

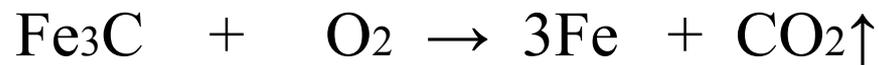
Классификация процессов коррозии

По механизму:

1. Электрохимическая.

2. Химическая. Коррозия в газах при $T=500-700^{\circ}\text{C}$
называется **газовой**.

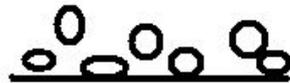
Процессы окисления металла и обезуглероживания стали:



Условие сплошности оксидной пленки

Для железа: $V_{\text{оксида}} / V_{\text{металла}} < 1$, оксидный слой «дырявый».

Для алюминия, хрома, никеля : $V_{\text{оксида}} / V_{\text{металла}} > 1$, слой оксида сплошной.



Fe: $V_{\text{оксида}} / V_{\text{металла}} < 1$



Cr, Ni, Al: $V_{\text{оксида}} / V_{\text{металла}} > 1$

3. Биохимическая коррозия

- Усиление коррозии металлов (сталь, бронза) под действием продуктов жизнедеятельности птиц. Эти продукты имеют кислый характер, $\text{pH} < 7$;
- коррозия под действием плесневых грибов (грибная коррозия, пенициллы, аспергиллы, триходермы);
- обрастание подводной части корпуса судна. Защита – обстукивание, краски противообрастающие с биоцидами (Cu_2O), электролизное хлорирование).

Плесневые грибы

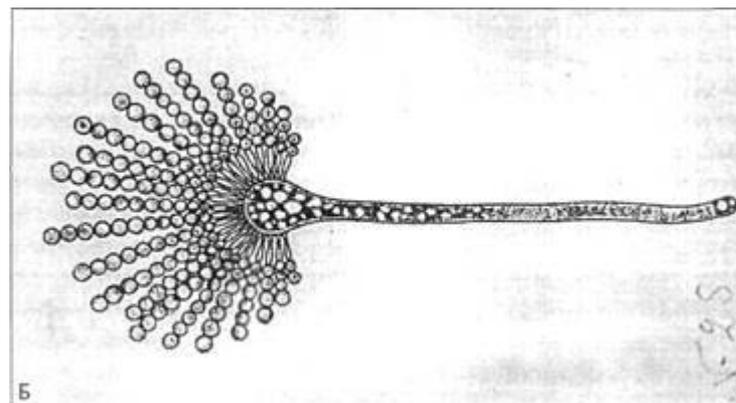
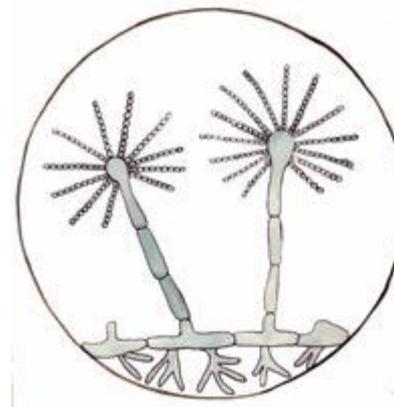
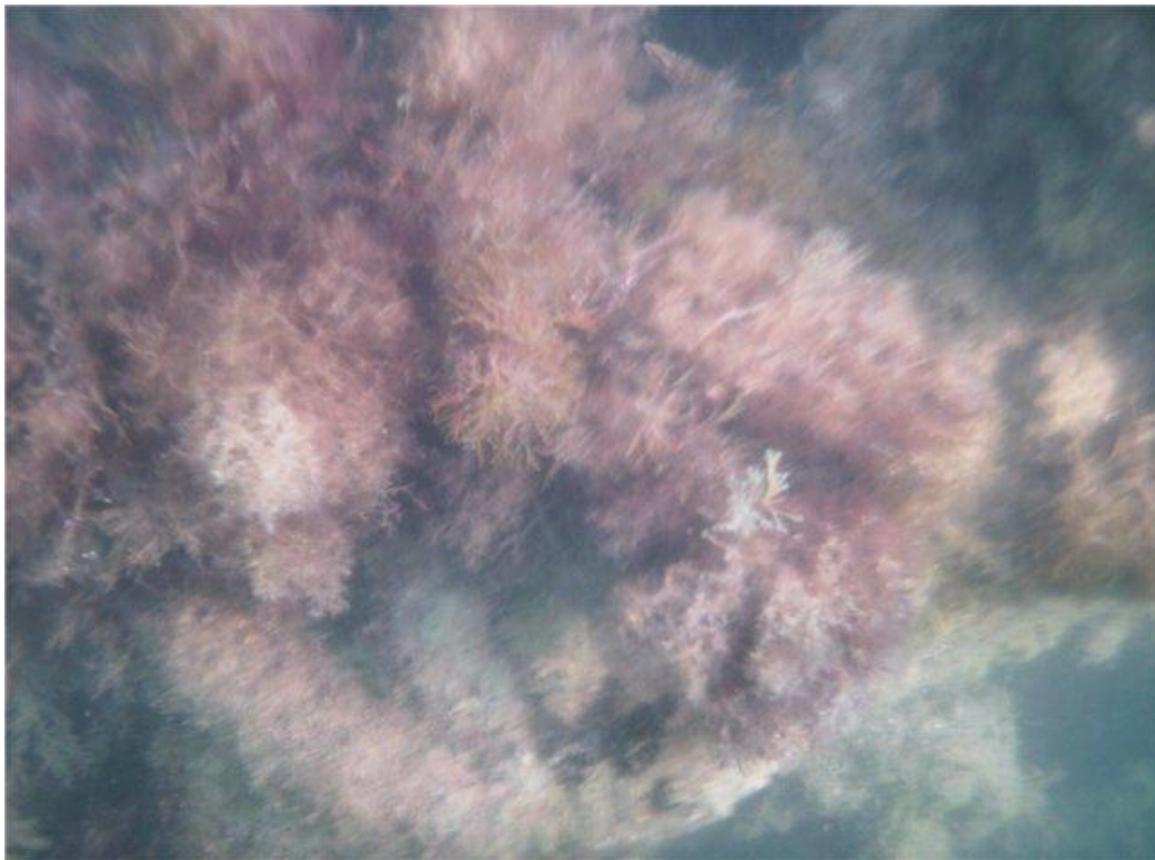


Таблица 58. Колонии пенциллов и аспергиллов:
1 — аспергилл черный (*Aspergillus niger*); 2 — аспергилл желтый (*A. flavus*); 3 — пенцилл распростертый (*Penicillium expansum*); 4 — пенцилл циклопический (*P. cycloporum*).

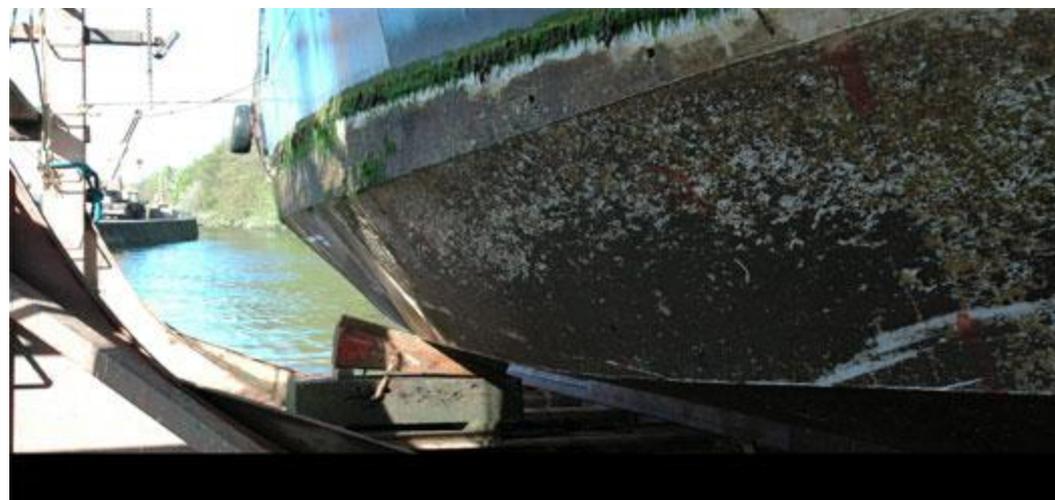
Обрастание корпусов судов



Обрастание



Обрастание



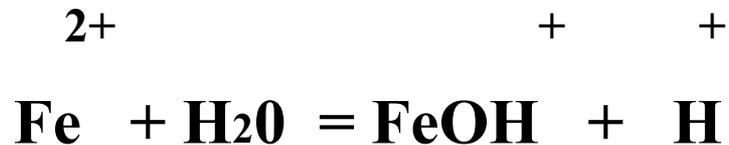
Классификация по особенностям протекания

- **газовая;**
- **атмосферная коррозия.** Это основной вид коррозии. Механизм протекания во всех случаях электрохимический;
- **коррозия при полном погружении;**
- **коррозия при неполном погружении;**
- **подземная коррозия;**
- **структурная коррозия;**
- **биокоррозия;**
- **контактная коррозия;**

Классификация по особенностям протекания

- **щелевая коррозия;** Коррозия в щелях, зазорах, неплотностях соединений, застойных зонах. Гальваническая пара неравномерной аэрации. Плотность анодного тока (A/cm^2) в щели достаточно велика и коррозия развивается с громадной скоростью. В месте неплотности образуется полость, каверна, сквозной свищ.

Снижение pH до **1-3 (!!!)**:



Щелевая коррозия



Щелевая коррозия



Электрокоррозия

КОРРОЗИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

СХЕМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ
ОТ РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ ЭЛЕКТРОФИЦИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА

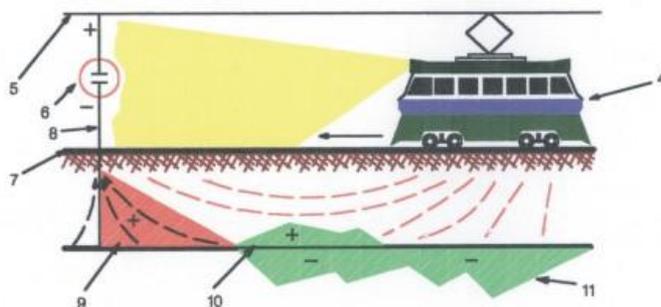
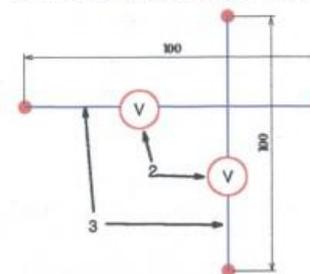
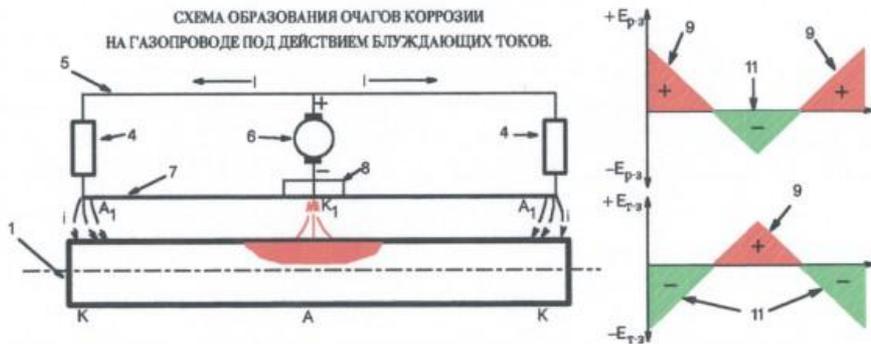


СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ В ЗЕМЛЕ



Наличие блуждающих токов - наибольший размах колебаний разности потенциалов превышает 0,50 В.

СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ ОЧАГОВ КОРРОЗИИ
НА ГАЗОПРОВОДЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ.



- 1 - ТРУБОПРОВОД
- 2 - ВОЛЬТМЕТР
- 3 - ПРОВОДА СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ, ГИБКИЕ
- 4 - ЭЛЕКТРОПОЕЗД
- 5 - КОНТАКТНАЯ СЕТЬ
- 6 - ТЯГОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ (ТП)
- 7 - РЕЛЬС ЭЛЕКТРОФИЦИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА
- 8 - ОТСАСЫВАЮЩАЯ ЛИНИЯ ТП
- 9 - АНОДНАЯ ЗОНА
- 10 - ЗНАКОПЕРЕМЕННАЯ ЗОНА
- 11 - КАТОДНАЯ ЗОНА
- А, К - АНОДНЫЕ И КАТОДНЫЕ УЧАСТКИ НА ГАЗОПРОВОДЕ
- A_p, K_p - АНОДНЫЕ И КАТОДНЫЕ УЧАСТКИ НА РЕЛЬСАХ

Классификация по особенностям протекания

- **коррозия под механическим напряжением;**
- **кавитация;**
- **коррозия при трении;**
- **фреттинг-коррозия.**

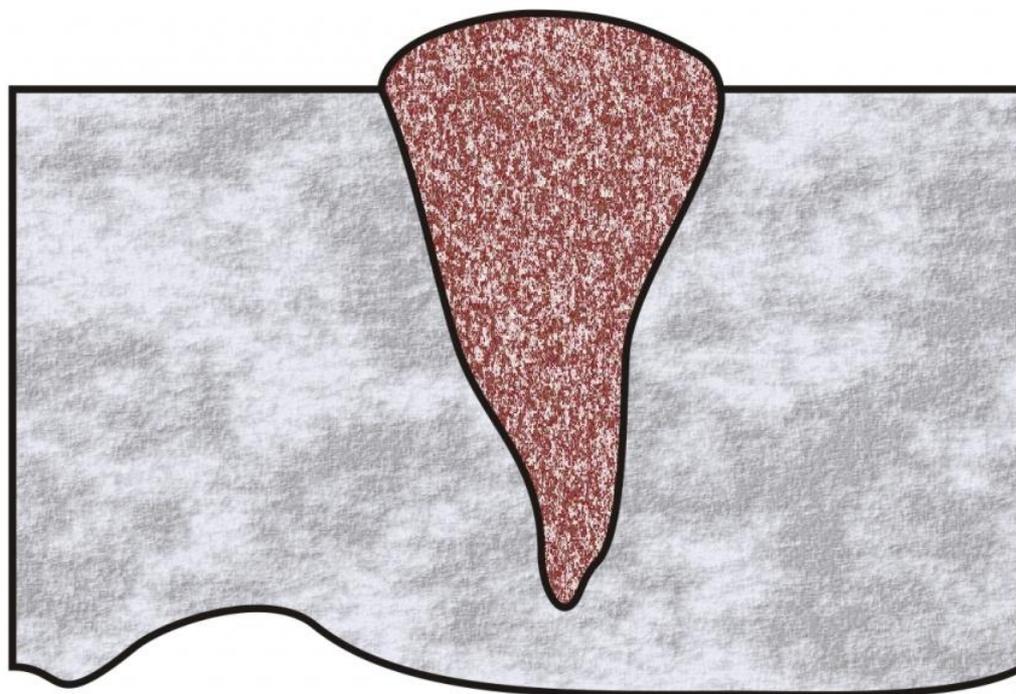
Классификация по характеру разрушений

- **равномерный коррозионный износ;**
(г/см²•час или кг/м²•год)
- **пятнами, питтинг-коррозия, язвенная коррозия (мм/год);**
- **растрескивание (ножевая коррозия);**
- **сплошная коррозия**

Язвенная коррозия



Язвенная коррозия



Язвенная коррозия

Влияние катионов электролита на скорость коррозии

1. Катионы металлов типа Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} не оказывают специфического влияния. Чем их больше, тем выше электропроводность среды и скорость коррозии.
2. Катионы металлов конца ряда напряжений (Cu^{2+} , Ag^+) усиливают коррозию.



**Эти катионы – стимуляторы
коррозии.**

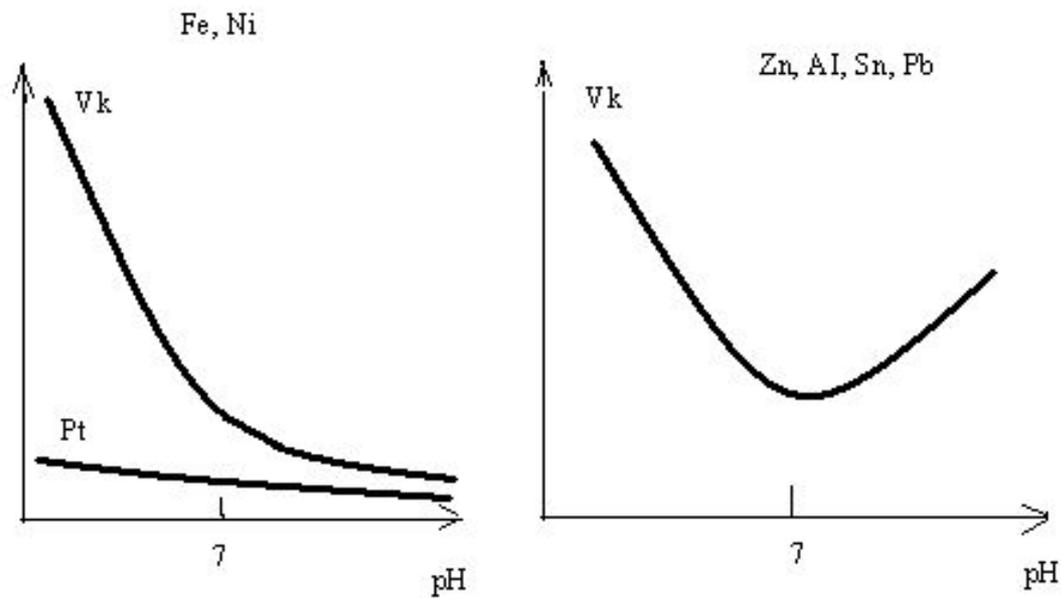
Влияние анионов электролита на скорость коррозии

1. Анионы типа SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} не оказывают специфического влияния.
2. Анионы галогенов (ион хлора) – активаторы коррозии. Они разрушают защитный оксидный слой:



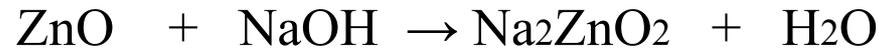
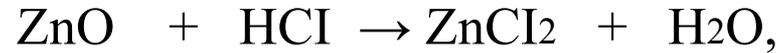
3. Гидроксидный, фосфатный, нитритный, хроматный анионы (OH^- , PO_4^{3-} , NO_2^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ – пассиваторы коррозии (ингибиторы).

Влияние рН электролита на скорость коррозии

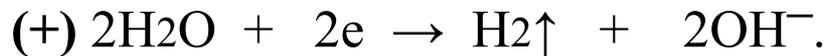
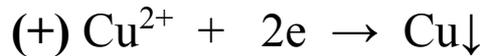
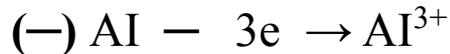


Влияние pH

Оксиды амфотерных металлов неустойчивы в кислой и щелочной средах:



Алюминий в растворе CuCl_2

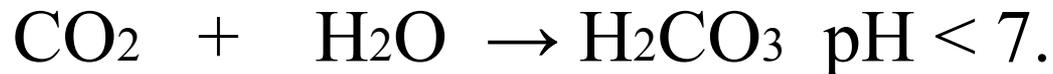


Атмосферная коррозия

Климат	Коррозия, г/м ² •год
Заполярный (Швеция)	15
Тропический сухой:	
Судан	3
Ирак	50
Тропический морской:	
Сингапур	90
Сельский, Бразилия	180
Промышленный, Англия	400
Сильно промышленный, морской, Англия (Шеффилд)	840

Факторы, оказывающие влияние на скорость атмосферной коррозии $V_k = 0,02 - 2,0$ мм/год

- *Относительная влажность воздуха.* При влажности менее 50% коррозия отсутствует $V_k = 0$. Более 50% - «влажная» коррозия. 100% - «мокрая» коррозия. Слой адсорбированной влаги более 1мм (!).
- *Суточные перепады температуры.*
- *Характер загрязнений атмосферы.*



Классификация окружающей среды (ISO 12944)

Категория коррозии	Потеря массы на единицу поверхности/потеря толщины (первый год эксплуатации)				Примеры типичных окружающих условий в умеренном климате	
	Низкоуглеродистая сталь		Цинк		Открытые площадки	Внутри помещений
	Потеря массы, г/м ²	Потеря толщины, мкм	Потеря массы, г/м ²	Потеря толщины, мкм		
С 1 Очень низкая	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1		Внутри отапливаемых помещений с чистой атмосферой (офисы, магазины)
С 2 Низкая	10-200	1,3-25	0,7-5	0,1-0,7	Атмосфера с низким уровнем загрязнения и сухим климатом. Сельская местность.	Неотапливаемые здания, где может быть конденсация влаги
С 3 Низкая	200-400	25-50	5-15	0,7-2,1	Городская и промышленная атмосфера, умеренно загрязненная окислом серы. Прибрежные районы с низкой соленостью	Производства с высокой влажностью и небольшой загрязненностью воздуха. (пищевые заводы, прачечные)