

КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Ложников Дмитрий Евгеньевич, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ляхевич Г.Д., докт. техн. наук, профессор)*

Коррозия арматурной стали и других закладных деталей является основной причиной износа бетона. При коррозии стали образующаяся ржавчина занимает больший объем, чем сталь. Это расширение создает растягивающие напряжения в бетоне, которые могут в конечном итоге привести к растрескиванию, расслоению и отслаиванию.

Сталь ржавеет, потому что это не естественный материал. Скорее железная руда выплавляется и рафинируется для производства стали.

Сталь, как и большинство металлов, за исключением золота и платины, является термодинамически нестабильной в нормальных атмосферных условиях и будет выделять энергию и возвращаться к своему естественному состоянию - оксида железа или ржавчины. Этот процесс называется коррозией.

Для возникновения коррозии должны присутствовать следующие элементы:

как минимум два металла (или два местоположения на одном металле) на разных уровнях энергии

электролит

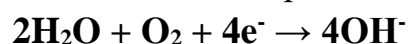
металлическое соединение

В железобетоне арматура может иметь много отдельных областей на разных уровнях энергии. Бетон действует как электролит, а металлическое соединение обеспечивается проволочными стяжками или самой арматурой.

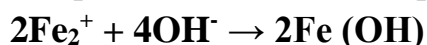
Эта реакция представлена в виде:



Электроны остаются в стержне и попадают в места, называемые катодами, где они соединяются с водой и кислородом в бетоне. Реакция на катоде называется реакцией восстановления. Обычная реакция восстановления:



Для поддержания электрической нейтральности ионы двухвалентного железа мигрируют через воду в порах бетона в эти катодные участки, где они объединяются с образованием гидроксидов железа или ржавчины:

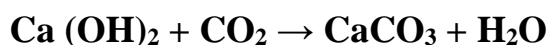


Этот исходный осажденный гидроксид имеет тенденцию к дальнейшему взаимодействию с кислородом с образованием высших оксидов. Увеличение объема при дальнейшем взаимодействии продуктов реакции с растворенным кислородом приводит к внутреннему напряжению в бетоне, которое может быть достаточным, чтобы вызвать растрескивание и отслоение бетонного покрытия. Коррозия металлов в бетоне может быть значительно снижена за счет использования бетона с низкой трещиностойкостью, низкой проницаемостью и достаточным защитным слоем. Бетон с низкой проницаемостью можно получить путем уменьшения соотношения воды к цементу в бетоне и использования пуццоланов и шлака. Пуццоланы и шлак также увеличивают удельное сопротивление бетона, тем самым снижая скорость коррозии даже после его инициирования. Требования к строительным нормам для строительного бетона, обеспечивает минимальные требования к бетонному покрытию, которые помогут защитить металлы от коррозионных процессов. Дополнительные меры по снижению коррозии стальной арматуры в бетоне включают использование добавок, ингибирующих коррозию, покрытие арматуры (например, эпоксидной смолой) и использование герметиков и мембран на поверхности бетона. Уплотнители и мембраны, если они используются, необходимо периодически повторно наносить.

Воздействие хлорид-ионов на железобетон является основной причиной преждевременной коррозии стальной арматуры. Внедрение хлорид-ионов, присутствующих в противобледенительных солях и морской воде, в железобетон может вызвать коррозию стали. Растворенные в воде хлориды могут проникать в бетон через трещины. Хлоридсодержащие добавки также могут вызывать коррозию.

При высоких значениях pH на стали образуется тонкий оксидный слой, предотвращающий растворение атомов металла. Эта пассивная пленка фактически не останавливает коррозию; снижает скорость коррозии до незначительного уровня. Для стали в бетоне скорость пассивной коррозии обычно составляет 0,1 мкм в год. Без пассивной пленки сталь будет корродировать со скоростью, по крайней мере, в 1000 раз выше.

Карбонизация происходит, когда углекислый газ из воздуха проникает в бетон и реагирует с гидроксидами, такими как гидроксид кальция, с образованием карбонатов. В реакции с гидроксидом кальция образуется карбонат кальция:



Эта реакция снижает pH раствора пор до уровня 8,5; при котором пассивная пленка на стали становится нестабильной.

Карбонизация, как правило, медленный процесс. По оценкам, в высококачественном бетоне карбонизация будет происходить со скоростью до 0,04 дюйма в год. Количество карбонизации значительно увеличивается в бетоне с высоким водоцементным отношением, низким содержанием цемента, коротким периодом отверждения, низкой прочностью и высокой проницаемостью или пористой структурой.

Карбонизация сильно зависит от относительной влажности бетона. Самые высокие показатели карбонизации происходят, когда относительная влажность поддерживается между 50 и 75 процентами. При относительной влажности ниже 25 процентов степень карбонизации считается незначительной. Относительная влажность выше 75 процентов, влага в порах ограничивает проникновение CO₂. Коррозия, вызванная карбонизацией, часто возникает на участках фасадов зданий, которые подвержены воздействию осадков, затенены солнечным светом и имеют малое бетонное покрытие над арматурной сталью.

Карбонизация бетона также снижает количество хлорид-ионов, необходимых для ускорения коррозии. В современном бетоне с pH от 12 до 13 требуется около 7000–8000 ч / млн хлоридов, чтобы начать коррозию встраиваемой стали.

Литература:

1. Зарубина, Л.П. Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита. Материалы, технологии, инструменты и оборудование. / Л.П. Зарубина. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 224 с.
2. Шевченко, А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии / А.А. Шевченко. - М.: КолосС, 2006. - 248 с.
3. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии 2010: Учебное пособие / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. - М.: Физматлит, 2010. - 416 с.