

ЧЕМ ОПАСЕН КИСЛОРОД В ВОДЕ?

Кандидат химических наук Т. ЗИМИНА.

Коррозия - сложный физико-химический процесс. В ее основе лежит электрохимическое (а не химическое, как считали прежде) растворение металлов и сплавов. В процессе коррозии одновременно протекают как минимум две реакции: окисления и восстановления. Если одну из них по какой-то причине удастся затормозить, процесс коррозии существенно замедляется - металл становится *коррозионностойким*.

При коррозии окисляется (отдает один или несколько валентных электронов) металл, то есть на нем протекает *анодная* реакция электрохимического процесса. Этот процесс можно представить в виде реакции



где e^{-} - валентный электрон; n - число электронов, "отданных" металлом; Me^{n+} - металл в окисленном состоянии.

В сопряженном *катодном* процессе восстановления (присоединение одного или нескольких электронов) могут участвовать разные агенты в зависимости от природы коррозионной среды. Чаще всего таким агентом становится кислород. Именно он "отбирает" электроны, то есть восстанавливается. Например, для нейтральных сред, к которым относится вода, катодный процесс можно представить следующей реакцией (коррозия с *кислородной деполяризацией*):



Коррозия элементов системы теплоснабжения (агрессивная среда - вода) протекает с так называемым *катодным контролем*, то есть катодная реакция заторможена по сравнению с анодной, и она определяет скорость всего коррозионного процесса. Защитить элементы системы теплоснабжения можно, если максимально "задать" катодную реакцию. Это делают двумя способами: удалив из коррозионной среды (воды) кислород или добавив в систему ингибитор (замедлитель) коррозии. Ингибитор, обычно далеко не безвредное химическое вещество, добавить в воду не всегда возможно. Поэтому, как правило, выбирают первый путь - удаление кислорода.

Следует отметить, что коррозия в системах теплоснабжения - котлах, теплообменных установках, трубах - протекает очень активно и "злокачественно". Элементы из углеродистой стали, подвергаясь действию горячей воды (80°C и выше), подвержены язвенной коррозии - образованию коррозионных каверн и свищей. Дело в том, что после образования рыхлой, незащитной ржавчины (гидрооксида железа) на поверхности стали образуются так называемые пары неравномерной аэрации - области с повышенным и пониженным подводом кислорода. Эти пары сами начинают работать как локальные гальванические элементы. Области с пониженной аэрацией (доставка кислорода затруднена) выступают в качестве анодов, которые начинают интенсивно растворяться, образуя язвы.

В горячей воде этот процесс происходит очень быстро, поскольку с ростом температуры ускоряются как диффузия кислорода в воде и на образующемся поверхностном оксиде стали, так и его ионизация, а следовательно, весь коррозионный процесс. Правда, одновременно уменьшается растворимость кислорода в воде. Поэтому в открытых системах (например, в открытом водонапорном баке) максимальная скорость коррозии наблюдается до 80°C. При более высокой температуре начинает превалировать фактор снижения растворимости кислорода в воде и коррозия несколько затормаживается. В закрытых же системах, где кислород не может покинуть систему, скорость коррозии растет линейно с температурой.

Углекислый газ сам по себе не опасен для стали, но он "подкисляет" воду, образуя угольную

кислоту, и тем самым провоцирует разновидность коррозии с *водородной деполяризацией* (например, при котельной коррозии) - процесса, в котором в катодную реакцию включается еще один агент - водород, а значит, ускоряет катодный процесс.

Кроме того, вода, как правило, содержит соли кальция, которые откладываются в виде нерастворимого защитного слоя на стенках труб и резервуаров. Однако при наличии в воде углекислого газа в концентрации, превышающей некоторую критическую величину, на поверхности стали не выпадает защитный карбонат кальция CaCO_3 , а образуется растворимый бикарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, что тоже ведет к коррозии.