

Дисциплина: Химия, группа П-11, 28.02.24. Преподаватель Шлякис А.А.
Уважаемые студенты, вам необходимо составить конспект лекции на основании предоставленного материала.

Тема: Коррозия металлов

Коррозией называют самопроизвольный процесс разрушения материалов и изделий из них под химическим воздействием окружающей среды.

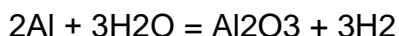
Несмотря на широкое внедрение в нашу сегодняшнюю жизнь полимерных материалов, стекла, керамики, основным конструкционным материалом продолжает оставаться железо и сплавы на его основе. С изделиями из железа мы на каждом шагу встречаемся в быту и знаем, как много хлопот доставляют его ржавление и сама ржавчина. Ржавлением называют только коррозию железа и его сплавов. Другие металлы корродируют, но не ржавеют. Хотя корродируют практически все металлы, в повседневной жизни человек чаще всего сталкивается с коррозией железа.

Сущность процессов коррозии

Коррозия металлов чаще всего сводится к их окислению и превращению в оксиды. В частности, коррозия железа может быть описана упрощенным уравнением



Гидратированный оксид железа $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ является тем, что называют ржавчиной. Это рыхлый порошок светло-коричневого цвета. Многие металлы при коррозии покрываются плотной, хорошо скрепленной с металлами оксидной пленкой, которая не позволяет кислороду воздуха и воде проникнуть в более глубокие слои и потому предохраняет металл от дальнейшего окисления. Например, [алюминий](#) – очень активный металл и теоретически с водой должен был бы взаимодействовать в соответствии с уравнением



Однако его поверхность покрывается плотной пленкой оксида Al_2O_3 , которая защищает металл от воздействия воды и кислорода. По этой причине вода в алюминиевом чайнике при нагревании кипит, но не действует на металл и потому чайник служит довольно долгое время. Однако в воздухе часто содержатся оксиды серы, [азота](#), углерода и другие, а в воде – растворенные газы и соли. Поэтому процесс коррозии и его продукты часто не столь простые. Например, [бронзовые](#) статуи, корродируя, покрываются слоем зеленой патины, состав которой отвечает основному сульфату меди (II) $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$. Следует отметить, что по недоразумению патину долго считали основным карбонатом меди (II).

Коррозия металлов бывает *сплошной и местной*. Сплошная коррозия не представляет особой опасности для конструкций и аппаратов, особенно в тех случаях, когда потери металлов не превышают технически обоснованных норм. Ее последствия могут быть сравнительно легко учтены. Значительно опаснее местная коррозия, хотя потери металла здесь могут быть и небольшими. Один из наиболее опасных видов местной коррозии – это точечная. Она заключается в образовании сквозных поражений, т. е. в образовании точечных полостей – так называемых питтингов. Местной коррозии благоприятствуют морская вода, растворы солей, в частности галогенидных (хлорид натрия, магния и др.). Опасность местной коррозии состоит в том, что, снижая прочность отдельных участков, она резко уменьшает надежность конструкций, сооружений, аппаратов.

По своей сущности коррозию делят на **химическую** и **электрохимическую**. Ржавление железа или покрытие патиной бронзы – химическая коррозия. Если эти процессы происходят на открытом воздухе в комнатных и особенно в природных условиях, то такую коррозию часто называют атмосферной. В промышленном производстве металлы нередко нагреваются до высоких температур и в таких условиях химическая коррозия ускоряется. Многие знают, что при прокатке раскаленных кусков металла образуется окалина. Это типичный продукт химической коррозии. Окалина получается и при простой разливке на воздухе расплавленного металла в изложницы.

Особенно разнообразные процессы химической коррозии встречаются в различных [химических производствах](#). В атмосфере [водорода](#), метана и других углеводородов, оксида углерода (II), сероводорода, хлора, в среде кислот, щелочей, солей, а также в расплавах солей и других веществ протекают специфические реакции с [вовлечением](#) материала аппаратов и агрегатов, в которых осуществляется химический процесс. Задача специалистов при конструировании реактора – подобрать металл или сплав, который был бы наиболее устойчив к компонентам химического процесса.

Строго отделить химическую коррозию от электрохимической трудно, а иногда и невозможно. Дело в том, что электрохимическая коррозия часто связана с наличием в металле случайных примесей или специально введенных легирующих добавок.

Сущность первой электрохимической теории состояла в том, что примеси в металлах создают микрогальванические элементы, в которых происходит перетекание электронов от [анодных](#) участков к катодным. Поскольку катодный и анодный процессы разделены на поверхности, то разделены и противоположные потоки ионов, атомов и молекул. Разделенные потоки не мешают друг другу и по этой причине процесс коррозии протекает быстрее, чем в случае отсутствия микрогальванических элементов.

Коррозия металлов наносит большой экономический вред. За долгий период интенсивной работы металлургической промышленности выплавлено огромное количество металла и переведено в изделия. Этот металл постоянно корродирует. Сложилась такая ситуация, что потери металла от коррозии в мире уже составляют

около 30% от его годового производства. Считается, что 10% прокорродировавшего металла теряется (в основном в виде ржавчины) безвозвратно. Возможно, в будущем установится баланс, при котором от коррозии будет теряться примерно столько же металла, сколько его будет выплавляться вновь. Из всего сказанного следует, что важнейшей проблемой является изыскание новых и совершенствование старых способов защиты от коррозии.

Способы защиты от коррозии

Одним из наиболее распространенных способов защиты металлов от коррозии является нанесение на их поверхность защитных пленок: лака, краски, эмали, других металлов. Лакокрасочные покрытия наиболее доступны для широкого круга людей. Лаки и краски обладают низкой газо- и паропроницаемостью, водоотталкивающими свойствами и поэтому препятствуют доступу к поверхности металла воды, кислорода и содержащихся в атмосфере агрессивных компонентов.

Покрытие поверхности металла лакокрасочным слоем не исключает коррозию, а служит для нее лишь преградой, а значит, лишь тормозит коррозию. Поэтому важное значение имеет качество покрытия – толщина слоя, сплошность (пористость), равномерность, проницаемость, способность набухать в воде, прочность сцепления (адгезия). Качество покрытия зависит от тщательности подготовки поверхности и способа нанесения защитного слоя. Окалина и ржавчина должны быть удалены с поверхности покрываемого металла. В противном случае они будут препятствовать хорошей адгезии покрытия с поверхностью металла.

Для снижения смачиваемости водой лакокрасочные покрытия иногда, в свою очередь, защищают восковыми составами или кремнийорганическими соединениями. Лаки и краски наиболее эффективны для защиты от атмосферной коррозии. В большинстве случаев они непригодны для защиты подземных сооружений и конструкций, так как трудно предупредить механические повреждения защитных слоев при контакте с грунтом. Опыт показывает, что срок службы лакокрасочных покрытий в этих условиях невелик. Намного практичнее оказалось применять толстослойные покрытия из каменноугольной смолы ([битума](#)).

Часто под лакокрасочный слой наносят слой грунтовки. Пигменты, входящие в ее состав, также должны обладать ингибиторными свойствами. Проходя через слой грунтовки, вода растворяет некоторое количество пигмента и становится менее коррозионноактивной. Среди пигментов, рекомендуемых для грунтов, наиболее эффективным признан свинцовый сурик Pb_3O_4 .

Для защиты металлов от коррозии используют стекловидные и фарфоровые эмали – силикатные покрытия, коэффициент теплового расширения которых должен быть близок к таковому для покрываемых металлов. Эмалирование осуществляют нанесением на поверхность изделий водной суспензии или сухим напудриванием. Вначале на очищенную поверхность наносят грунтовочный слой и обжигают его в печи. Далее наносят слой покровной эмали и обжиг повторяют.

Эмалевые покрытия в основном наносят на сталь, а также на чугун, медь, латунь и

Для защиты чугунных и стальных водяных труб от коррозии используют цементные покрытия. Поскольку коэффициенты теплового расширения портландцемента и стали близки, а стоимость цемента невысокая, то он довольно широко применяется для этих целей. Недостаток портландцементных покрытий тот же, что и эмалевых, – высокая чувствительность к механическим ударам.

Широко распространенным способом защиты металлов от коррозии является покрытие их слоем других металлов. Покрывающие металлы сами корродируют с малой скоростью, так как покрываются плотной оксидной пленкой. Покрывающий слой наносят различными методами: кратковременным погружением в ванну с расплавленным металлом (горячее покрытие), электроосаждением из водных растворов электролитов ([гальваническое](#) покрытие), напылением (металлизация), обработкой порошками при повышенной температуре в специальном барабане ([диффузионное](#) покрытие), с помощью газофазной реакции.

Имеются и другие методы нанесения металлических покрытий, например, разновидностью диффузионного способа защиты металлов является погружение изделий в расплав хлорида кальция CaCl_2 , в котором растворены наносимые металлы.

В производстве широко используют химическое нанесение металлических покрытий на изделия. Процесс химического металлизации является каталитическим или автокаталитическим, а катализатором является поверхность изделия. Раствор, используемый для металлизации, содержит соединение наносимого металла и восстановитель. Поскольку катализатором является поверхность изделия, выделение металла и происходит именно на ней, а не в объеме раствора.

Металлические покрытия делят на две группы: коррозионностойкие и протекторные. Например, для покрытия сплавов на основе железа в первую группу входят никель, серебро, медь, свинец, хром. Они более электроположительны по отношению к железу, т. е. в электрохимическом ряду напряжений металлов стоят правее железа. Во вторую группу входят цинк, кадмий, алюминий. По отношению к железу они более электроотрицательны, т. е. в ряду напряжений находятся левее железа.

В повседневной жизни человек чаще всего встречается с покрытиями железа цинком и оловом. Листовое железо, покрытое цинком, называют оцинкованным железом, а покрытое оловом – белой жстью. Первое в больших количествах идет на [кровли](#) домов, а из второго изготавливают консервные банки. И то и другое получают главным образом протягиванием листа железа через расплав соответствующего металла. Для большей стойкости [водопроводные](#) трубы и арматуру из стали и серого чугуна часто подвергают оцинковыванию также окунанием в расплав данного металла. Это резко повышает срок их службы в

холодной воде. Интересно, что в теплой и горячей воде срок службы оцинкованных труб может быть даже меньше, чем неоцинкованных.

Покрyтия из цинка и олова (так же как и других металлов) защищают железо от коррозии при сохранении сплошности. При нарушении покрывающего слоя (трещины, царапины) коррозия изделия протекает даже более интенсивно, чем без покрывающего. Это объясняется «работой» гальванического элемента железо – цинк и железо – олово. Трещины и царапины заполняются влагой и образуются растворы.

Считают, что нанесение олова на поверхность металлов (лужение) было освоено уже в бронзовом веке. Этому способствовала низкая температура плавления олова. В прошлом особенно часто проводили лужение медной и латунной посуды: тазов, котлов, кувшинов, самоваров и др. Продукты коррозии олова безвредны для человека, поэтому луженая посуда широко применялась в быту. В XV в. во многих странах Европы (Германии, Австрии, Голландии, Англии и Франции) широко использовалась столовая посуда, изготовленная из олова. Имеются сведения, что в рудных горах Богемии оловянные ложки, чашки, кувшины, тарелки начали изготавливать уже в XII в.

Луженое железо до сих пор в больших количествах идет на изготовление тары для хранения пищевых продуктов (консервные банки). Однако в последние годы для этой цели все шире применяется алюминиевая фольга. Посуда из цинка и оцинкованного железа не рекомендуется для хранения пищевых продуктов. Несмотря на то, что металлический цинк покрыт плотной оксидной пленкой, он все же подвергается растворению. Хотя соединения цинка относительно мало ядовиты, в больших количествах они могут оказать вредное действие.

Ингибиторы коррозии металлов

Применение ингибиторов – один из эффективных способов борьбы с коррозией металлов в различных агрессивных средах (в атмосферных, в морской воде, в охлаждающих жидкостях и солевых растворах, в окислительных условиях и т. д.).

Ингибиторы – это вещества, способные в малых количествах замедлять протекание химических процессов или останавливать их. Ингибиторы взаимодействуют с промежуточными продуктами реакции или с активными центрами, на которых протекают химические превращения. Они весьма специфичны для каждой группы химических реакций.

Коррозия металлов – это лишь один из типов химических реакций, которые поддаются действию ингибиторов. По современным представлениям защитное действие ингибиторов связано с их [адсорбцией](#) на поверхности металлов и торможением анодных и катодных процессов