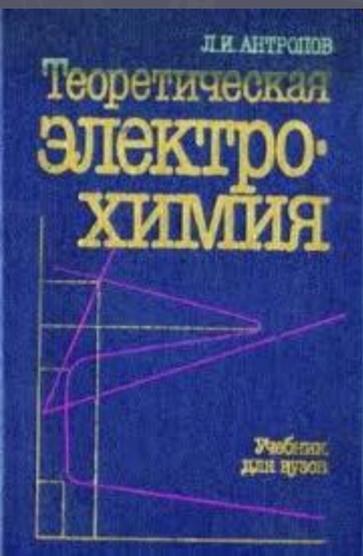


Коррозия

металлов

Лекция подготовлена к.х.н.
Востриковой Г.Ю.



► Под **коррозией** понимают разрушение (окисление) металлов и сплавов в результате взаимодействия их с агрессивной окружающей средой.



► Данный процесс протекает самопроизвольно ($\Delta G < 0$), причиной чего является термодинамическая неустойчивость металлов. Они переходят в более энергетически выгодное окисленное состояние.

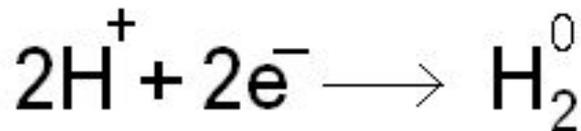
Факторы, вызывающие коррозию



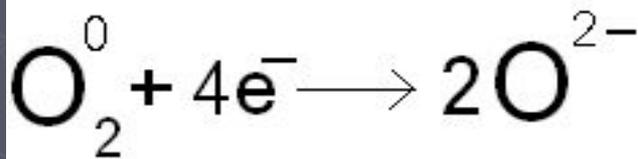
- ▶ 1. Кислород и влага атмосферы;
- ▶ 2. Углекислый и сернистый газы, содержащиеся в атмосфере;
- ▶ 3. Морская вода;
- ▶ 4. Грунтовые воды.

▶ В результате коррозии - металл окисляется, а окислитель окружающей среды восстанавливается.

▶ Окислителем чаще всего выступает $\text{H}^+; \text{O}_2$, которые восстанавливаются.



- пр. восстановления



- пр. восстановления

▶ Экономический ущерб от коррозии значителен. Специалисты подсчитали, что на Земле за одну секунду разрушается вследствие коррозии 1,5 т металлов. Велики также затраты на антикоррозионные мероприятия.



Коррозия металлов

По виду коррозионной среды

- газовая
- атмосферная
- почвенная
- жидкостная
(кислотная, солевая, щелочная)

По механизму разрушения

- химическая
- электрохимическая
- биохимическая

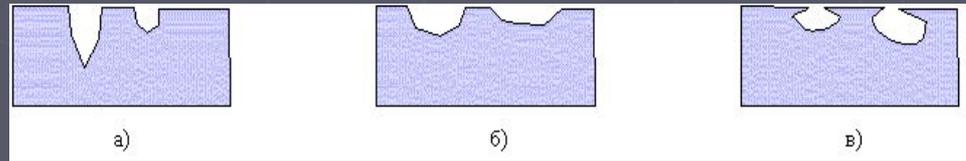
По характеру разрушения

- сплошная
- местная,

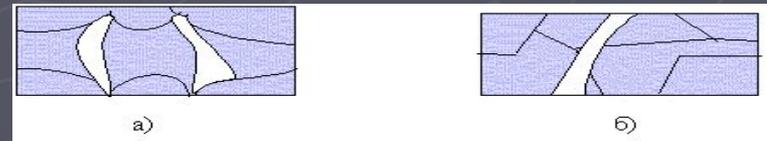
- ▶ Сплошную делят на: равномерную, неравномерную и избирательную
- ▶ (менее опасную)



- ▶ Местную делят на:
- ▶ очаговую,
- ▶ пятнистую,
- ▶ точечную;



- ▶ **меж- и транскристаллитную** коррозию (коррозия по границам зерен и самих кристаллов) (опасный вид коррозии);



Биохимическая коррозия

- ▶ **Биокоррозия** вызывается деятельностью различных микроорганизмов, использующих металл как питательную среду. Примером такой коррозии может служить почвенная коррозия и коррозия в застойных водах.



Химическая коррозия

- ▶ - это разрушение МЕ под действием сухих агрессивных газов при высокой температуре (O_2, CO, SO_2) – **газовая коррозия**, которая исключает следы влаги на поверхности, а также под действием жидких неэлектролитов – **жидкостная коррозия**, т.е. веществ не проводящих электрический ток (нефть и продукты ее переработки).

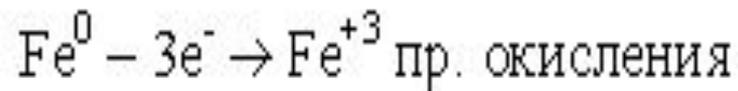
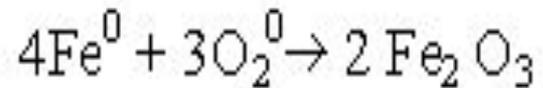


Химической коррозии подвергаются:

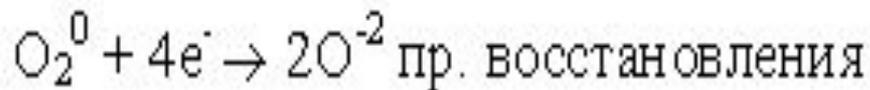


- ▶ узлы и детали двигателя внутреннего сгорания, газовых турбин и т.д..

В случае, если окислителем является кислород, то образуются оксиды металлов:



4



3

Химическая коррозия



- ▶ Если продукты такого взаимодействия нелетучи и образуют плотную пленку (например: на Al), то коррозия со временем уменьшается.
- ▶ Если образуется рыхлая пленка (например: на Fe), то коррозия может привести к полному разрушению металла.
- ▶ Этот вид коррозии протекает в основном равномерно по всей поверхности металла. В связи с этим химическая коррозия менее опасна, чем электрохимическая.

Электрохимическая коррозия

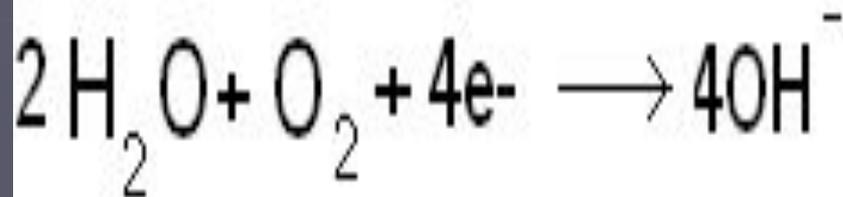
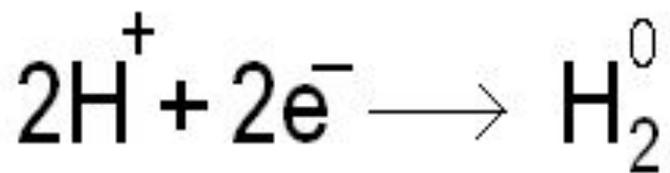
- ▶ Это наиболее распространенный вид коррозии, приносящий **наибольший вред** металлам и изделиям из них.
- ▶ Электрохимическая коррозия возникает при контакте двух или более металлов одного сплава или металла с поверхностью изделия из другого металла в присутствии воды или другого электролита (веществ проводящих электрический ток). Механизм электрохимической коррозии связан с работой ГЭ.

- ▶ На поверхности Me и сплавов образуется множество **микрогальванопар**. Участок с меньшим значением потенциала служит анодом, а участок с большим значением потенциала служит катодом.
- ▶ При возникновении **микрогальванопары** сила возникающего электрического тока тем больше, чем дальше друг от друга стоят контактирующие металлы в ряду напряжения.

► При этом поток (e^-) от более активного металла идет к металлу менее активному. Окислительно-восстановительный процесс в отличие от химической коррозии протекает на различных участках поверхности. Анодный участок поверхности (окисляется), а на катоде восстанавливается окислитель из окружающей среды.

▶ На поверхности катода в зависимости от условий (кислая, щелочная или нейтральная среда) происходит восстановление

или

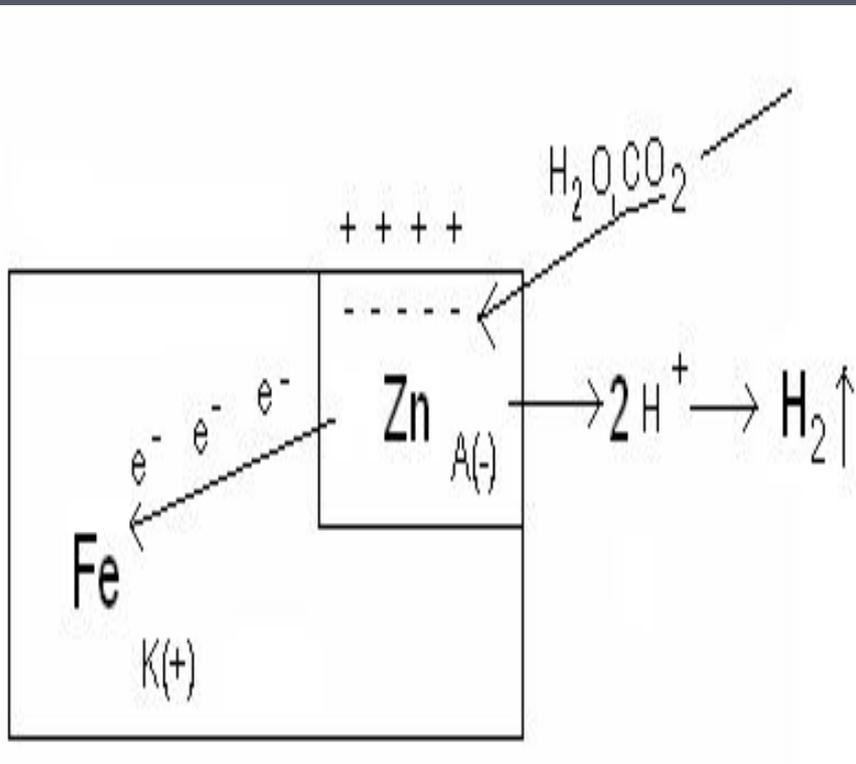


▶ **Водородной деполяризации**

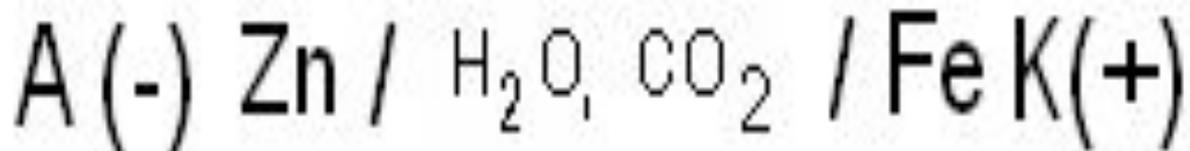
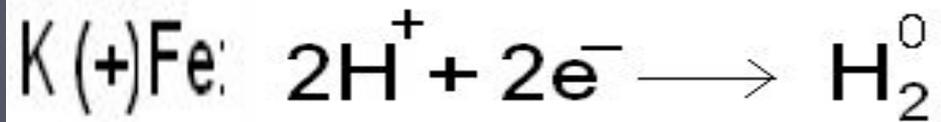
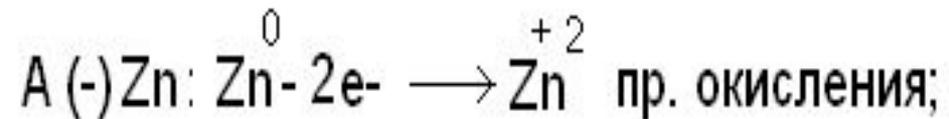
подвергаются Me, находящиеся в ряду активности от начала ряда **Li** до ...**Cd**, т. к. $E(\text{H}^+/\text{H}_2) = -0,42 \text{ В}$ (в нейтральной среде $\text{pH}=7$), а $E(\text{Cd}) = -0,41 \text{ В}$, однако реально **Zn, Cr, Al** на своей поверхности имеют прочную оксидную пленку, которая не позволяет им растворяться в воде.

- ▶ **Кислородной деполяризации** подвергаются Me стоящие в ряду активности от **Cd.....Ag**
- ▶ $E(\text{Ag}) = +0,8 \text{ В}$, кислород в кислой среде очень опасен, т.к. охватывает более широкий интервал металла.

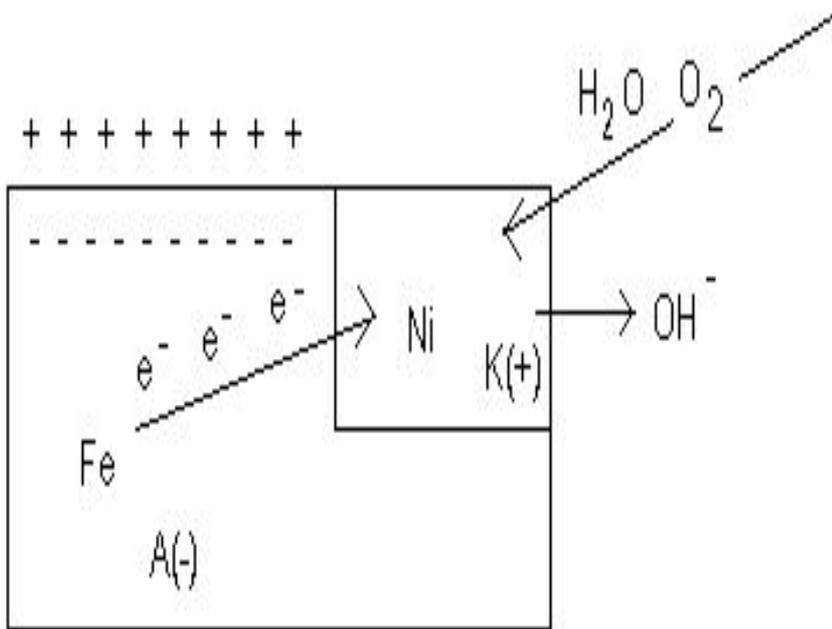
Например: Железная пластина с примесью цинка Fe-Zn



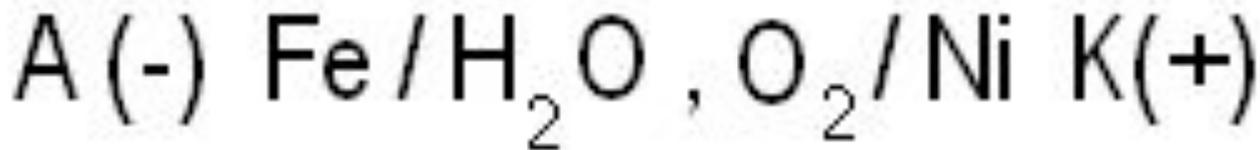
- ▶ Наблюдается **водородная поляризация**, т.к. среда кислая:



НАПРИМЕР: Железная пластина с примесью никеля

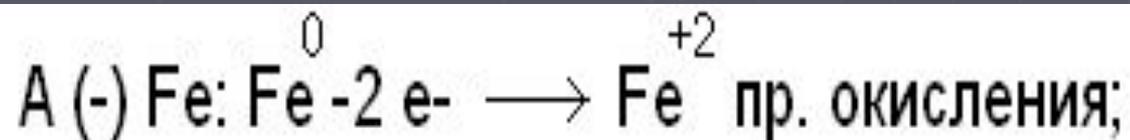


- ▶ При контакте двух металлов в электропроводящей среде возникает коротко замкнутый микрокоррозионный элемент, в котором переход e^- происходит непосредственно от анода к катоду.

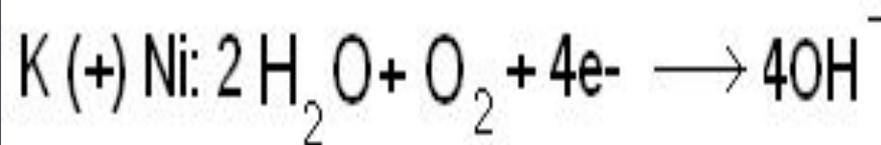


Электрохимические процессы:

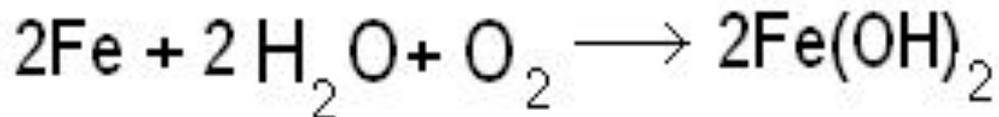
- ▶ В процессе реакции железо будет растворяться:



- ▶ а на никеле идет восстановление окружающей среды:



- ▶ Суммарное уравнение запишется в виде:

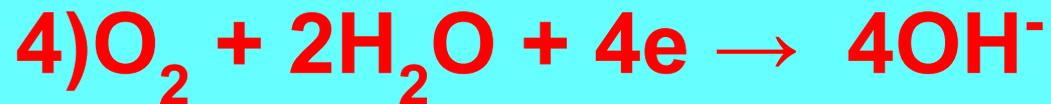


- Электрохимическая коррозия имеет **большую скорость**, чем химическая коррозия.
- ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОРРОЗИИ:
 - 1. энергетическая неоднородность поверхности Me;
 - 2. неоднородность химического и фазового состава;
 - 3. наличие примесей в Me;
 - 4. характер поверхности (шероховатость, излом);
 - 5. наличие дефектов кристаллической решетки Me;
 - 6. неодинаковая концентрация окислителя на различных участках поверхности Me.

Скорость коррозии определяется:

- ▶ 1. по глубинному показателю (в потере толщины M_e в год);
 - ▶ 2. по массовому показателю (потеря массы M_e в ед. времени).
- ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ:**
- ▶ 1. внутренние (природа M_e , наличие примесей, дефектов кристаллической решетки M_e);
 - ▶ 2. внешние (рН раствора, окружающая среда, температура).

Пример. Уравнение процесса, протекающего **на катоде** при электрохимической коррозии железных изделий **в нейтральной среде**, имеет вид ...



Пример. Уравнение процесса, протекающего **на аноде** при электрохимической коррозии железных изделий **в нейтральной среде**, имеет вид ...



Пример. Уравнение процесса, протекающего **на аноде** при электрохимической коррозии железных изделий **в нейтральной среде**, имеет вид ...



Для достижения лучшей устойчивости коррозии важны такие факторы, как:

▶ **Грамотный дизайн автомобиля,** позволяющий избегать «лишних» соединений и прямого попадания реагентов и дорожной грязи в сварные соединения и скрытые полости.

Дополнительное покрытие металла. Более толстое покрытие (краска, оцинковка, антикор) дает более сильную защиту от коррозии.

Использование грунтовок с хорошим прилипанием к металлу и хорошим проникновением в щели.

Обязательное применение **антикоррозионных препаратов с высокой проникающей способностью** для обработки соединений и деталей, обеспечивающих защиту деталей от влажности и дорожной грязи. Обязательная **обработка антикоррозионными материалами** с большим содержанием ингибиторов коррозии (активных соединений, останавливающих и предотвращающих коррозию).

Ржавеет даже **оцинкованный** автомобиль. Слой оцинковки имеет свойство (с течением времени) **истончаться и разрушаться** и подвергаться активным атакам коррозии.

Для автомобиля важно применение различных средств защиты (**комбинирование**).

Коррозию можно остановить и победить!!!



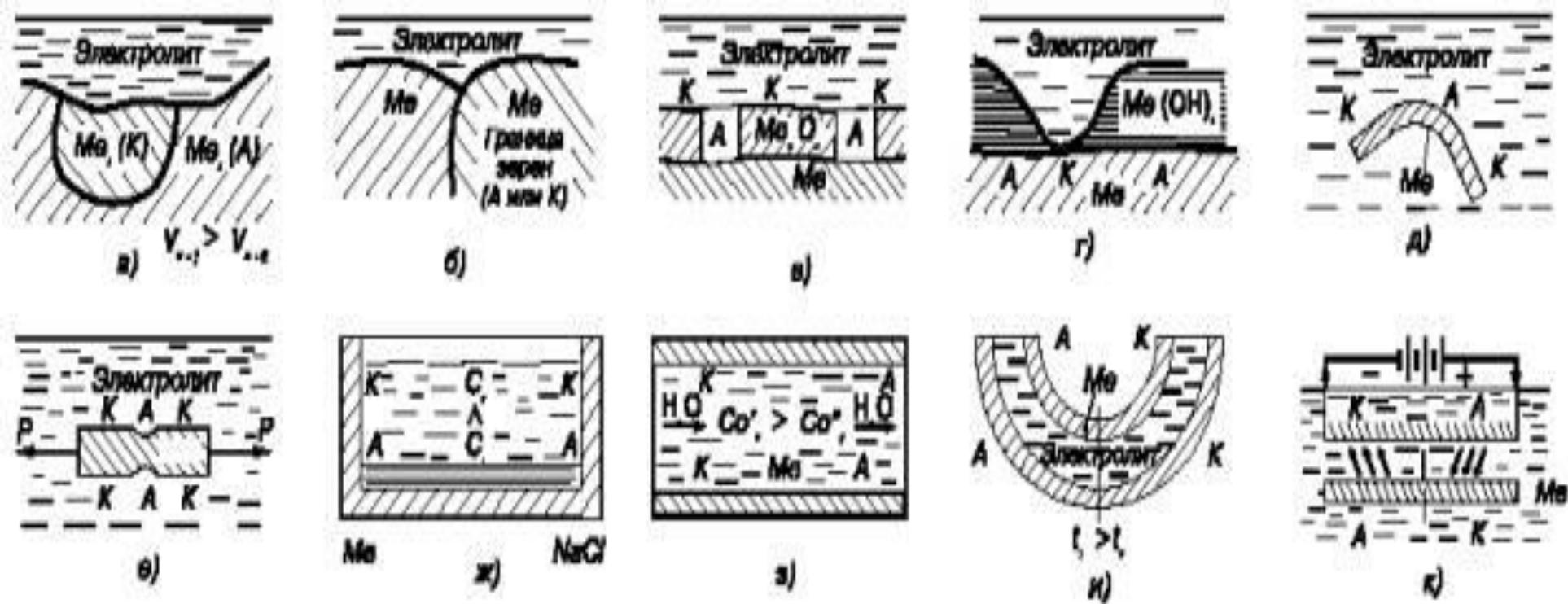


Рис. 4. Типы коррозионных гальванических элементов

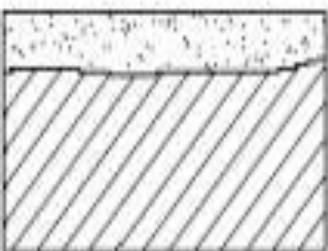


Рис. 5. Сплошная равномерная коррозия

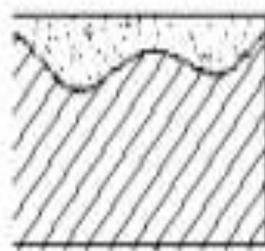


Рис. 6. Сплошная неравномерная коррозия

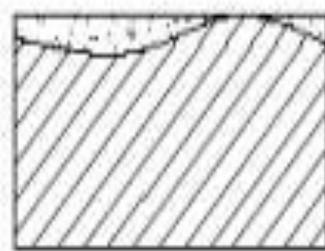


Рис. 7. Местная коррозия пятнами

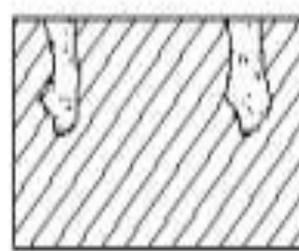


Рис. 8. Местная язвенная коррозия

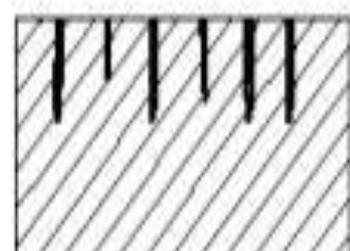


Рис. 9. Точечная коррозия (питтинг)