

Коррозия металлов

Механизмы коррозии

Химический

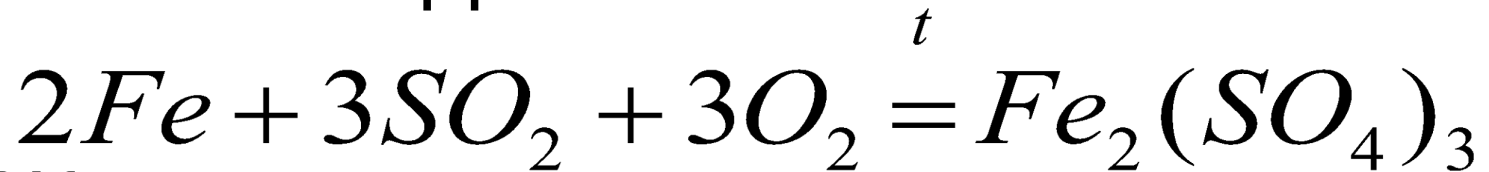
Электрохимический



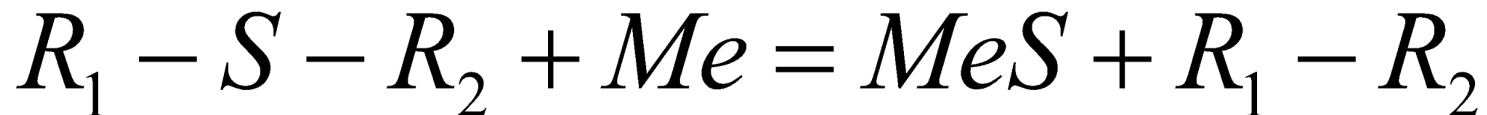
Химическая коррозия

- **Химическая коррозия** – процесс разрушения металла в результате протекания гетерогенных реакций без возникновения тока в системе.

- Газовая коррозия:

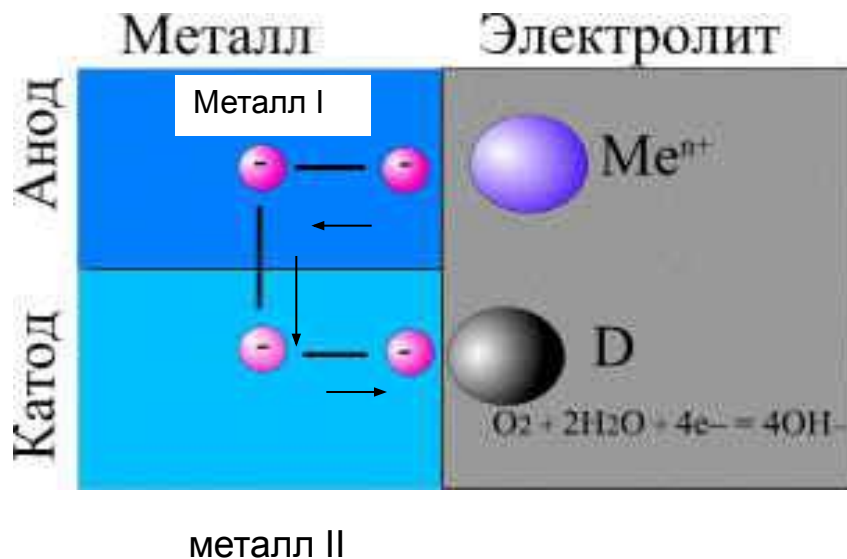
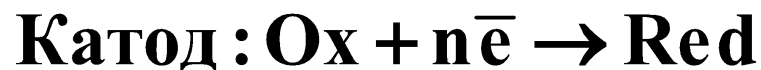
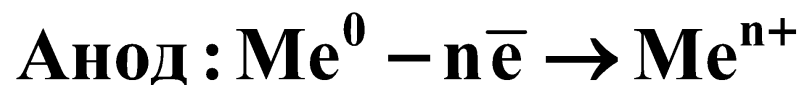


- Жидкостная коррозия:



Электрохимическая коррозия металлов

Электрохимическая коррозия металлов – самопроизвольный процесс разрушения металлов в среде электролитов.

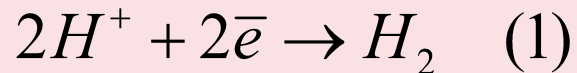


D – деполаризатор: в кислой среде – ионы водорода, в нейтральной или щелочной – молекулы кислорода;

Металл II менее активен, чем металл I

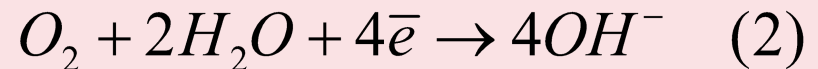
Катодные процессы при протекании коррозии по электрохимическому механизму

В кислых средах:



Водородная деполяризация

В щелочной и нейтральной средах:



Кислородная деполяризация

Причины электрохимической коррозии

Контакт двух разных металлов (в кислой среде)

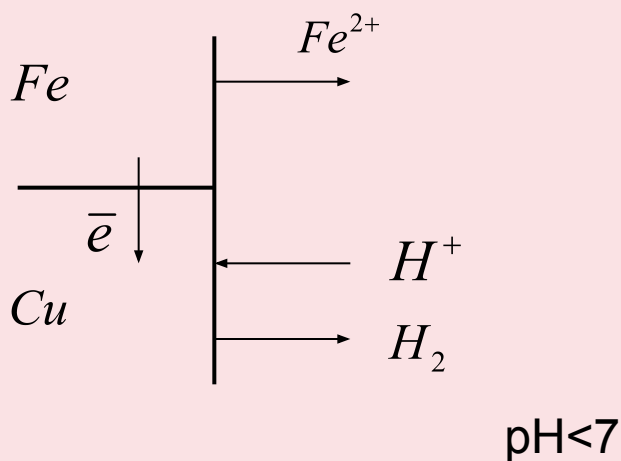


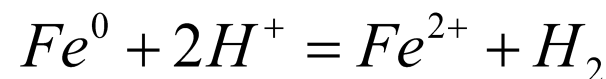
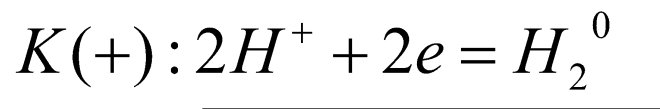
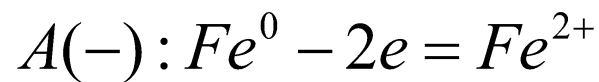
Рис. 12. Контакт двух металлов: железо-медь, в кислой среде

$$E_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,44B, E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = +0,34B$$

Так как

$$E_{Fe^{2+}/Fe}^0 < E_{Cu^{2+}/Cu}^0,$$

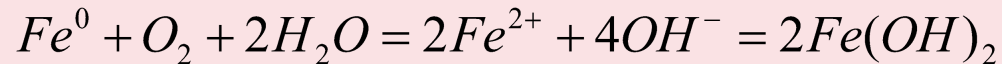
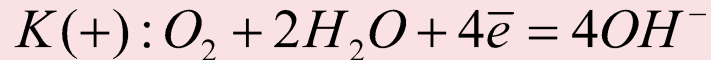
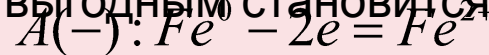
то контакт двух разных металлов приводит к тому, что разрушаться будет железо:



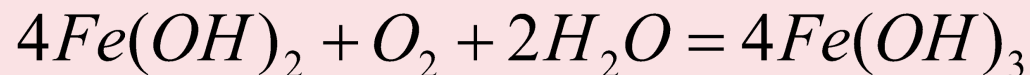
Контакт двух разных металлов (щелочная и нейтральная среды)

Если контакт двух металлов происходит в указанных средах, то анодный

процесс будет таким же, как и в предыдущем случае, а на катоде энергетически более выгодным становится восстановление кислорода:



Образующийся гидроксид железа (II) подвергается последующему окислению:



Контакт металла и его соединения

Например, сталь содержит кристаллы цементита (Fe_3C), которые по отношению к железу выступают в роли катода (рис. 13):

Электролит

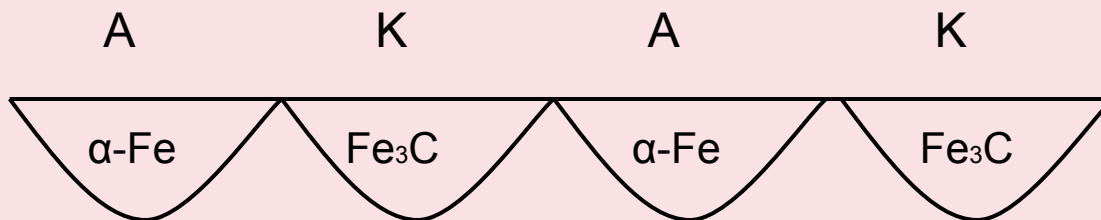


Рис. 13. Контакт металла $\alpha\text{-Fe}$ и его соединения Fe_3C :
анод – $\alpha\text{-Fe}$, катод – Fe_3C .

Неодинаковый доступ воздуха (кислорода) к участкам поверхности металла (неравномерная аэрация)

Электродный потенциал окисленного участка выше, чем неокисленного. Окисленные участки выполняют функцию катода. Так, например, если на стальной предмет нанести каплю воды, то корродировать будет средняя, а не внешняя часть смоченного металла (рис. 14.). В середине капли доступ воздуха к металлу затруднен, и этот участок выполняет функцию анода. На участках с большим доступом кислорода протекает катодный процесс.

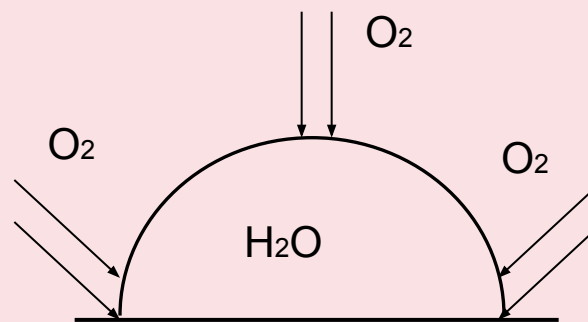
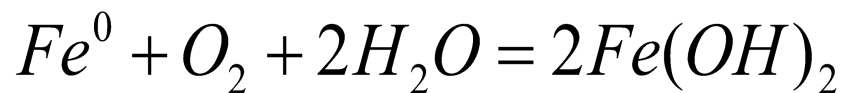
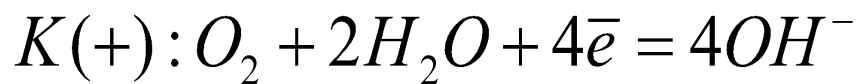
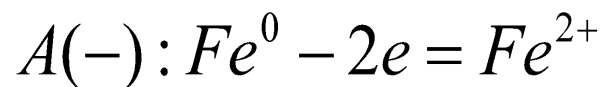
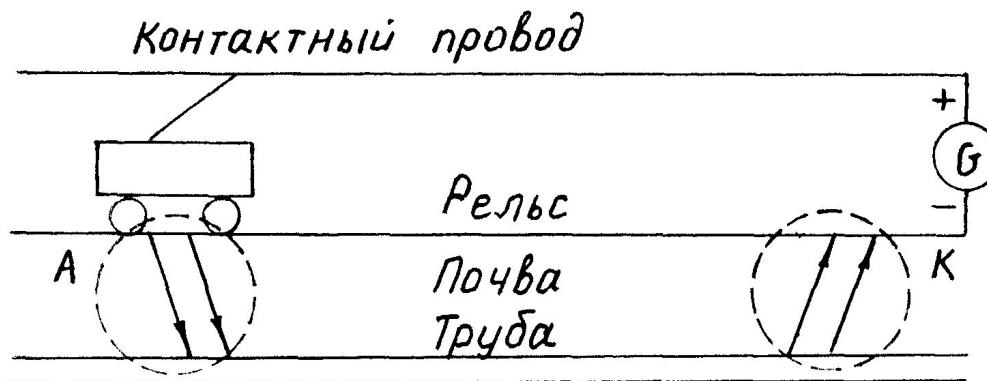


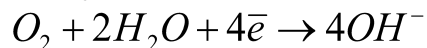
Рис. 14. Неравномерный доступ кислорода к участкам металла, на поверхность нанесена капля воды



Коррозия под действием «блуждающих токов»



Вследствие плохого контакта рельсов на стыках и недостаточной изоляции их от земли, часть тока уходит в почву и находит пути с низким сопротивлением, например, подземные газопроводы, водопроводные трубы. В зоне **К** вблизи рельса восстанавливается кислород, растворенный во влаге грунта. В результате создается избыток ион OH^- :



Наличие этих ионов смещает равновесие, имеющееся на поверхности металла, из которого сделано подземное сооружение, например, железная труба:



Связывание ионов железа гидроксид-ионами приводит к появлению в данном месте трубы повышенной концентрации избыточных электронов. Эти электроны начинают перемещаться вдоль трубы. Одновременно в зоне **А** происходит окислительный процесс. Металл рельса разрушается. Т.о., в зоне **К** корродирует подземная труба, в зоне **А** – рельс.

Защита от коррозии

Защита от коррозии

Все методы защиты металлов от коррозии условно делят на следующие группы:

- изоляция поверхности металла от окружающей среды;
- электрохимическая защита;
- применение конструкционных металлических материалов с повышенной коррозионной стойкостью;
- ингибиторы коррозии.

Изоляция поверхности металла от окружающей среды

Защитные покрытия – слои, искусственно создаваемые на поверхности металлических изделий и сооружений для предохранения от коррозии.

Защитные покрытия
могут быть:

Неметаллическими
(органополимеры, эмали)

Конверсионными
(оксиды, нитриды,
карбиды, фосфаты)

Металлическими
(катодные покрытия)

Конверсионные защитные покрытия

Конверсионные защитные покрытия получают в результате химической реакции непосредственно на поверхности металла.

Оксидирование – образование на поверхности металлических изделий защитных оксидных пленок.

Воронение – процессы нанесения на сталь оксидных пленок.

Анодирование – пример - электрохимическое оксидирование алюминия.

Фосфатирование металлической поверхности – процесс осаждения нерастворимых фосфатов этого металла.

Металлические защитные покрытия.

Катодные покрытия

Катодные защитные покрытия – это покрытия металлом, электродный потенциал которого в данных условиях положительнее потенциала защищаемого металла, например, луженое железо. При нарушении целостности катодного защитного покрытия разрушается защищаемый металл. В случае луженого железа, при нарушении целостности защитного покрытия разрушается железо, т. к.:

$$E_{Sn^{2+}/Sn}^0 = -0,14 \text{ В}, E_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,44 \text{ В}$$

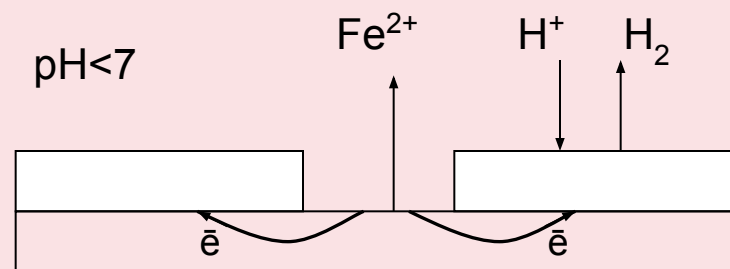
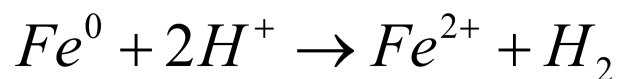
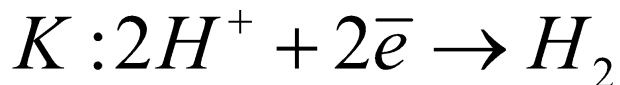
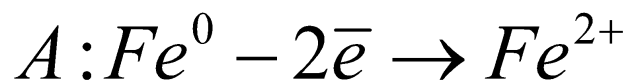


Рис. 19. Схема повреждения катодного защитного покрытия в кислой среде

Электрохимическая защита. Анодные металлические покрытия

Анодные защитные покрытия – это покрытия металлом, электродный потенциал которого в данных условиях отрицательнее потенциала защищаемого металла, например, оцинкованное железо. При нарушении целостности анодного защитного покрытия разрушается металл покрытия. В случае оцинкованного железа, при нарушении целостности защитного покрытия разрушается цинк, т. к.:

$$E_{Zn^{2+}/Zn}^0 = -0,76 \text{ В}, E_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,44 \text{ В}$$

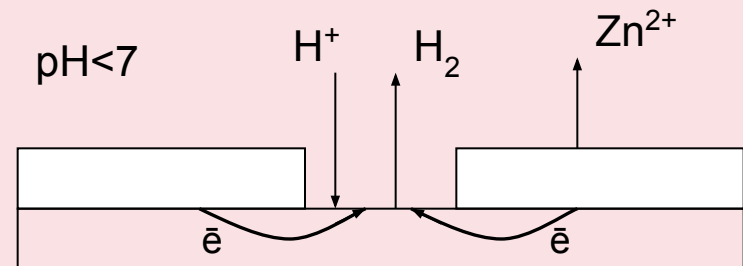
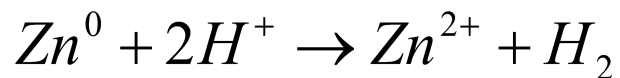
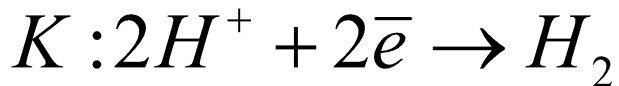
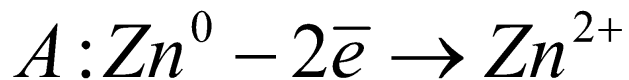


Рис. 18. Схема повреждения анодного защитного покрытия в кислой среде

Протекторная защита



Схема протекторной защиты

Анод (Me-протектор): $Me^0 - n\bar{e} \rightarrow Me^{n+}$

Катод (Me трубы): $2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow H_2^0$
(среда – кислая)

Электрохимическая защита. Катодная защита

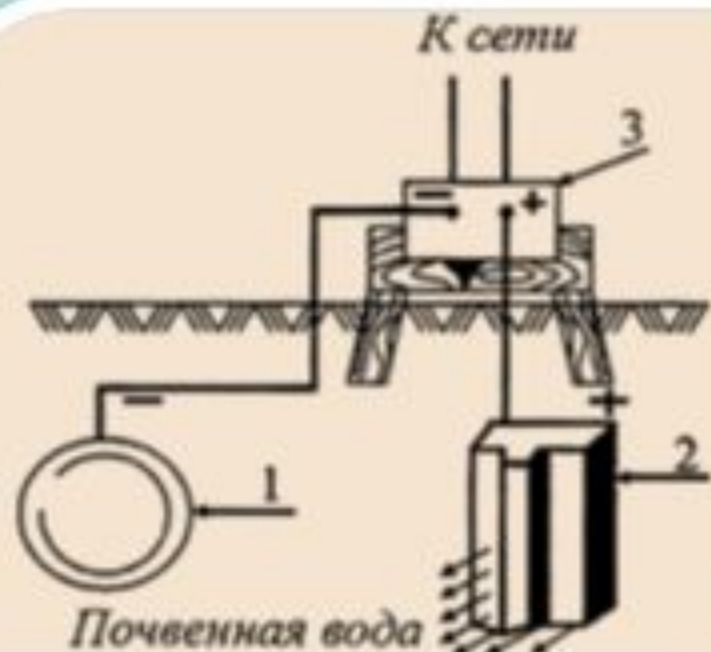
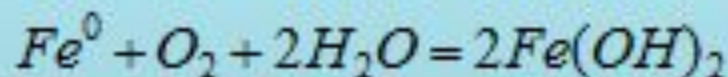
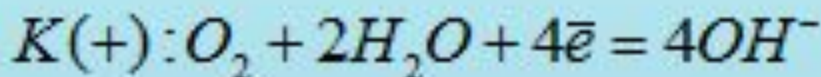
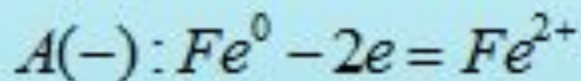


Рис. 21. Схема катодной защиты.

1 – защищаемая конструкция;
2 – анод; 3 – внешний источник
постоянного тока

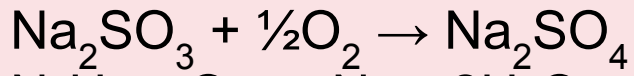


Рис. 22. Монтаж станции катодной
защиты



Ингибиторы коррозии

Для снижения агрессивности среды уменьшают концентрацию компонентов, опасных в коррозионном отношении. Например, в нейтральных средах коррозия обычно протекает с поглощением кислорода. Кислород удаляют деаэрацией (кипячение, барботаж инертного газа) или восстанавливают с помощью соответствующих восстановителей (сульфиты, гидразин и др.):



Ингибитор – вещество, при добавлении которого в небольших количествах в среду, контактирующую с металлом, значительно уменьшается скорость коррозии металла.

По механизму действия (замедления) на процесс электрохимической коррозии ингибиторы классифицируют на:

анодные (NaNO_2 , K_2CrO_4 , Na_3PO_4 и др.)

катодные (ZnCl_2 , ZnSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и др.)

смешанные ($\text{Me}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$, $(\text{NaPO}_3)_m$ и др.)