

Коррозия материала конструкций

Воздействие агрессивной окружающей среды на строительные конструкции может привести к коррозии бетона, арматуры, закладных деталей, а также к преждевременному износу каменных и бетонных конструкций, может вызвать разрушение и гниение деревянных элементов и как следствие — снижение несущей способности конструкций здания в целом. Поэтому при эксплуатации необходимо определить участки коррозионного повреждения бетона, арматуры, характер и степень этих повреждений, а также установить степень износа каменных конструкций и т.д.

Коррозия — разрушение материалов строительных конструкций под воздействием окружающей среды, сопровождающееся химическими, физико-химическими и электрохимическими процессами. В зависимости от характера коррозионного процесса различают химическую и электрохимическую коррозию. *Химическая коррозия* сопровождается необратимыми изменениями материала конструкций в результате взаимодействия с агрессивной средой.

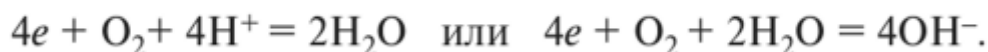
Электрохимическая коррозия возникает в металлических конструкциях в условиях неблагоприятных контактов с атмосферной средой, водой, влажными грунтами, агрессивными газами.

Наиболее распространенными являются два катодных процесса:

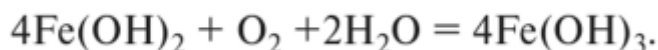
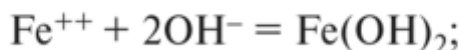
- разряд водородных ионов по реакции:



- восстановление растворенного кислорода:



Эти процессы называют водородной и кислородной деполяризацией. Анодный и катодный процессы протекают в любых точках металлической поверхности, где катионы и анионы взаимодействуют с компонентами коррозионной среды. В железоуглеродистых сплавах анодом является феррит, катодом — цементит или неметаллические включения. Вторичными реакциями коррозии металла является взаимодействие катионов железа с ионами гидроксидов OH^- с образованием нерастворимого в воде гидрата окиси железа:



Постепенно гидрат оксида железа переходит в соединение, называемое ржавчиной.

В процессе эксплуатации зданий при обследовании конструкций необходимо установить степень и вид поражения металла коррозией. Степень поражения материалов бывает равномерной и местной (язвенной). При *равномерной* коррозии степень поражения определяется сравнением поперечных сечений пораженных участков с проектными. При *местной* коррозии определяют размеры язв и их количество на единицу площади.

Коррозия арматуры определяется визуально по появлению продольных трещин и ржавых пятен на поверхности защитного слоя бетона, а также электрическим методом.

Для строительных конструкций характерно одновременное влияние коррозионной среды и напряжений, которые возникают при воздействии постоянных и временных нагрузок, что вызывает коррозию под напряжением, приводящую к снижению прочности материала значительно раньше, чем при действии нагрузки. В зависимости от вида нагрузок различают коррозию при постоянно растягивающей нагрузке — *коррозионное растрескивание* и коррозию при знакопеременных, циклических нагрузках — *коррозионную усталость* материала конструкции. Эти виды коррозии вызывают *межкристаллитную коррозию*, более опасную, чем равномерная и местная.

Коррозия подземных конструкций, которой подвержены трубопроводы, закладные детали и арматура подземных железобетонных конструкций, связана с наличием влаги, растворенными в ней агрессивными веществами в почве и грунтах. Процесс коррозионного разрушения металлических конструкций протекает в условиях недостаточной аэрации, что вызывает местные коррозионные разрушения. Участки конструкций, которые меньше снабжаются кислородом, становятся анодом и разрушаются. Поэтому коррозионные повреждения трубопроводов часто происходят под проезжей частью дорог, так как асфальтовое покрытие менее проницаемо для кислорода, чем открытые грунты.

Для защиты от подземной коррозии применяют защитные покрытия, производят обработку грунтовой и водной среды для снижения их коррозионной активности.

Для защиты металлических конструкций от коррозии необходимо периодически производить общие и частичные осмотры конструкции, содержать строительные конструкции в чистоте, выявлять и своевременно ликвидировать участки с преждевременной коррозией, обновлять окраску металлических конструкций.

Ускоренной коррозии подвергаются металлические конструкции в местах непосредственного воздействия на них влаги, паров или агрессивных газов, в результате неисправности ограждающих конструкций, в местах сопряжений металлических колонн с полом. Башмаки колонны необходимо обетонировать на отмостке не ниже уровня пола во избежание коррозии анкерных болтов.

При обнаружении местных разрушений лакокрасочного покрытия металлических конструкций его необходимо восстановить в кратчайшие сроки.

Не менее двух раз в год металлические конструкции должны очищаться от пыли и грязи с помощью сжатого воздуха. При появлении массовых признаков разрушения защитного лакокрасочного покрытия необходимо произвести покраску всех конструкций; предварительно подготавливаемые под окраску поверхности очищают от пыли, грязи и старой краски.

Для организации приемлемой среды эксплуатации строительных металлических конструкций необходимо организовать отвод и удаление от оборудования агрессивных паров и газов.

К факторам, вызывающим коррозию бетонных и железобетонных конструкций, относятся: попеременное замерзание и оттаивание бетона; увлажнение и высыхание, что сопровождается деформациями усадки и набухания, отложением растворимых солей и др.

К внешним факторам, определяющим интенсивность коррозии бетона и железобетона, относят:

- вид среды и ее химический состав;
- температурно-влажностный режим здания.

К внутренним факторам, определяющим сопротивление материала, относят:

- вид вяжущего в бетоне или растворе;
- его химический и минеральный состав;
- химический состав заполнителей;
- плотность и структуру бетона;
- вид арматуры и т.д.

Хотя бетон и является одним из наиболее долговечных материалов, конструкции из него из-за агрессивного воздействия среды, небрежной эксплуатации, некачественного выполнения разрушаются раньше нормативного срока службы (120—150 лет), на который они рассчитаны. На основании результатов изучения процессов коррозии бетона и характера разрушения эксплуатируемых железобетонных конструкций все процессы коррозии можно разделить на три вида.

При коррозии бетона *I вида* ведущим фактором является выщелачивание растворимых составных частей цементного камня и соответствующее разрушение его структурных элементов. Наибольшее развитие коррозии этого вида наблюдается при действии на бетон быстротекущих вод (течи в кровле или из трубопровода) или при фильтрации вод с малой жесткостью.

При интенсивном развитии в бетоне коррозии *II вида* ведущим является процесс взаимодействия агрессивных растворов с твердой фазой цементного камня при катионном обмене и разрушении основных структурных элементов цементного камня. К этому виду относятся процессы коррозии бетона при действии растворов кислот, магниезальных солей, солей аммония и др.

Основными факторами при коррозии *III вида* являются процессы, протекающие в бетоне при взаимодействии его с агрессивной средой, сопровождающиеся кристаллизацией солей в капиллярах. На определенной стадии развития этих процессов рост кристаллообразований способствует возникновению растущих по величине напряжений и деформаций, что приводит к разрушению структуры бетона. Воздействие коррозионных сред вызывает в бетоне развитие физико-механических и физико-химических коррозионных процессов, вызывающих изменение свойств бетона, перераспределение внутренних усилий в сечениях элементов и изменение условий сохранности арматурной стали.

Существенную роль в обеспечении надежности и долговечности железобетонных конструкций играет состояние их арматуры. В плотном, неповрежденном бетоне на цементном вяжущем стальная арматура может находиться в полной сохранности на протяжении длительного срока эксплуатации конструкции при любых условиях влажности окружающей среды. Это объясняется тем, что наличие щелочной среды ($\text{pH} \sim 12,5$) у поверхности металла способствует сохранению пассивного состояния стали.

Коррозия стали в бетоне возникает в результате нарушения ее пассивности, вызываемого уменьшением щелочности до $\text{pH} < 12$ при карбонизации или коррозии бетона. Трещины в бетоне облегчают поступление влаги, воздуха и агрессивных веществ из окружающей среды к поверхности арматуры, вследствие чего ее пассивное состояние в местах расположения трещин нарушается. Трещины в железобетонных конструкциях, образующиеся при коррозии арматуры, являются опасными независимо от ширины их раскрытия и свидетельствуют об агрессивности среды, в которой бетон не выполняет своей защитной функции по отношению к арматуре.

В условиях эксплуатации наиболее значимыми параметрами, влияющими на коррозию арматуры, являются проницаемость и щелочность бетона защитного слоя. Для конструкций с напрягаемой арматурой характерно постепенное разрушение, когда в результате развития коррозии арматуры под давлением растущего слоя ржавчины защитный слой бетона растрескивается и отпадает. При наличии этих симптомов необходимо сразу осуществить ремонт или усиление, не допуская истощения несущей способности конструкции. Опасность внезапного обрушения присуща конструкциям с напрягаемой арматурой из высокопрочных сталей, которая при коррозии имеет склонность к хрупкому разрушению.

При эксплуатации железобетонных конструкций надежной защитой арматуры от коррозионных процессов является применение торкретбетона. Необходимо очистить поврежденные участки защитного слоя конструкции, арматуру частично или полностью оголить, очистить от ржавчины, прикрепить к оголенной сетке из проволоки диаметром 2—3 мм с ячейками размером 50 x 50 мм, поврежденные участки промыть под давлением и произвести по влажной поверхности торкретирование. При недостаточном защитном слое бетона для защиты арматуры от коррозии на выровненную поверхность бетона наносят поливинилхлоридные материалы (лаки, эмали). Выравнивание поверхности осуществляется торкретбетоном с толщиной слоя не менее 10 мм.

Одним из дефектов, возникающих при неправильной эксплуатации конструкций промышленных зданий, является промасливание бетонных конструкций. В результате исследований установлено, что плотно уложенный и высокопрочный бетон не подвергается промасливанию. Бетон недостаточной плотности с трещинами и раковинами может быть пропитан различными техническими маслами на значительную глубину, в результате прочность его снижается в 2 раза.

При эксплуатации железобетонных конструкций необходимо обращать внимание на элементы, которые подвергаются воздействиям высоких и низких температур. Воздействие высокой температуры на железобетонные конструкции приводит к резкому снижению сцепления арматуры с бетоном. При нагреве до 100°C сцепление гладкой арматуры с бетоном уменьшается на 25%, а при нагреве до 450°C сцепление полностью нарушается. Нагрев до 200°C железобетонных конструкций с горячекатаной арматурой периодического профиля практически не снижает сцепления, но при увеличении температуры до 450°C сцепление снижается на 25%.

При эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций необходимо:

- проводить мероприятия по уменьшению степени агрессивности среды;
- применять конструкции бетонов повышенной плотности и т.д.

В процессе эксплуатации необходимо обеспечивать достаточную

вентиляцию помещений для удаления агрессивных газов, защищать элементы зданий от увлажнения атмосферными осадками и грунтовыми водами, повышать коррозионную стойкость бетонных и железобетонных конструкций путем поверхностной и объемной обработки поверхностно-активными веществами, устраивать антикоррозийные покрытия.