

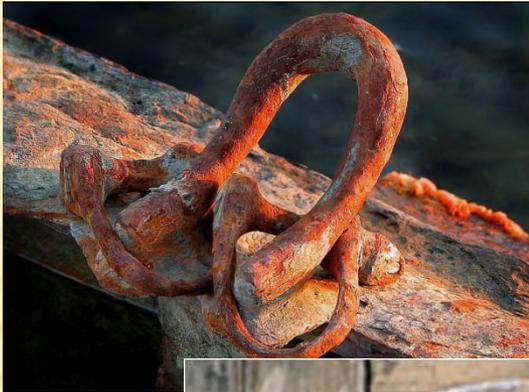
# ПОНЯТИЕ КОРРОЗИИ

**Корро́зия** (от лат. **corrosio** — разъедание) — это самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой.

В общем случае это разрушение любого материала, будь то металл или керамика, дерево или полимер.

Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде.

---



# ПОТЕРИ ОТ КОРРОЗИИ

**Прямые** - безвозвратные потери металла, стоимость замены оборудования, металлоконструкций, расходы на противокоррозионную защиту.

**Косвенные** - простой оборудования, снижение мощности, снижение качества продукции, расход металла на утолщение стенок и т.п.



# ПРИМЕРЫ КОСВЕННЫХ ПОТЕРЬ

---

- Простои
- Потеря готовой продукции
- Потери мощности. Из-за отложения продуктов коррозии ухудшается теплопроводность поверхностей теплообмена. Уменьшение проходных сечений трубопроводов из-за отложений ржавчины требует повышения мощности насосов.
- Загрязнение продукции. Небольшое количество меди, поступившее в систему в результате коррозии медного трубопровода, может испортить целую партию мыла.
- Допуски на коррозию. Этот фактор является обычным при проектировании реакторов, паровых котлов, конденсаторов, насосов, подземных трубопроводов.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ КОРРОЗИИ

По **типу агрессивных сред**, в которых протекает процесс разрушения, коррозия может быть следующих видов:

- **газовая коррозия;**
- **атмосферная коррозия;**
- **коррозия в неэлектролитах;**
- **коррозия в электролитах;**
- **подземная коррозия;**
- **биокоррозия;**
- **коррозия под воздействием блуждающих токов.**

# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ КОРРОЗИИ

По **условиям протекания коррозионного процесса** различаются следующие виды:

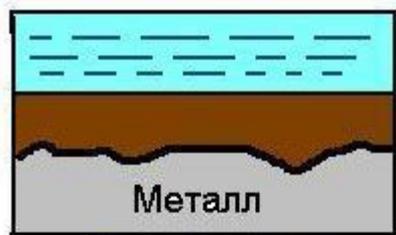
- **контактная коррозия;**
- **щелевая коррозия;**
- **коррозия при неполном погружении;**
- **коррозия при полном погружении;**
- **коррозия при переменном погружении;**
- **коррозия при трении;**
- **межкристаллитная коррозия;**
- **коррозия под напряжением.**

# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ КОРРОЗИИ

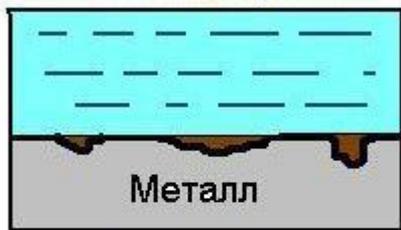
По **характеру разрушения**:

- **сплошная коррозия, охватывающая всю поверхность**:
  - **равномерная;**
  - **неравномерная;**
  - **избирательная (селективная);**
  
- **локальная (местная) коррозия, охватывающая отдельные участки**:
  - **пятнами;**
  - **язвенная;**
  - **точечная (или питтинг);**
  - **сквозная;**
  - **межкристаллитная (раслаивающая в деформированных заготовках и ножевая в сварных соединениях).**

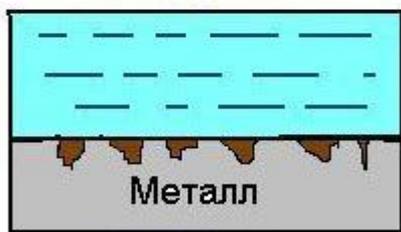
# СХЕМЫ КОРРОЗИОННЫХ РАЗРУШЕНИЙ



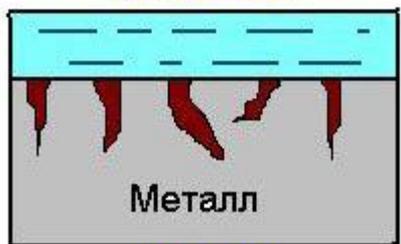
**Равномерная**



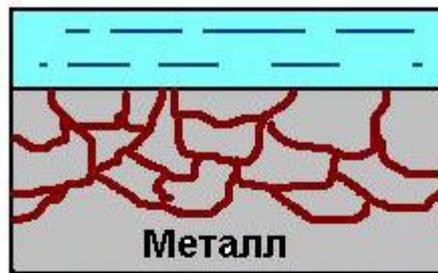
**пятнами**



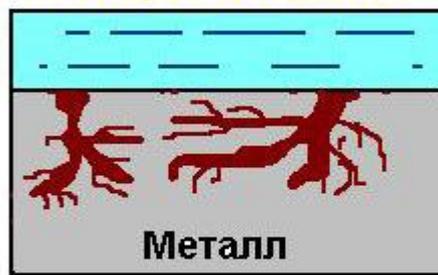
**точечная**



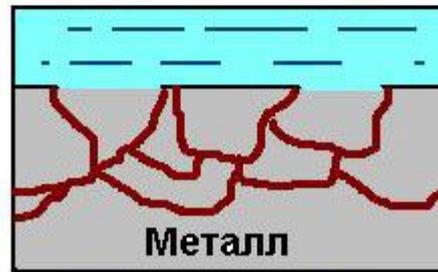
**ПИТТИНГ**



**межкристаллитная**



**растрескивающая**



**избирательная**

# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ КОРРОЗИИ

---

по механизму протекания процесса



химическая



электрохимическая

# ХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ

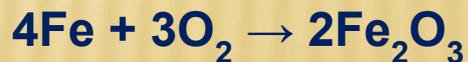
**Химическая коррозия** — взаимодействие поверхности металла с (коррозионно-активной) средой, не сопровождающееся возникновением электрохимических процессов на границе фаз.

В этом случае взаимодействия окисление металла и восстановление окислительного компонента коррозионной среды протекают в одном акте.

К этому виду коррозии относятся такие процессы окисления металла и восстановления коррозионного агента, при которых передача электронов металла осуществляется непосредственно атомам или ионам окислителя (коррозионного агента), которым наиболее часто является кислород воздуха.



Например, образование окалины при взаимодействии материалов на основе железа при высокой температуре с кислородом:



# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ

**Электрохимическая коррозия** - взаимодействие металла с коррозионной средой (раствором электролита), при котором ионизация атомов металла и восстановление окислительной компоненты коррозионной среды протекают не в одном акте и их скорости зависят от электродного потенциала

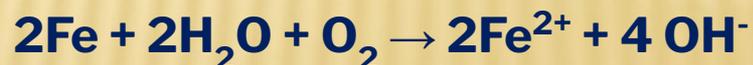
Процесс электрохимической коррозии представляет собой совокупность двух сопряженно протекающих реакций:

анодной (окисление)  $Me \rightarrow Me^{z+} + ze^{-}$ ,

и катодной (восстановление)  $D + ze^{-} \rightarrow (Dze^{-})$ ,

где D – деполяризатор (окислитель), присоединяющий к себе электроны металла (кислород, растворенный в электролите, ионы водорода (H<sup>+</sup>) и некоторых металлов).

Пример: ржавление железа

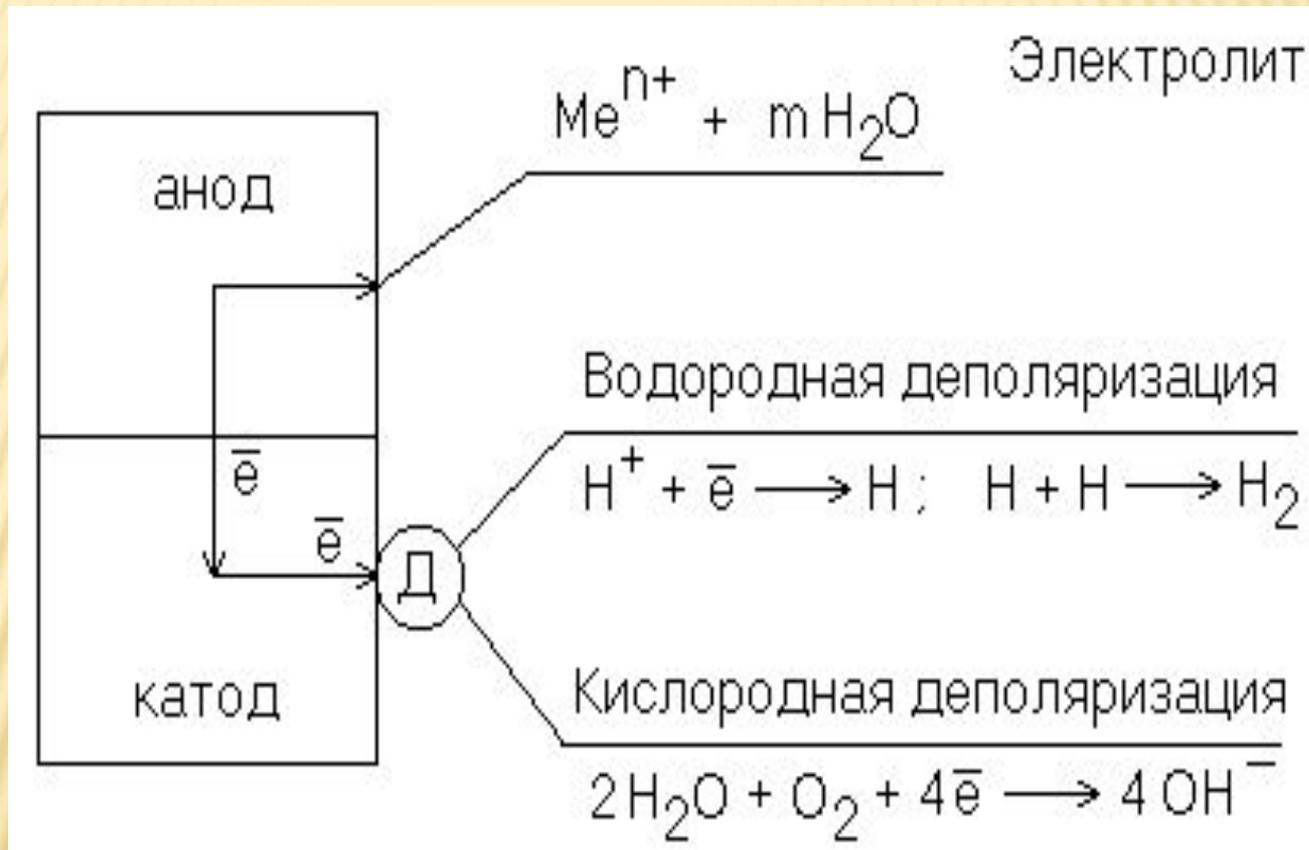


# УСЛОВИЯ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

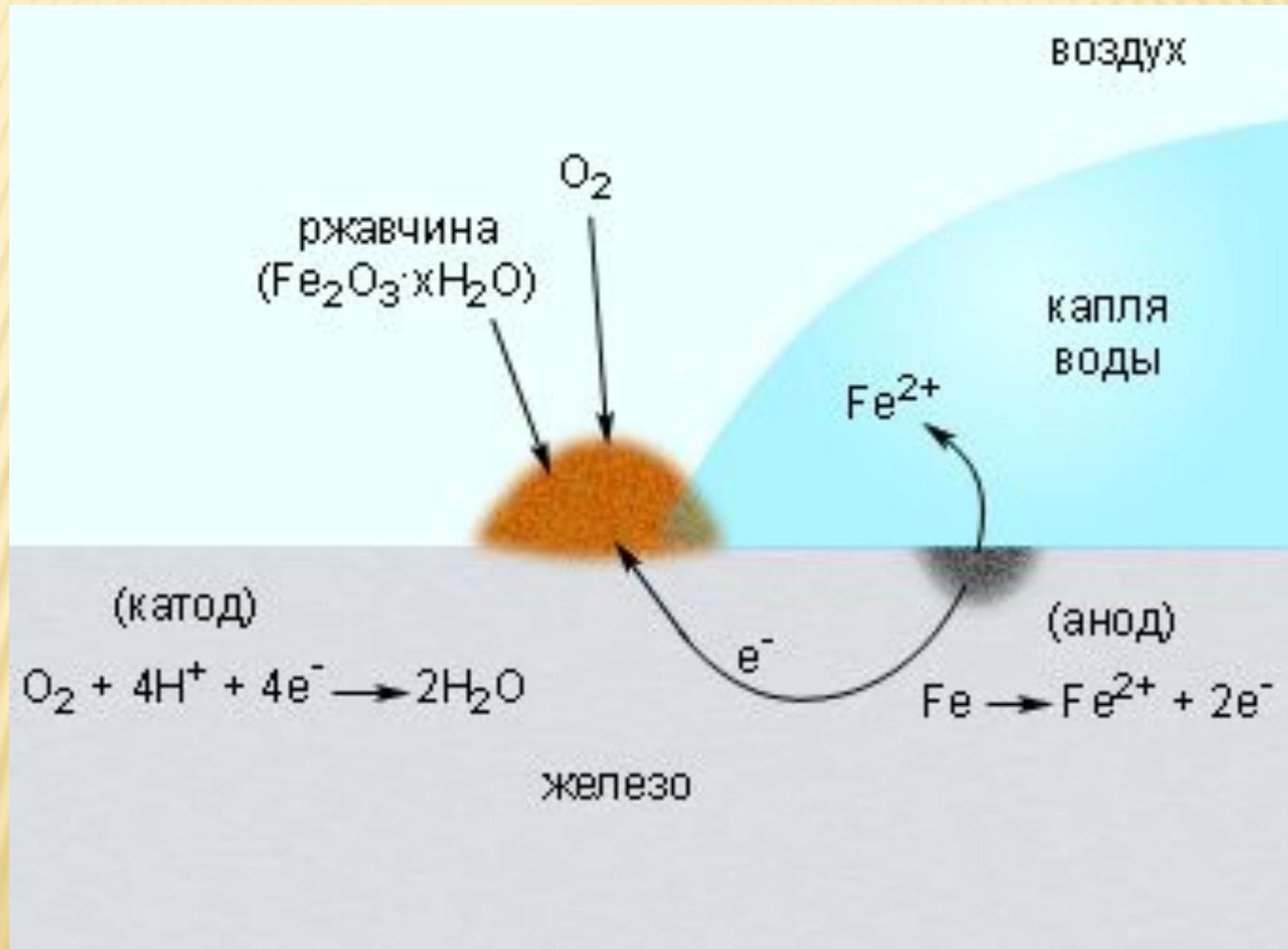
---

- **Положение металла в ряду активности металлов: чем они дальше расположены друг от друга, тем быстрее происходит коррозия.**
- **Чистота металла: примеси ускоряют коррозию.**
- **Неровности поверхности металла, трещины.**
- **Грунтовые воды, морская вода, среда электролита.**
- **Повышение температуры.**
- **Действие микроорганизмов (грибы, бактерии и лишайники воздействуют на металл с высокой коррозионной стойкостью).**

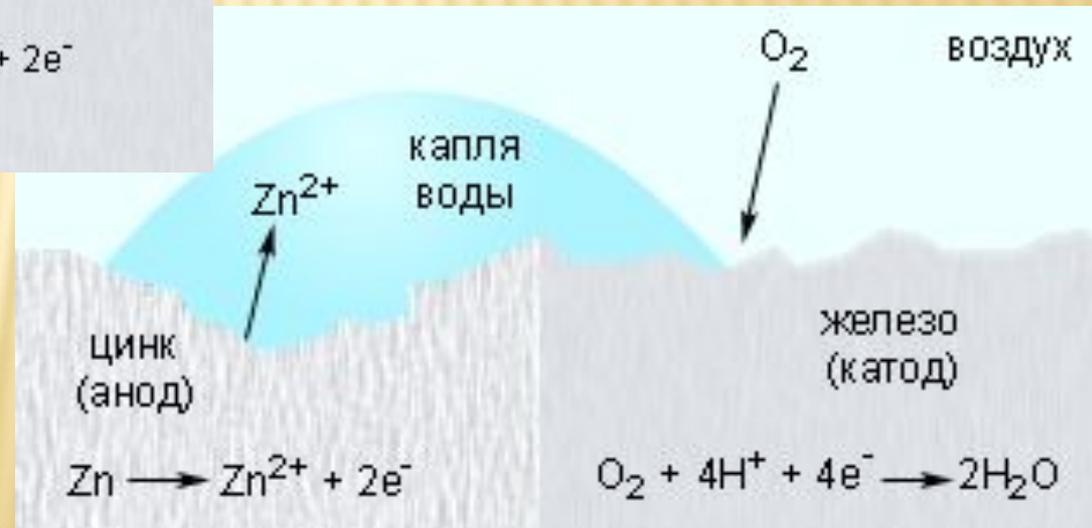
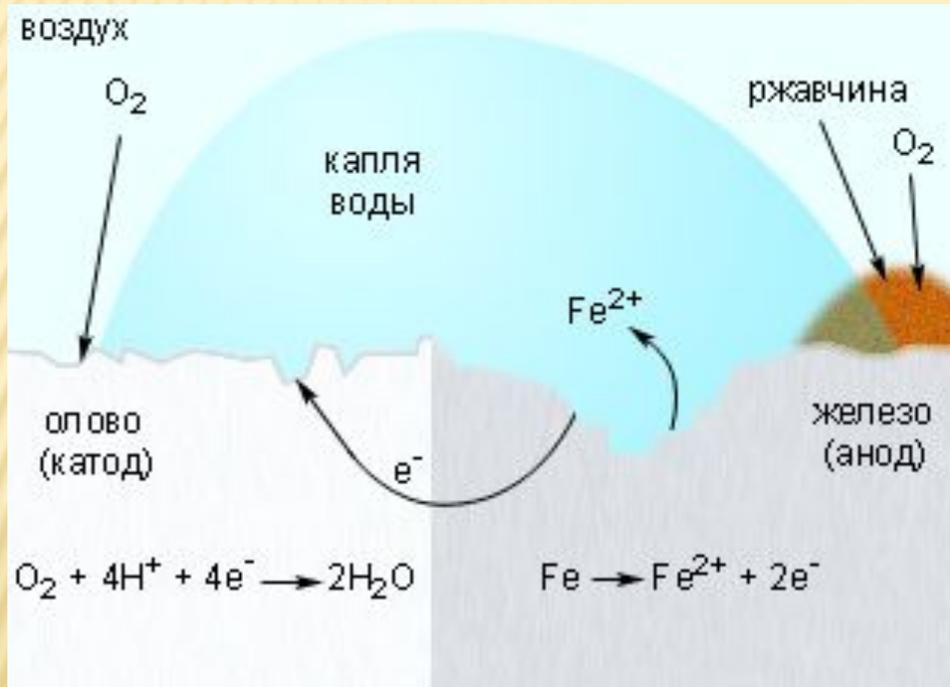
# СХЕМА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО КОРРОЗИОННОГО ПРОЦЕССА



# МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ (ОБРАЗОВАНИЕ РЖАВЧИНЫ)



# МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ (ОБРАЗОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ПАРЫ)



# СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ

---

**истинная скорость** коррозии металлического материала определяется из выражения:

$$V = dy/dt,$$

$y$  - изменяющаяся в процессе коррозии характеристика свойства материала;

$t$  - время коррозии.

Для количественного выражения скорости коррозионных разрушений на практике пользуются показателями коррозии, являющимися, по сути, отражением **средней скорости коррозионного разрушения** материала:

$$V_{cp} = Dy/Dt.$$

**Глубинный показатель коррозии:**

$$K_n = D_{\text{п}} / Dt$$

$D_{\text{п}}$  - глубина (средняя или максимальная ) коррозионного разрушения

$t$  - время коррозии

Показатель **изменения толщины** образующейся на металле пленки продуктов коррозии:

$$K_n = D_{\text{h}} / D_{\text{t}}$$

$D_{\text{h}}$  - изменение толщины образующейся на металле пленки продуктов коррозии

$D_{\text{t}}$  - время коррозии

## Показатель изменения массы

$$K_m = D_m / S \cdot D_t$$

$D_m$  - изменение массы корродирующего металла

$S$  - поверхность коррозии

$D_t$  - время коррозии

## Объемный показатель коррозии

$$K_v = D_v / S \cdot D_t$$

$D_v$  - объем газа, выделившегося или поглощенного в процессе коррозии и приведенный к нормальным условиям

$D_t$  - время коррозии

$S$  - поверхность коррозии.

## Механический показатель коррозии

$$K_s = (D_s / D_t) * 100\%$$

$D_s$  - относительное изменение характеристики  
механического свойства

$D_t$  - время коррозии

## Показатель изменения электрического сопротивления

$$K_R = (D_R / D_t) * 100\%$$

$D_R$  - относительное изменение  
электрического сопротивления образца

$D_t$  - время коррозии

Часто **скорость коррозии** выражают через **плотность анодного тока**  $i_a$  (А/см<sup>2</sup>).

Связь между  $v$  и  $i_a$  находят по **закону Фарадея**:

$$i_a = (v/kA) \cdot nF,$$

где  
 $k$  — коэффициент, учитывающий, в каких единицах выражены  $t$  и  $s$  (если  $t$  выражено в секундах, а  $s$  — в квадратных сантиметрах, то  $k=1$ );  
 $A$ —атомный вес металла;  
 $n$  — валентность металла в продуктах коррозии;  
 $F$ —число Фарадея.