

## **Задание:**

1. Составить конспект.
2. Ответить на вопросы опытов и контрольные вопросы.
3. Ответы отправить на эл. почту **bandreeva68@mail.ru** не позже 15.00 22.04.2020

## **Коррозия и защита металлов от коррозии**

### **Краткие теоретические сведения**

Металлы и изделия из них, соприкасаясь с воздухом, водой и различными агрессивными реагентами, постепенно подвергаются разрушению, коррозии.

***Коррозия*** – это разрушение металла в результате его физико-химического взаимодействия с окружающей средой. При этом металлы окисляются и образуют продукты, состав которых зависит от условий коррозии.

По механизму протекания коррозионного процесса, зависящему от характера внешней среды, с которой взаимодействует металл, различают химическую и электрохимическую коррозию.

***Химическая коррозия*** характерна для сред, не проводящих электрический ток. По условиям протекания коррозионного процесса различают: а) газовую коррозию – в газах и парах без конденсации влаги на поверхности металла, обычно при высоких температурах; б) коррозию в неэлектролитах – агрессивных органических жидкостях.

***Электрохимическая коррозия*** характерна для сред, имеющих ионную проводимость. При электрохимической коррозии процесс взаимодействия металла с окислителем включает анодное растворение металла и катодное восстановление окислителя. Электрохимическая коррозия может протекать: а) в электролитах – в водных растворах солей, кислот, щелочей, в морской воде; б) в атмосфере любого влажного газа; в) в почве.

Наибольший вред наносит электрохимическая коррозия, причиной которой может быть неоднородность поверхности металла и различные металлические и неметаллические примеси.

В этом случае наряду с химическими процессами (отдача электронов) протекают электрические процессы (перенос электронов от одного участка к другому).

Процессы электрохимической коррозии подобны процессам, протекающим в гальванических элементах. Основным отличием является

отсутствие внешней цепи. Электроны в процессе коррозии не выходят из корродирующего металла, а двигаются внутри металла. Металл, стоящий в электрохимическом ряду напряжений металлов левее, является анодом и окисляется, подвергаясь коррозионному разрушению.

Катодные и анодные участки в металле чередуются и имеют очень малые размеры, т. е. речь идет о *микроанодах* и *микрокатодах* и соответственно о коррозионных *микроэлементах*.

Скорость коррозии тем больше, чем дальше в ряду стандартных электродных потенциалов расположены те металлы, из которых образовался гальваническая пара.

На скорость коррозии влияет и характер раствора электролита. Чем выше его кислотность (т. е. меньше pH), а также чем больше содержание в нем окислителей, тем быстрее протекает коррозия. Значительно возрастает коррозия с ростом температуры.

Некоторые металлы при соприкосновении с кислородом воздуха или в агрессивной среде переходят в *пассивное* состояние, при котором резко замедляется коррозия. Например, серная и азотная кислоты, концентрация которых близка к 100 %, легко пассивируют железо и оно практически не взаимодействует с кислотами. Причина заключается в том, что на поверхности металла образуется плотная оксидная пленка, которая препятствует контакту металла со средой.

Защитная пленка всегда имеется на поверхности алюминия. Подобные пленки в сухом воздухе образуются также на Be, Cr, Zn, Ta, Ni, Cu и других металлах. При определенных условиях кислород является наиболее распространенным пассиватором.

**Защита от коррозии.** Выбор способа защиты металлических изделий от коррозии определяется его эффективностью, а также экономической целесообразностью. Все методы защиты условно делятся на следующие группы:

- а) легирование металлов;
- б) защитные покрытия (металлические и неметаллические);
- в) электрохимическая защита;
- г) изменение свойств коррозионной среды;
- д) рациональное конструирование изделий.

**Легирование металлов.** При легировании в состав сплава вводят компоненты, вызывающие пассивность металла. В качестве таких компонентов применяют хром, никель, алюминий и др. Введение добавок к сталям (титана, меди, хрома и никеля) приводит к образованию при коррозии плотных продукты реакции, предохраняющих сплав.

**Защитные покрытия.** Это слои, искусственно создаваемые на поверхности металлических изделий и сооружений для защиты их от коррозии. Выбор вида покрытия чаще всего зависит от условий, в которых используется металл.

**Металлические покрытия.** Материалами для металлических защитных покрытий могут быть как чистые металлы (цинк, кадмий, алюминий, серебро и др.), так и их сплавы (латунь, бронза). По характеру поведения металлических покрытий при коррозии их можно разделить на катодные и анодные. К катодным относятся покрытия, потенциалы которых в данной среде имеют более положительное значение, чем потенциал основного металла. В качестве примеров катодных покрытий стальных изделий можно привести медь, никель, серебро. При повреждении покрытия (или наличии пор) возникает коррозионный элемент, в котором основной материал служит анодом и растворяется, а материал покрытия – катодом, на котором выделяется водород или поглощается кислород. Анодные покрытия имеют более отрицательный потенциал, чем потенциал основного металла. Примером анодного покрытия может служить цинк на стальных изделиях. В этом случае основной металл будет катодом коррозионного элемента, поэтому он не корродирует. Потенциалы металлов зависят от состава растворов, поэтому при изменении состава раствора может меняться и характер покрытия.

**Неметаллические защитные покрытия.** Они могут быть как органическими, так и неорганическими. Защитное действие этих покрытий сводится в основном к изоляции металла от окружающей среды.

Неорганические покрытия: неорганические эмали, оксиды металлов, соединения хрома, фосфора и др. Органические: лакокрасочные покрытия, покрытия смолами, пластмассами, полимерными пленками, резиной.

**Электрохимическая защита.** Электрохимическая защита осуществляется присоединением к защищаемой конструкции металла с более отрицательным значением электродного потенциала – *протектора*. В качестве материала протекторов используют сплавы алюминия, магния и цинка. В коррозионной среде металл протектора растворяется, что защищает от коррозии изделие.

**Изменение свойств коррозионной среды.** Для снижения агрессивности среды уменьшают концентрацию компонентов, опасных в коррозионном отношении. Например, в нейтральных средах обычно протекает коррозия с поглощением кислорода. Его удаляют деаэрацией или восстанавливают с помощью соответствующих восстановителей (гидразин, сульфиты и т.п.). Агрессивность среды может уменьшаться также при снижении концентрации ионов водорода. Для защиты от коррозии широко применяют *ингибиторы* –

вещества, при добавлении которых в небольших количествах в среду, где находится металл, значительно уменьшается скорость коррозии металла. Ингибиторы применяют главным образом в системах, работающих с постоянным или мало обновляемым объемом раствора.

**Рациональное конструирование изделий.** Оно должно исключать наличие или сокращать число и размеры особо опасных с точки зрения коррозии участков в изделиях или конструкциях, а также предусматривать специальную защиту металла этих участков от коррозии.

### **Лабораторная работа. Экспериментальная часть**

**Опыт 1. Защитные покрытия.** Две пробирки заполните наполовину дистиллированной водой, добавьте по 2-3 капли раствора серной кислоты и гексацианоферрата (III) калия  $K_3[Fe(CN)_6]$  – качественного реактива на ионы железа (II), растворы перемешать. В одну пробирку опустите полоску оцинкованного железа (железа, покрытого цинком), в другую – полоску луженого железа (железа, покрытого оловом). Через 1-2 мин наблюдайте изменение окраски раствора в пробирке с луженым железом. Синий цвет раствора обусловлен появлением в растворе ионов железа (II), которые с гексацианоферратом (III) калия образуют турнбулеву синь  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ . Почему цвет раствора в пробирке с оцинкованным железом остался без изменения?

**Опыт 2. Влияние электролита.** Для проведения опыта вам понадобятся 3 стеклянные пробирки, наполовину заполненные растворами следующих электролитов: 1 – дистиллированной водой; 2 – водным раствором NaOH; 3 – водным раствором HCl. В каждую из пробирок добавьте 2–3 капли гексацианоферрата (III) калия и поместите железную пластину (или гвоздь). Объясните происходящие процессы, сравните интенсивность коррозии железа в различных средах.

**Опыт 3. Протекторная защита.** В два стеклянных стаканчика налейте по 10 мл разбавленной (~10 %) серной кислоты и по 2-3 капли гексацианоферрата (III) калия. В один стаканчик опустите стальную пластинку, в другой – стальную пластинку, соединенную металлическим проводником с цинковой пластинкой. Объясните коррозию железа в одном из стаканчиков и ее отсутствие в другом.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое коррозия металлов?
2. Классифицировать коррозию по механизмам ее протекания.
3. Способы защиты от коррозии.