

КОРРОЗИЯ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА СТАЛЬ-БЕТОН

Ескермесов Жандос Елеуенович, доктор философии (PhD), Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Р.К., г.Тараз

Аннотация. Растрескивание бетонного покрытия, вызванное коррозией арматурных сталей, является важным показателем окончания срока службы железобетонных конструкций. Среди многих факторов, влияющих на процесс коррозии, стали, два ключевых фактора - свойства и распределение продуктов коррозии на границе сталь - бетон.

Ключевые слова: сталь, сталь – бетон, коррозия, железобетон, сталежелезобетон.

Коэффициент объемного расширения продуктов коррозии стали с различным химическим составом неодинаков, поэтому напряжение расширения, приложенное к бетону, также различно. Продукты коррозии могут не только накапливаться на поверхности стали как область коррозионного слоя (CL), но и проникать в окружающий бетон как область коррозионно-заполненной пасты (CP). Таким образом, состав и распределение продуктов коррозии непосредственно влияют на их расширение на границе сталь – бетон [1].

Низколегированная (LA) сталь-это новый тип коррозионно-стойкой стали, разработанный в последние годы. Он содержит небольшое количество легирующих элементов и является одним из заменителей традиционной низкоуглеродистой (LC) стали. Ожидается, что сталь LA будет использоваться в бетоне благодаря его улучшенной микроструктуре, повышенной коррозионной стойкости и приемлемой цене. До сих пор литература по коррозионной стойкости стали LA в бетоне очень ограничена, а сообщения о ее характеристиках в хлоридной среде несколько противоречивы [2]. Поэтому необходимо сравнить свойства продуктов коррозии стали LC и стали LA, а также их распределение на границе раздела сталь-бетон.

При нормальных условиях процесс коррозии стали в условиях воздействия природной хлоридной среды протекает очень медленно, а длительное испытание на естественное воздействие занимает много времени. По этой причине в лаборатории необходимы надежные методы ускоренной коррозии для обеспечения возможности проведения испытаний в приемлемые сроки, что может быть достигнуто с помощью современных методов, смешанных хлоридов, синтетических растворов пор бетона и хлоридной электрохимии. Были выбраны два типа ребристых армирующих сталей, а именно низкоуглеродистая (LC) сталь и Cr-несущая низколегированная (LA) сталь, и обе стали использовались в полученном

состоянии для резервирования существующей Мельничной окалины. Химический состав стали LC составляет 0,22% С, 0,53% Si, 1,44% Mn, 0,025% P, 0,022% S, 0,038% V и Fe баланса, в то время как сталь LA имеет химический состав 0,20% С, 0,65% Si, 0,57% Mn, 0,027% P, 0,008% S, 0,032% V, 0,86% Cr и Fe баланса.

После литья в течение 24 ч образцы помещали в стандартную камеру отверждения на 28 суток и затем хранили при комнатной температуре в течение 60 суток для обеспечения полной пассивации армирующих сталей. В течение этого периода оба конца бетонных образцов обрабатывали эпоксидной смолой, чтобы избежать проникновения хлоридов через концы бетонных образцов.

Вызванная хлоридом коррозия стали проводилась путем длительного испытания на естественное воздействие и ускоренного испытания на коррозию.

Ускоренное коррозионное испытание, вызванное электролизом хлорида, верхняя поверхность бетонного образца подвергалась воздействию 3,5 мас. % раствора NaCl, и весь бетонный образец погружался в насыщенный раствор Ca(OH)₂ во время ускоренного коррозионного процесса, чтобы избежать преждевременного карбонизации бетонного покрытия. Между двумя титановыми сетками, размещенными на верхней и нижней поверхностях бетонного образца, подавался постоянный ток (DC) с постоянным напряжением 1,5 В. Поэтому хлорид-ионы могут быстро переноситься на поверхность раздела сталь - бетон электромиграцией. Некоторые образцы бетона разбивали каждые 60 дней после ускоренной коррозии для наблюдения за коррозионной морфологией сталей. Было установлено, что после 180 дней ускоренной коррозии степень коррозии стали была аналогична таковой при 4-летней естественной хлорид-индуцированной коррозии. На этом этапе ускоренное испытание на коррозию было прекращено. В частности, для минимизации влияния паразитного тока на сталь в процессе электромиграции использовалось низкое напряжение.

Следует отметить, что, в отличие от длительного воздействия, питтинговая коррозия, вызванная хлоридами, проявляется на поверхности как LC, так и LA сталей после ускоренной коррозии.

Мельничная окалина - это железоксидное покрытие, которое образуется на поверхности стали в процессе горячей прокатки. Поэтому ожидается, что свойства Мельничной окалины из стали LC и стали LA могут варьироваться из-за различных типов сталей с изменчивостью в производстве.

Мельничная окалина из стали LC относительно компактна и однородна, но проявляет плохую адгезию к стальной подложке из-за наличия щелей, указывая на то, что Мельничная окалина из стали LC затрудняет проникновение в нее продуктов коррозии. С накоплением чрезмерных продуктов коррозии в щелях, затем происходит распространение трещин для Мельничной окалины, и наконец, продукты коррозии проникают через эти

трещины в окружающую цементную пасту, чтобы сформировать область коррозионной пасты (СР). Таким образом, четко определенная граница существует между областью СL и масштабом мельницы для стали LC.

Учитывая большую неоднородность сталежелезобетонной поверхности, такую как расположение заполнителей различных размеров, распределение пор в цементном растворе и наличие межфазных дефектов, распределение хлоридов на стальной поверхности неравномерно. Этот показатель может быть более выражен при ускоренном коррозионном испытании, поскольку хлориды быстро и направленно переносятся под действием электромиграции в течение короткого периода времени, что может привести к высокой концентрации хлоридов в локальных областях на поверхности стали.

Следует подчеркнуть, что явления обогащения Cr менее выражены для стали LA, подвергнутой ускоренной коррозии по сравнению с длительным естественным воздействием. Различная структура коррозии и периоды, вызывающие коррозию, могут соответствовать этому различию, и конкретные причины будут дополнительно исследованы.

В данной работе исследовано влияние микроструктуры окалина стана, типа стали и способа индуцирования коррозии на распределение продуктов коррозии на границе сталь - бетон в присутствии хлоридов. Можно сделать следующие выводы:

1) на распределение и проникновение продуктов коррозии в значительной степени влияют свойства Мельничной окалина. Мельничная окалина LC была однородной и компактной, но между стальной подложкой и Мельничной окалиной были заметны трещины. Напротив, Мельничная окалина из стали LA содержит поверхностные дефекты, но она может плотно приклеиваться к стальной подложке. Таким образом, для стали LC существует четкая граница между областью коррозионного слоя (CL) и Плотинной окалиной стана, тогда как граница для стали LA менее очевидна.

2) Характер коррозии сталей, подвергнутых ускоренному коррозионному испытанию, вызванному электромиграцией хлоридов, отличался от длительного испытания на естественное воздействие, которое объяснялось распределением хлоридов на поверхности стали. Относительно равномерная коррозия была очевидна при длительном воздействии на поверхность стали из - за равномерного распределения хлоридов на поверхности стали, в то время как большое количество хлоридов накапливалось в локальной области поверхности стали для ускоренной коррозии, что приводило к типичной питтинговой коррозии.

Библиографический список

1. Бобков А.С., Савкин Г.А. Исследования работы сталебетонных балок // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: Электр. СБ. СТ. по материалам XXXIX МСНПК. № 10(39). URL: [HTTPS://NAUCHFORUM.RU/ARCHIVE/MNF_TECH/10\(39\).PDF](https://nauchforum.ru/archive/mnf_tech/10(39).pdf).

2. Алмазов В. Московский государственный Билдинг университет. СТАЛЕБЕТОННАЯ ПЛАТФОРМА. <http://naukarus.com/stalebetonnaya-platforma>.