Материалы из металлов под химическим или электрохимическим воздействием окружающей среды подвергаются разрушению, которое называется коррозией. Коррозия металлов вызывается окислительно-восстановительными реакциями, в результате которых металлы переходят в окисленную форму и теряют свои свойства, что приводит в негодность металлические материалы.

Можно выделить 3 признака, характеризующих коррозию:

Коррозия – это с химической точки зрения процесс окислительно-восстановительный.

Коррозия – это самопроизвольный процесс, возникающий по причине неустойчивости термодинамической системы металл – компоненты окружающей среды.

Коррозия – это процесс, который развивается в основном на поверхности металла. Однако, не исключено, что коррозия может проникнуть и вглубь металла.

Виды коррозии металлов

Наиболее часто встречаются следующие виды коррозии металлов:

Равномерная – охватывает всю поверхность равномерно

Неравномерная

Избирательная

Местная пятнами – корродируют отдельные участки поверхности

Язвенная (или питтинг)

Точечная

Межкристаллитная – распространяется вдоль границ кристалла металла

Растрескивающая

Подповерхностная

виды коррозии

Основные виды коррозии

С точки зрения механизма коррозионного процесса можно выделить два основных типа коррозии: химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия металлов

Химическая коррозия металлов — это результат протекания таких химических реакций, в которых после разрушения металлической связи, атомы металла и атомы, входящие в состав окислителей, образуют химическую связь. Электрический ток между отдельными участками поверхности металла в этом случае не возникает. Такой тип коррозии присущ средам, которые не способны проводить электрический ток – это газы, жидкие неэлектролиты.

Химическая коррозия металлов бывает газовой и жидкостной.

Газовая коррозия металлов – это результат действия агрессивных газовых или паровых сред на металл при высоких температурах, при отсутствии конденсации влаги на поверхности металла. Это, например, кислород, диоксид серы, сероводород, пары воды, галогены. Такая коррозия в одних случаях может привести к полному разрушению металла (если металл активный), а в других случаях на его поверхности может образоваться защитная пленка (например, алюминий, хром, цирконий).

Жидкостная коррозия металлов– может протекать в таких неэлектролитах, как нефть, смазочные масла, керосин и др. Этот тип коррозии при наличии даже небольшого количества влаги, может легко приобрести электрохимический характер.

При химической коррозии скорость разрушения металла пропорциональна скорости химической реакции и той скорости с которой окислитель проникает сквозь пленку оксида металла, покрывающую его поверхность. Оксидные пленки металлов могут проявлять или не проявлять защитные свойства, что определяется сплошностью.

Сплошность такой пленки оценивают величине фактора Пиллинга—Бэдвордса: (α = Vок/VМе) по отношению объема образовавшегося оксида или другого какого-либо соединения к объему израсходованного на образование этого оксида металла

α = Vок/VМе = Мок·ρМе/(n·AMe·ρок),

где Vок — объем образовавшегося оксида

VМе — объем металла, израсходованный на образование оксида

Мок – молярная масса образовавшегося оксида

ρМе – плотность металла

n – число атомов металла

AMe — атомная масса металла

ρок — плотность образовавшегося оксида

Оксидные пленки, у которых α < 1, не являются сплошными и сквозь них кислород легко проникает к поверхности металла. Такие пленки не защищают металл от коррозии. Они образуются при окислении кислородом щелочных и щелочно-земельных металлов (исключая бериллий).

Оксидные пленки, у которых 1 < α < 2,5 являются сплошными и способны защитить металл от коррозии.

При значениях α > 2,5 условие сплошности уже не соблюдается, вследствие чего такие пленки не защищают металл от разрушения.

Ниже представлены значения α для некоторых оксидов металлов

металл оксид α металл оксид α

K K2O 0,45 Zn ZnO 1,55

Na Na2O 0,55 Ag Ag2O 1,58

Li Li2O 0,59 Zr ZrO2 1.60

Ca CaO 0,63 Ni NiO 1,65

Sr SrO 0,66 Be BeO 1,67

Ba BaO 0,73 Cu Cu2O 1,67

Mg MgO 0,79 Cu CuO 1,74

Pb PbO 1,15 Ti Ti2O3 1,76

Cd CdO 1,21 Cr Cr2O3 2,07

Al Al2­O2 1,28 Fe Fe2O3 2,14

Sn SnO2 1,33 W WO3 3,35

Ni NiO 1,52

Электрохимическая коррозия металлов

Электрохимическая коррозия металлов – это процесс разрушения металлов в среде различных электролитов, который сопровождается возникновением внутри системы электрического тока.

При таком типе коррозии атом удаляется из кристаллической решетки результате двух сопряженных процессов:

Анодного – металл в виде ионов переходит в раствор.

Катодного – образовавшиеся при анодном процессе электроны, связываются деполяризатором (вещество — окислитель).

Сам процесс отвода электронов с катодных участков называется деполяризацией, а вещества способствующие отводу – деполяризаторами.

Наибольшее распространение имеет коррозия металлов с водородной и кислородной деполяризацией.

Водородная деполяризация осуществляется на катоде при электрохимической коррозии в кислой среде

2H++2e— = H2 разряд водородных ионов

2H3O++2e— = H2 + 2H2O

Кислородная деполяризация осуществляется на катоде при электрохимической коррозии в нейтральной среде

O2 + 4H++4e— = H2O восстановление растворенного кислорода

O2 + 2H2O + 4e— = 4OH—

Все металлы, по их отношению к электрохимической коррозии, можно разбить на 4 группы, которые определяются величинами их стандартных электродных потенциалов:

Активные металлы (высокая термодинамическая нестабильность) – это все металлы, находящиеся в интервале щелочные металлы — кадмий (Е0 = -0,4 В). Их коррозия возможна даже в нейтральных водных средах, в которых отсутствуют кислород или другие окислители.

Металлы средней активности (термодинамическая нестабильность) – располагаются между кадмием и водородом (Е0 = 0,0 В). В нейтральных средах, в отсутствии кислорода, не корродируют, но подвергаются коррозии в кислых средах.

Малоактивные металлы (промежуточная термодинамическая стабильность) – находятся между водородом и родием (Е0 = +0,8 В). Они устойчивы к коррозии в нейтральных и кислых средах, в которых отсутствует кислород или другие окислители.

Благородные металлы (высокая термодинамическая стабильность) – золото, платина, иридий, палладий. Могут подвергаться коррозии лишь в кислых средах при наличии в них сильных окислителей.

Электрохимическая коррозия может протекать в различных средах. В зависимости от характера среды выделяют следующие виды электрохимической коррозии:

Коррозия в растворах электролитов — в растворах кислот, оснований, солей, в природной воде.

Атмосферная коррозия – в атмосферных условиях и в среде любого влажного газа. Это самый распространенный вид коррозии.

Например, при взаимодействии железа с компонентами окружающей среды, некоторые его участки служат анодом, где происходит окисление железа, а другие – катодом, где происходит восстановление кислорода:

А: Fe – 2e— = Fe2+

K: O2 + 4H+ + 4e— = 2H2O

Катодом является та поверхность, где больше приток кислорода.

Почвенная коррозия – в зависимости от состава почв, а также ее аэрации, коррозия может протекать более или менее интенсивно. Кислые почвы наиболее агрессивны, а песчаные – наименее.

Аэрационная коррозия — возникает при неравномерном доступе воздуха к различным частям материала.

Морская коррозия – протекает в морской воде, в связи с наличием в ней растворенных солей, газов и органических веществ.

Биокоррозия – возникает в результате жизнедеятельности бактерий и других организмов, вырабатывающих такие газы как CO2, H2S и др., способствующие коррозии металла.

Электрокоррозия – происходит под действием блуждающих токов на подземных сооружениях, в результате работ электрических железных дорог, трамвайных линий и других агрегатов.

Методы защиты от коррозии металла

Основной способ защиты от коррозии металла – это создание защитных покрытий – металлических, неметаллических или химических.

Металлические покрытия.

Металлическое покрытие наносится на металл, который нужно защитить от коррозии, слоем другого металла, устойчивого к коррозии в тех же условиях. Если металлическое покрытие изготовлено из металла с более отрицательным потенциалом (более активный) , чем защищаемый, то оно называется анодным покрытием. Если металлическое покрытие изготовлено из металла с более положительным потенциалом (менее активный), чем защищаемый, то оно называется катодным покрытием.

Например, при нанесении слоя цинка на железо, при нарушении целостности покрытия, цинк выступает в качестве анода и будет разрушаться, а железо защищено до тех пор, пока не израсходуется весь цинк. Цинковое покрытие является в данном случае анодным.

Катодным покрытием для защиты железа, может, например, быть медь или никель. При нарушении целостности такого покрытия, разрушается защищаемый металл.

Неметаллические покрытия.

Такие покрытия могут быть неорганические (цементный раствор, стекловидная масса) и органические (высокомолекулярные соединения, лаки, краски, битум).

Химические покрытия.

В этом случае защищаемый металл подвергают химической обработке с целью образования на поверхности пленки его соединения, устойчивой к коррозии. Сюда относятся:

оксидирование – получение устойчивых оксидных пленок (Al2O3, ZnO и др.);

фосфатирование – получение защитной пленки фосфатов (Fe3(PO4)2, Mn3(PO4)2);

азотирование – поверхность металла (стали) насыщают азотом;

воронение стали – поверхность металла взаимодействует с органическими веществами;

цементация – получение на поверхности металла его соединения с углеродом.

Изменение состава технического металла также способствует повышению стойкости металла к коррозии. В этом случае в металл вводят такие соединения, которые увеличивают его коррозионную стойкость.

Изменение состава коррозионной среды (введение ингибиторов коррозии или удаление примесей из окружающей среды) тоже является средством защиты металла от коррозии.

Электрохимическая защита основывается на присоединении защищаемого сооружения катоду внешнего источника постоянного тока, в результате чего оно становится катодом. Анодом служит металлический лом, который разрушаясь, защищает сооружение от коррозии.

Протекторная защита – один из видов электрохимической защиты – заключается в следующем.

К защищаемому сооружению присоединяют пластины более активного металла, который называется протектором. Протектор – металл с более отрицательным потенциалом – является анодом, а защищаемое сооружение – катодом. Соединение протектора и защищаемого сооружения проводником тока, приводит к разрушению протектора.