УДК 624.012.04

**ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Тагрифуллина А.И., студент гр. С-203, II курс

Научный руководитель: Загиров И.И., к.т.н, доцент, Пермяков В.Н., к.т.н,
доцентБашкирский государственный аграрный университет
г. Уфа

Железобетон является одним из наиболее распространенных строительных материалов, широко применяемым при возведении зданий и сооружений различного назначения. Однако, под воздействием агрессивных факторов окружающей среды, таких как хлориды, сульфаты, углекислый газ и другие, железобетонные конструкции подвергаются коррозии, что приводит к снижению их несущей способности, долговечности и, как следствие, к аварийным ситуациям.

Коррозия арматуры является наиболее распространенным и опасным видом разрушения железобетонных конструкций [1]. Продукты коррозии, образующиеся на поверхности арматуры, увеличиваются в объеме и создают внутренние напряжения в бетоне, что приводит к образованию трещин, отслоению защитного слоя и снижению сцепления арматуры с бетоном. В результате снижается несущая способность конструкции, и возрастает риск ее разрушения.

Актуальность проблемы коррозии железобетонных конструкций обусловлена широким распространением этого материала в строительстве, старением существующего фонда зданий и сооружений, а также воздействием агрессивных сред в промышленных и прибрежных районах. В связи с этим, разработка эффективных методов оценки степени коррозионного поражения и восстановления несущей способности корродированных железобетонных конструкций является важной научной и практической задачей.

Коррозия железобетона – это сложный физико-химический процесс, включающий в себя несколько этапов:

1) Диффузия агрессивных веществ в бетон. Хлориды, сульфаты, углекислый газ и другие агрессивные вещества проникают в бетон через поры и трещины.

2) Разрушение пассивной пленки на арматуре. В щелочной среде бетона на поверхности арматуры образуется пассивная пленка, защищающая ее от коррозии. Агрессивные вещества разрушают эту пленку.

3) Электрохимическая коррозия стали. Начинается процесс электрохимической коррозии стали, в результате которого образуются продукты коррозии (ржавчина).

4) Разрушение бетона. Продукты коррозии увеличиваются в объеме и

создают внутренние напряжения в бетоне, что приводит к образованию трещин и отслоению защитного слоя.

На интенсивность коррозионных процессов в железобетонных конструкциях оказывает влияние целый ряд взаимосвязанных факторов. Во-первых, ключевую роль играет тип и концентрация агрессивных веществ, присутствующих в окружающей среде. Особенно опасны хлориды, которые значительно ускоряют процесс коррозии арматуры. Во-вторых, для протекания электрохимической коррозии необходима влажность. Вода служит электролитом, обеспечивающим перенос ионов [2]. В-третьих, повышение температуры также ускоряет коррозионные процессы, активизируя химические реакции. Кроме того, важную роль играет структура самого бетона. Чем выше пористость бетона, тем легче агрессивным веществам проникнуть к арматуре. Наконец, качество защитного слоя бетона имеет решающее значение. Достаточная толщина и плотность защитного слоя служат надежным барьером, препятствующим проникновению агрессивных веществ. В свою очередь, наличие трещин в бетоне значительно облегчает доступ агрессивных веществ к арматуре, многократно ускоряя процесс коррозии.

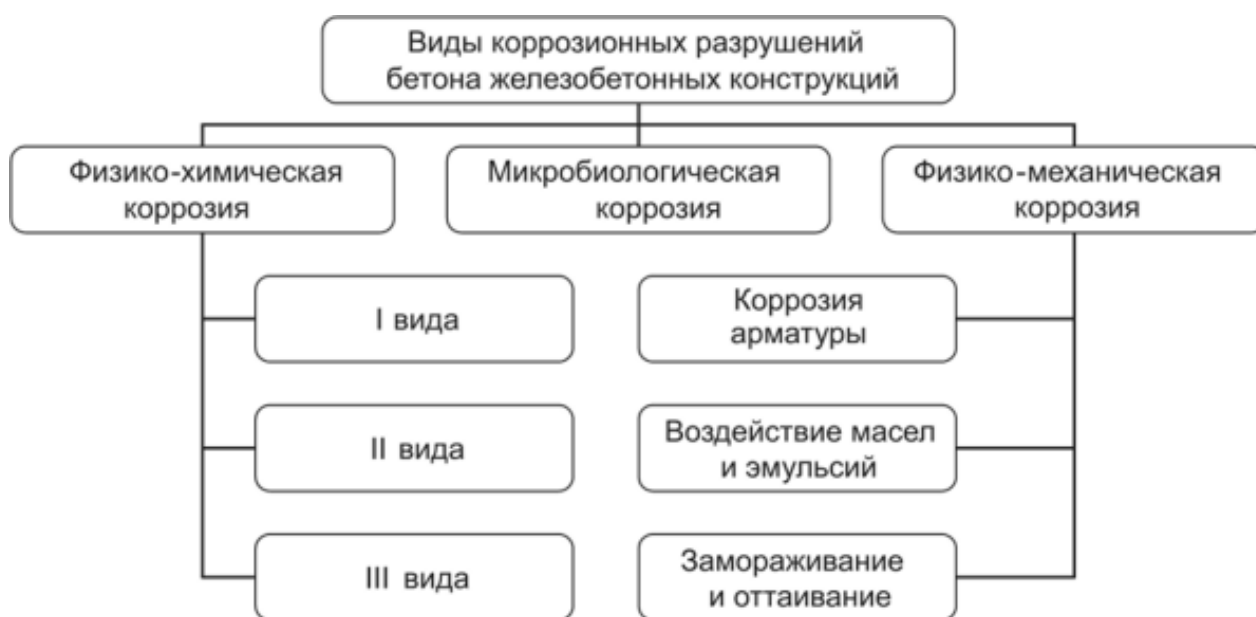


Рисунок 1- Виды коррозии арматуры в железобетоне.

Физико-химическая коррозия- это тип коррозии обусловлен химическими и физико-химическими процессами, протекающими в бетоне и на поверхности арматуры. Различают несколько видов физико-химической коррозии:

1 вид: коррозия, вызванная воздействием кислых газов (например, углекислого газа), приводящих к карбонизации бетона и снижению его pH.

2 вид: коррозия, вызванная воздействием хлоридов, проникающих в бетон из морской воды, антигололедных реагентов и других источников. Хлориды разрушают пассивную пленку на арматуре и вызывают питтинговую коррозию.

3 вид: коррозия, вызванная воздействием сульфатов, приводящих к образованию этtringита и расширению бетона, что вызывает трещинообразование и отслоение защитного слоя [3].

Микробиологическая коррозия- тип коррозии вызывается деятельностью микроорганизмов (бактерий и грибов), которые создают агрессивную среду на поверхности арматуры и ускоряют ее разрушение. Сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ) играют важную роль в биокоррозии.

Физико-механическая коррозия- тип коррозии обусловлен сочетанием механических воздействий и физико-химических процессов. К нему относятся:

1) Коррозия арматуры под нагрузкой (разрушение, возникающее под одновременным воздействием растягивающих напряжений и агрессивной среды).

2) Воздействие масел и эмульсий (проникновение масел и эмульсий в бетон снижает его прочность и устойчивость к коррозии).

3) Замораживание и оттаивание (циклическое замораживание и оттаивание влажного бетона приводит к образованию трещин и разрушению структуры бетона, облегчая доступ агрессивных веществ к арматуре).

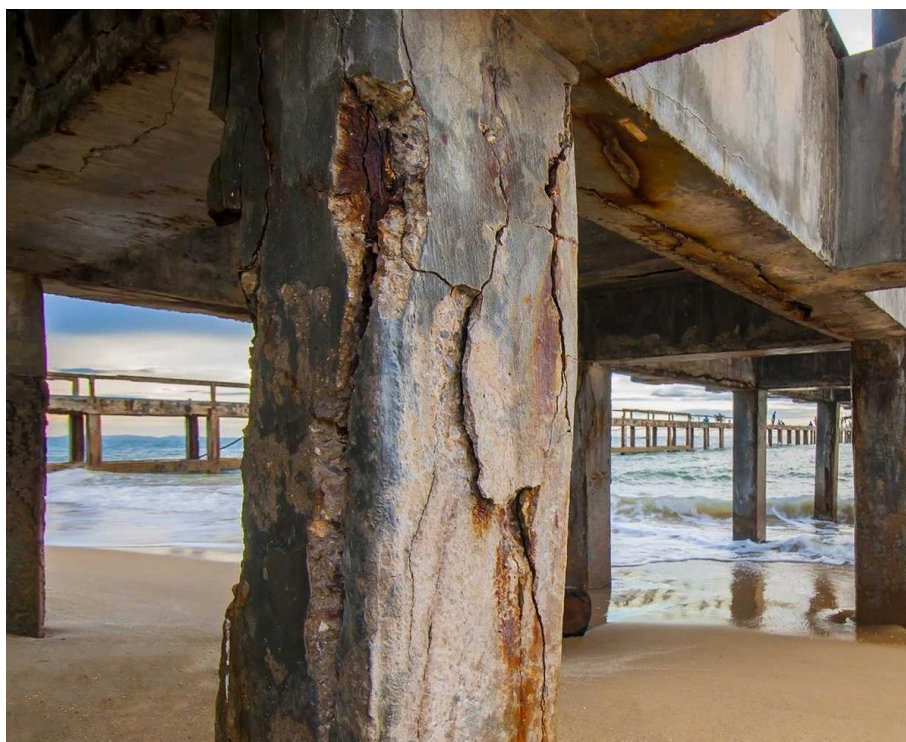


Рисунок 2- Магнезиальная коррозия бетона (2 вид).

Для комплексной оценки степени коррозионного поражения железобетонных конструкций используется целый ряд методов. Начинается обследование, как правило, с визуального осмотра, в ходе которого выявляются видимые признаки коррозии: трещины, отслоения бетона и пятна ржавчины на поверхности. Далее, для оценки вероятности коррозии, проводится измерение потенциала арматуры относительно медносульфатного

электрода. Для определения скорости коррозии применяются электрохимические методы, такие как методы поляризационного сопротивления и гальваностатической поляризации. Важным этапом является химический анализ бетона, позволяющий определить концентрацию хлоридов и других агрессивных веществ [4]. Ультразвуковой контроль используется для определения толщины защитного слоя бетона и выявления внутренних дефектов. Более детальную картину коррозионных повреждений арматуры позволяет получить радиографический контроль. Для оценки влияния коррозии на несущую способность конструкции проводятся механические испытания, определяющие прочность и деформативность бетона и арматуры. Наконец, выбуривание кернов и их анализ позволяет оценить глубину проникновения агрессивных веществ и степень коррозионного поражения в глубине бетона.

Для восстановления несущей способности корродированных железобетонных конструкций применяют комплекс мер, например, замена поврежденного бетона (удаляют разрушенный коррозией бетон и наносят новый защитный слой), ингибиторы коррозии (на поверхность наносят вещества, замедляющие коррозию), электрохимическая защита (использование электрического тока для остановки коррозии (катодная защита) или удаления хлоридов), усиление композитами (наклейка углеродных, стеклянных или базальтовых волокон для повышения прочности, установка опор для перераспределения нагрузки).

Вывод: коррозия арматуры в железобетонных конструкциях снижает их прочность и долговечность, что особенно опасно в агрессивных средах. Основные факторы, влияющие на коррозию, — это состав окружающей среды, влажность, температура и качество защитного слоя бетона. Для диагностики используются методы визуального осмотра, электрохимические исследования и ультразвуковой контроль. Восстановление проводится через замену поврежденного бетона, катодную защиту и усиление с помощью композитных материалов. Перспективные направления включают использование новых материалов и технологий для защиты от коррозии.

Таким образом, комплексный подход к диагностике, оценке повреждений и восстановлению конструкций поможет минимизировать последствия коррозии и продлить срок службы железобетонных сооружений.

Библиографический список

1. Загиров, И. И. Инновационные методики обучения механики / И. И. Загиров, Э. Ф. Калимуллина // Инновационные методы преподавания в высшей школе : Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, Уфа, 23–24 мая 2012 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Башкирский государственный аграрный университет. — Уфа: башкирский, 2012. — С. 57-59. — EDN RRWYYZ.
2. Муратов, Д. И. Влияние различных факторов на механические характеристики материала / Д. И. Муратов, И. И. Загиров, В. Н. Пермяков //

Студент и аграрная наука : материалы XVII Всероссийской студенческой научной конференции, Уфа, 01–02 марта 2023 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ; ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ УНИВЕРСИТЕТА, СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ. С. 55-62. – EDN AZPEYO.

3. Пермяков, В. Н. Разработка состава покрытия для диагностики состояния конструкций / В. Н. Пермяков, А. Г. Тюменцев // МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ОСНОВА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТИ НАУКИ : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Волгоград, 18 июня 2019 года. – Волгоград,: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2019. – С. 135-137. – EDN LUAFVJ.

4. Пермяков, В. Н. Определение показателя активности pH , pX и молярной концентрации ионов в воде и водных растворах : МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ "ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОСФЕРЕ" ДЛЯ МАГИСТРОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ / В. Н. Пермяков, А. В. Двойникова, А. С. Быкова. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2015. – 12 с. – EDN VZMNQR.