

Корозія металів

Волобуєв Максим Миколайович
vmn2007@ukr.net

Кафедра загальної та неорганічної хімії,
НТУ «ХПІ»

Харків 2016



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{МГ}}{\text{см}^2 \cdot \text{доб}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{МГ}}{\text{см}^2 \cdot \text{доб}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{МГ}}{\text{см}^2 \cdot \text{доб}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{доб}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{дів}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування метала внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{дів}}$
 - зменшення товщини шару метала в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{дів}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{дів}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{дів}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



Корозія: основні визначення

- Корозія – довільний процес руйнування металу внаслідок його фізико-хімічної взаємодії з навколишнім середовищем
- Характер руйнування:
 - місцева корозія
 - загальна (рівномірна) корозія
- Швидкість корозії – найважливіший технологічний показник
 - втрата маси за одиницю часу на одиниці поверхні $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{дів}}$
 - зменшення товщини шару металу в одиницю часу (мм/рік)
- За механізмом перебігу корозія буває
 - хімічною (непровідне середовище)
 - електрохімічною (провідне середовище)



- Місце перебігу: контакт металу з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту

Приклади:

газова корозія;

розчини неелектролітів
(нафтопродукти)

- Оцінка можливості перебігу: ΔG , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014 \text{ кДж}$
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії



- Місце перебігу: контакт металу з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту

Приклади:

- газова корозія;
розчини неелектролітів
(нафтопродукти)
- Оцінка можливості перебігу: ΔG , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014 \text{ кДж}$
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії



- Місце перебігу: контакт метала з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту

Приклади:

газова корозія;

розчини неелектролітів
(нафтопродукти)

- Оцінка можливості перебігу: ΔG , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014$ кДж
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії



- Місце перебігу: контакт метала з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту



Приклади:
газова корозія;
розчини неелектролітів
(нафтопродукти)

- Оцінка можливості перебігу: ΔG , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014 \text{ кДж}$
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії

- Місце перебігу: контакт метала з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту



Приклади:
газова корозія;
розчини неелектролітів
(нафтопродукти)

- **Оцінка можливості перебігу: ΔG** , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014$ кДж
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії

Хімічна корозія

- Місце перебігу: контакт метала з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту



Приклади:
газова корозія;
розчини неелектролітів
(нафтопродукти)

- **Оцінка можливості перебігу: ΔG** , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014$ кДж
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії



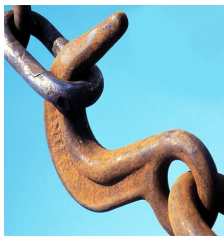
- Місце перебігу: контакт металу з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту



Приклади:
газова корозія;
розчини неелектролітів
(нафтопродукти)

- **Оцінка можливості перебігу: ΔG** , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014$ кДж
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії

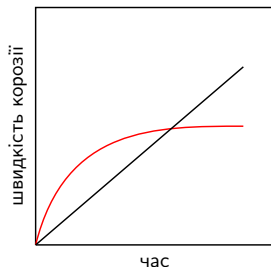
- Місце перебігу: контакт метала з окисником
 - немає електричного струму
 - продукти корозії утворюються в місці контакту



Приклади:
газова корозія;
розчини неелектролітів
(нафтопродукти)

- **Оцінка можливості перебігу: ΔG** , наприклад
 $3\text{Fe}_{(к)} + 2\text{O}_{2(г)} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(к)}$, $\Delta G = -1014$ кДж
 - реакції з $\Delta G < 0$ не завжди відбуваються!
 - продукти корозії можуть ізолювати метал
 - оцінка не дозволяє визначити швидкість корозії

Швидкість хімічної корозії



Швидкість корозії визначається характером плівки

рихла плівка:

$$v_{\text{кор}} = kt \quad (\text{Fe(OH)}_3, \text{Na}_2\text{O})$$

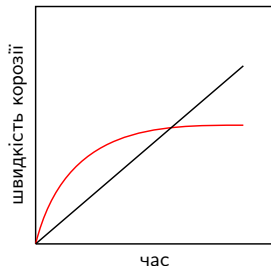
суцільна плівка:

$$v_{\text{кор}} = k \ln t \quad (\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3)$$

- Товщина плівки: тонка (до 40 нм), середня (40-60 нм), товста (більше 60 нм)
 - Кращий захист: суцільна плівка середньої товщини
 - Підвищення T :
 - швидкість корозії зростає за параболою
 - зміна механізму корозії (крижість Cu)
- $$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \xrightarrow{T > 700 \text{ K}} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$$



Швидкість хімічної корозії



Швидкість корозії визначається характером плівки

рихла плівка:

$$v_{\text{кор}} = kt \quad (\text{Fe(OH)}_3, \text{Na}_2\text{O})$$

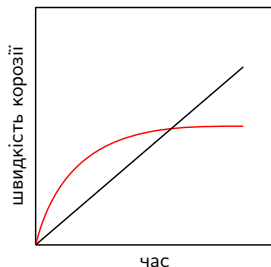
суцільна плівка:

$$v_{\text{кор}} = k \ln t \quad (\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3)$$

- Товщина плівки: тонка (до 40 нм), середня (40-60 нм), товста (більше 60 нм)
 - Кращий захист: суцільна плівка середньої товщини
 - Підвищення T :
 - швидкість корозії зростає за параболою
 - зміна механізму корозії (крихкість Cu)
- $$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \xrightarrow{T > 700 \text{ K}} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$$



Швидкість хімічної корозії



Швидкість корозії визначається характером плівки

рихла плівка:

$$v_{\text{кор}} = kt \quad (\text{Fe(OH)}_3, \text{Na}_2\text{O})$$

суцільна плівка:

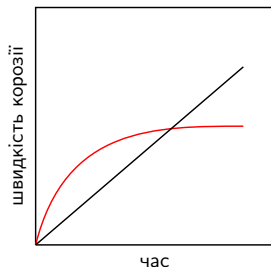
$$v_{\text{кор}} = k \ln t \quad (\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3)$$

- Товщина плівки: тонка (до 40 нм), середня (40-60 нм), товста (більше 60 нм)
- Кращий захист: суцільна плівка середньої товщини
- Підвищення T :

- швидкість корозії зростає за параболою
- зміна механізму корозії (крихкість Cu)



Швидкість хімічної корозії



Швидкість корозії визначається характером плівки

рихла плівка:

$$v_{\text{кор}} = kt \quad (\text{Fe(OH)}_3, \text{Na}_2\text{O})$$

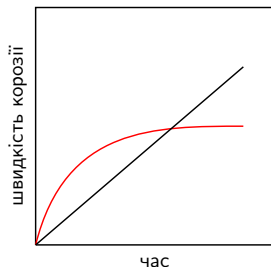
суцільна плівка:

$$v_{\text{кор}} = k \ln t \quad (\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3)$$

- Товщина плівки: тонка (до 40 нм), середня (40-60 нм), товста (більше 60 нм)
 - Кращий захист: суцільна плівка середньої товщини
 - Підвищення T :
 - швидкість корозії зростає за параболою
 - зміна механізму корозії (крихкість Cu)
- $$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \xrightarrow{T > 700 \text{ K}} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$$



Швидкість хімічної корозії



Швидкість корозії визначається характером плівки

рихла плівка:

$$v_{\text{кор}} = kt \quad (\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Na}_2\text{O})$$

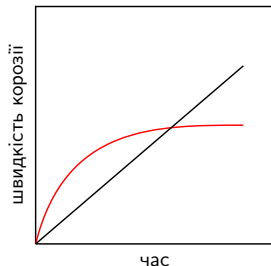
суцільна плівка:

$$v_{\text{кор}} = k \ln t \quad (\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3)$$

- Товщина плівки: тонка (до 40 нм), середня (40-60 нм), товста (більше 60 нм)
 - Кращий захист: суцільна плівка середньої товщини
 - Підвищення T :
 - швидкість корозії зростає за параболою
 - зміна механізму корозії (крихкість Cu)
- $$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \xrightarrow{T > 700 \text{ K}} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$$



Швидкість хімічної корозії



Швидкість корозії визначається характером плівки

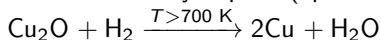
рихла плівка:

$$v_{\text{кор}} = kt \quad (\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Na}_2\text{O})$$

суцільна плівка:

$$v_{\text{кор}} = k \ln t \quad (\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3)$$

- Товщина плівки: тонка (до 40 нм), середня (40-60 нм), товста (більше 60 нм)
- Кращий захист: суцільна плівка середньої товщини
- Підвищення T :
 - швидкість корозії зростає за параболою
 - зміна механізму корозії (крихкість Cu)



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- Корозійний гальванічний елемент (КЕ)
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2 , H^+ , Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{\text{окисника}} - E_{\text{метала}}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- Корозійний гальванічний елемент (КЕ)
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2 , H^+ , Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{\text{окисника}} - E_{\text{метала}}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- Корозійний гальванічний елемент (КЕ)
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2 , H^+ , Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{окисника} - E_{метала}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- **Корозійний гальванічний елемент (КЕ)**
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2, H^+, Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{окисника} - E_{метала}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- **Корозійний гальванічний елемент (КЕ)**
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2, H^+, Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{\text{окисника}} - E_{\text{метала}}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- **Корозійний гальванічний елемент (КЕ)**
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2, H^+, Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{окисника} - E_{метала}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- **Корозійний гальванічний елемент (КЕ)**
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2, H^+, Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{\text{окисника}} - E_{\text{метала}}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- **Корозійний гальванічний елемент (КЕ)**
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2 , H^+ , Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{окисника} - E_{метала}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Електрохімічна корозія: загальний опис

- Відбувається у провідних середовищах (ґрунт, розчини)
 - окисник і відновник рознесені
 - аналогія з гальванічним елементом
- **Корозійний гальванічний елемент (КЕ)**
 - анод – метал (окиснення)
 - катод – окисник (O_2, H^+, Cl_2 и т.д.)
 - $\epsilon_{KE} = E_{\text{окисника}} - E_{\text{метала}}$
 - особливість КЕ: немає зовнішнього ланцюга
- Оцінка можливості перебігу корозії:

якщо $\epsilon_{KE} > 0$ корозія може відбуватись



Металічні корозійні елементи

- Металічні КЕ: катод і анод – метали
 - 1 два контактуючих метали у різних розчинах
($Zn|Zn^{2+}||Cu^{2+}|Cu$)
 - 2 один метал в розчинах різних електролітів або одного електроліту з різною концентрацією
($Cu|Cu^{2+}, c_1 || Cu^{2+}, c_2|Cu, c_1 < c_2$)
 - 3 два метали занурені в один розчин електроліту
($Fe|NaCl|Ni$)
- Приклади таких КЕ:
 - елемент типу 2: розчини з різними температурами
($\Delta T = 10\text{ K}, \epsilon_{KE} = 10^{-3}\text{ В}$)
 - елемент типу 3: один метал з різним станом поверхні
(зварювання, ковка і т.п.)



Металічні корозійні елементи

- Металічні КЕ: катод і анод – метали
 - 1 два контактуючих метали у різних розчинах
($\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$)
 - 2 один метал в розчинах різних електролітів або одного електроліту з різною концентрацією
($\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}, c_1 || \text{Cu}^{2+}, c_2|\text{Cu}, c_1 < c_2$)
 - 3 два метали занурені в один розчин електроліту
($\text{Fe}|\text{NaCl}|\text{Ni}$)
- Приклади таких КЕ:
 - елемент типу 2: розчини з різними температурами
($\Delta T = 10 \text{ K}, \epsilon_{\text{КЕ}} = 10^{-3} \text{ В}$)
 - елемент типу 3: один метал з різним станом поверхні
(зварювання, ковка і т.п.)



Металічні корозійні елементи

- Металічні КЕ: катод і анод – метали
 - 1 два контактуючих метали у різних розчинах
($\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$)
 - 2 один метал в розчинах різних електролітів або одного електроліту з різною концентрацією
($\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}, c_1 || \text{Cu}^{2+}, c_2|\text{Cu}, c_1 < c_2$)
 - 3 два метали занурені в один розчин електроліту
($\text{Fe}|\text{NaCl}|\text{Ni}$)
- Приклади таких КЕ:
 - елемент типу 2: розчини з різними температурами
($\Delta T = 10 \text{ K}, \epsilon_{\text{КЕ}} = 10^{-3} \text{ В}$)
 - елемент типу 3: один метал з різним станом поверхні
(зварювання, ковка і т.п.)



Металічні корозійні елементи

- Металічні КЕ: катод і анод – метали
 - 1 два контактуючих метали у різних розчинах
($\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$)
 - 2 один метал в розчинах різних електролітів або одного електроліту з різною концентрацією
($\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}, c_1 || \text{Cu}^{2+}, c_2|\text{Cu}, c_1 < c_2$)
 - 3 два метали занурені в один розчин електроліту
($\text{Fe}|\text{NaCl}|\text{Ni}$)
- Приклади таких КЕ:
 - елемент типу 2: розчини з різними температурами
($\Delta T = 10 \text{ K}, \epsilon_{\text{КЕ}} = 10^{-3} \text{ В}$)
 - елемент типу 3: один метал з різним станом поверхні
(зварювання, ковка і т.п.)



Металічні корозійні елементи

- Металічні КЕ: катод і анод – метали
 - 1 два контактуючих метали у різних розчинах
($\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$)
 - 2 один метал в розчинах різних електролітів або одного електроліту з різною концентрацією
($\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}, c_1 || \text{Cu}^{2+}, c_2|\text{Cu}, c_1 < c_2$)
 - 3 два метали занурені в один розчин електроліту
($\text{Fe}|\text{NaCl}|\text{Ni}$)
- Приклади таких КЕ:
 - елемент типу 2: розчини з різними температурами
($\Delta T = 10 \text{ K}, \varepsilon_{\text{КЕ}} = 10^{-3} \text{ В}$)
 - елемент типу 3: один метал з різним станом поверхні
(зварювання, ковка і т.п.)



Металічні корозійні елементи

- Металічні КЕ: катод і анод – метали
 - 1 два контактуючих метали у різних розчинах
($Zn|Zn^{2+}||Cu^{2+}|Cu$)
 - 2 один метал в розчинах різних електролітів або одного електроліту з різною концентрацією
($Cu|Cu^{2+}, c_1 || Cu^{2+}, c_2|Cu, c_1 < c_2$)
 - 3 два метали занурені в один розчин електроліту
($Fe|NaCl|Ni$)
- Приклади таких КЕ:
 - елемент типу 2: розчини з різними температурами
($\Delta T = 10 \text{ K}, \varepsilon_{KE} = 10^{-3} \text{ В}$)
 - елемент типу 3: один метал з різним станом поверхні
(зварювання, ковка і т.п.)



Металічні корозійні елементи

- Металічні КЕ: катод і анод – метали
 - 1 два контактуючих метали у різних розчинах
($Zn|Zn^{2+}||Cu^{2+}|Cu$)
 - 2 один метал в розчинах різних електролітів або одного електроліту з різною концентрацією
($Cu|Cu^{2+}, c_1 || Cu^{2+}, c_2|Cu, c_1 < c_2$)
 - 3 два метали занурені в один розчин електроліту
($Fe|NaCl|Ni$)
- Приклади таких КЕ:
 - елемент типу 2: розчини з різними температурами
($\Delta T = 10 \text{ K}, \varepsilon_{KE} = 10^{-3} \text{ В}$)
 - елемент типу 3: один метал з різним станом поверхні
(зварювання, ковка і т.п.)



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
 - $2H^+ + 2e = H_2$ ($pH < 7$)
 - $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$ ($pH \geq 7$)
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
 - $O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$ ($pH < 7$)
 - $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$ ($pH \geq 7$)
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
 - $2H^+ + 2e = H_2$ ($pH < 7$)
 - $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$ ($pH \geq 7$)
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
 - $O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$ ($pH < 7$)
 - $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$ ($pH \geq 7$)
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення метала $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
 - $2H^+ + 2e = H_2$ ($pH < 7$)
 - $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$ ($pH \geq 7$)
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
 - $O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O$ ($pH < 7$)
 - $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$ ($pH \geq 7$)
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\varepsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (pH < 7)$$
$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \quad (pH \geq 7)$$
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
$$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O \quad (pH < 7)$$
$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^- \quad (pH \geq 7)$$
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення метала $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (pH < 7)$$
$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \quad (pH \geq 7)$$
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
$$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O \quad (pH < 7)$$
$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^- \quad (pH \geq 7)$$
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (pH < 7)$$
$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \quad (pH \geq 7)$$
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
$$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O \quad (pH < 7)$$
$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^- \quad (pH \geq 7)$$
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (pH < 7)$$
$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \quad (pH \geq 7)$$
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
$$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O \quad (pH < 7)$$
$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^- \quad (pH \geq 7)$$
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (pH < 7)$$
$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \quad (pH \geq 7)$$
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
$$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O \quad (pH < 7)$$
$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^- \quad (pH \geq 7)$$
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (pH < 7)$$
$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \quad (pH \geq 7)$$
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
$$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O \quad (pH < 7)$$
$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^- \quad (pH \geq 7)$$
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\epsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Процеси на електродах КЕ

- Анод КЕ: окиснення металу $M - ne = M^{n+}$
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M)$ (концентрація невідома)
 - $E_{\text{анода}} = E^\circ(M^{n+}/M) - \frac{0,06}{n} \lg c(M^{n+})$
- Катод КЕ: відновлення окисника
 - відновлення H^+ – воднева деполяризація
$$2H^+ + 2e = H_2 \quad (pH < 7)$$
$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^- \quad (pH \geq 7)$$
 - відновлення O_2 – киснева деполяризація
$$O_2 + 4H^+ + 4e = 2H_2O \quad (pH < 7)$$
$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^- \quad (pH \geq 7)$$
- Електродні потенціали ($E_{\text{катода}}$)
 - $E(2H^+/H_2) = -0,059pH$
 - $E(O_2/H_2O) = 1,23 - 0,059pH$
- Нагадування: $\varepsilon_{KE} = E_{\text{катода}} - E_{\text{анода}}$



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Вторинні процеси на електродах

- Корозія металів при $\text{pH} \geq 7$ може супроводжуватися утворенням нерозчинного гідроксиду
- Корозія цинку в кислому середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- Корозія цинку в нейтральному середовищі без кисню
 - К: $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - А: $\text{Zn} - 2e = \text{Zn}^{2+}$
 - Сумарно: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2$
- Висновок: корозія у нейтральному середовищі відбувається повільніше через нерозчинність продуктів корозії



Корозійна поведінка контакту металів

- Основні правила для випадку корозії метала, що знаходиться у контакті з іншими металами
 - метал з меншим потенціалом (анод) руйнується
 - другий метал залишається незмінним і виконує роль катода, на якому відновлюється окисник (H^+ або O_2)
 - корозія відбувається тим інтенсивніше, чим більша різниця у потенціалах контактуючих металів
- Корозія пар $Fe \overset{-0,44}{|} Zn \overset{-0,76}{|} i \overset{-0,44}{|} Fe \overset{-0,14}{|} Sn$



Корозійна поведінка контакту металів

- Основні правила для випадку корозії метала, що знаходиться у контакті з іншими металами
 - метал з меншим потенціалом (анод) руйнується
 - другий метал залишається незмінним і виконує роль катода, на якому відновлюється окисник (H^+ або O_2)
 - корозія відбувається тим інтенсивніше, чим більша різниця у потенціалах контактуючих металів
- Корозія пар $Fe \overset{-0,44}{|} \overset{-0,76}{Zn} \text{ і } Fe \overset{-0,44}{|} \overset{-0,14}{Sn}$



Корозійна поведінка контакту металів

- Основні правила для випадку корозії метала, що знаходиться у контакті з іншими металами
 - метал з меншим потенціалом (анод) руйнується
 - другий метал залишається незмінним і виконує роль катода, на якому відновлюється окисник (H^+ або O_2)
 - корозія відбувається тим інтенсивніше, чим більша різниця у потенціалах контактуючих металів
- Корозія пар $Fe \overset{-0,44}{|} Zn \overset{-0,76}{i} Fe \overset{-0,44}{|} Sn \overset{-0,14}$



Корозійна поведінка контакту металів

- Основні правила для випадку корозії метала, що знаходиться у контакті з іншими металами
 - метал з меншим потенціалом (анод) руйнується
 - другий метал залишається незмінним і виконує роль катода, на якому відновлюється окисник (H^+ або O_2)
 - корозія відбувається тим інтенсивніше, чим більша різниця у потенціалах контактуючих металів

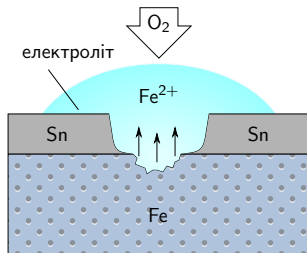
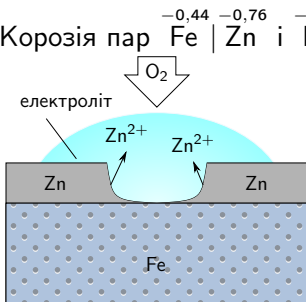
- Корозія пар $Fe \overset{-0,44}{|} Zn \overset{-0,76}{|} Fe \overset{-0,44}{|} Sn \overset{-0,14}{|}$



Корозійна поведінка контакту металів

- Основні правила для випадку корозії метала, що знаходиться у контакті з іншими металами
 - метал з меншим потенціалом (анод) руйнується
 - другий метал залишається незмінним і виконує роль катода, на якому відновлюється окисник (H^+ або O_2)
 - корозія відбувається тим інтенсивніше, чим більша різниця у потенціалах контактуючих металів

- Корозія пар $Fe \overset{-0,44}{|} \overset{-0,76}{Zn}$ і $Fe \overset{-0,44}{|} \overset{-0,14}{Sn}$

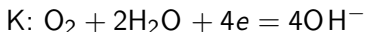
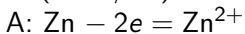


Корозія контактуючих металів

- Корозія пари Fe|Zn (анодне покриття)

$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$

$$E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$$



- Анодне покриття захищає метал навіть при пошкодженні
- Корозія пари Fe|Sn (катодне покриття)

$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$

$$E^{\circ}(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ В}$$

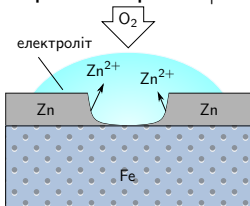


- Це покриття захищає метал від руйнування

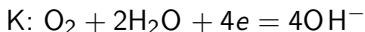
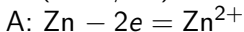


Корозія контактуючих металів

- Корозія пари Fe|Zn (анодне покриття)



$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$
$$E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$$



- Анодне покриття захищає метал навіть при пошкодженні
- Корозія пари Fe|Sn (катодне покриття)

$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$
$$E^{\circ}(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ В}$$

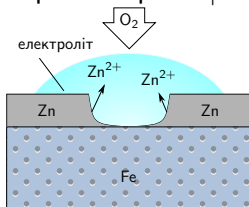


- Це покриття захищає метал від руйнування

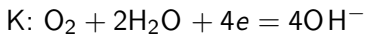
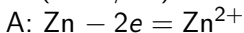


Корозія контактуючих металів

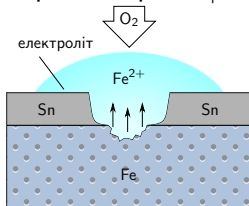
- Корозія пари Fe|Zn (анодне покриття)



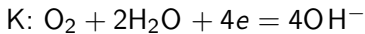
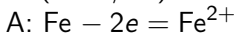
$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$
$$E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$$



- Анодне покриття захищає метал навіть при пошкодженні
- Корозія пари Fe|Sn (катодне покриття)



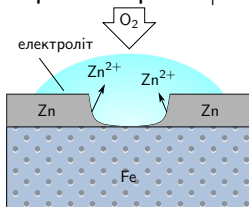
$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$
$$E^{\circ}(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ В}$$



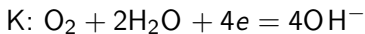
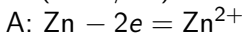
- Це покриття захищає метал від руйнування

Корозія контактуючих металів

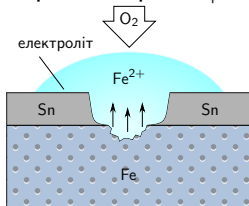
- Корозія пари Fe|Zn (анодне покриття)



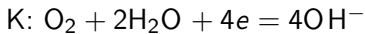
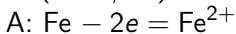
$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$
$$E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В}$$



- Анодне покриття захищає метал навіть при пошкодженні
- Корозія пари Fe|Sn (катодне покриття)



$$E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ В},$$
$$E^{\circ}(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ В}$$



- Це покриття захищає метал від руйнування

Пасивність метала

- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється депасиваторами, якими виступають аніони:



- Приклад



- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



Пасивність метала

- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**

- Приклад: $2\text{Al} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{AlPO}_4\downarrow + 3\text{H}_2$

- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється депасиваторами, якими виступають аніони:



- Приклад

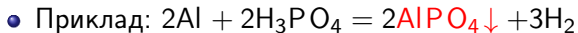


- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



Пасивність метала

- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється депасиваторами, якими виступають аніони:



- Приклад

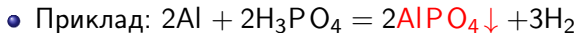


- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)

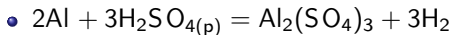


Пасивність метала

- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється депасиваторами, якими виступають аніони:



- Приклад

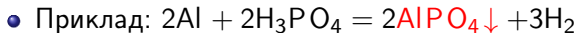


- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)

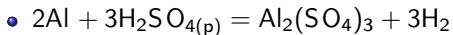


Пасивність метала

- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється депасиваторами, якими виступають аніони:



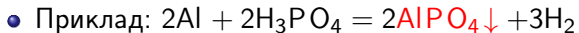
- Приклад



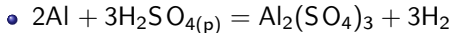
- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



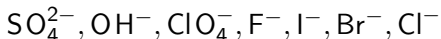
- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється **депасиваторами**, якими виступають аніони:



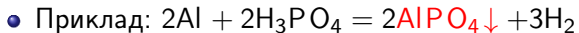
- Приклад



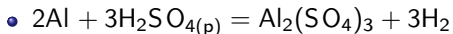
- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



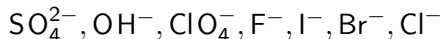
- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється **депасиваторами**, якими виступають аніони:



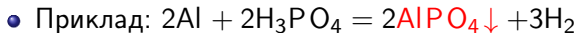
- Приклад



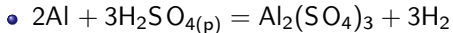
- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



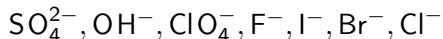
- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється **депасиваторами**, якими виступають аніони:



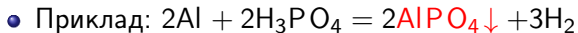
- Приклад



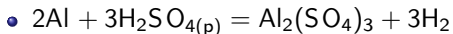
- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



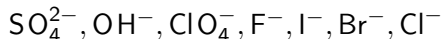
- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



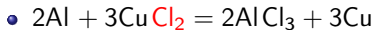
- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється **депасиваторами**, якими виступають аніони:



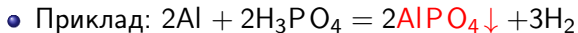
- Приклад



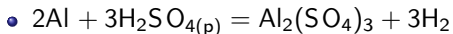
- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



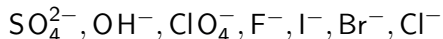
- **Пасивність: поява на поверхні метала захисної плівки**



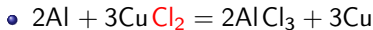
- Частіше за все плівка утворена оксидом



- Депасивація – зворотній процес. Стимулюється **депасиваторами**, якими виступають аніони:



- Приклад



- Аніони-окисники (MnO_4^- , CrO_4^{2-}) можуть як прискорювати корозію (з відновленням на катоді), так і сповільнювати її (пасивація метала)



Вплив рН на швидкість корозії

- Загальне правило: **чим менше рН**, тим більше потенціал катоду, **тим вища швидкість корозії**
- Метали поділяють на 5 груп
 - з повною корозійною стійкістю (Pt, Ag, Ti)
 - стійкі у лужних розчинах, але нестійкі у кислих (Cd)
 - стійкі у кислих розчинах, але нестійкі у лужних (Ta, Mo, W)
 - стійкі лише у нейтральному середовищі (Zn, Al, Sn)
 - малостійкі у кислому середовищі, помірно стійкі у нейтральному і пасивні у лужному середовищі (Mg, Mn, Fe)



Вплив рН на швидкість корозії

- Загальне правило: **чим менше рН**, тим більше потенціал катоду, **тим вища швидкість корозії**
- Метали поділяють на 5 груп
 - з повною корозійною стійкістю (Pt, Ag, Ti)
 - стійкі у лужних розчинах, але нестійкі у кислих (Cd)
 - стійкі у кислих розчинах, але нестійкі у лужних (Ta, Mo, W)
 - стійкі лише у нейтральному середовищі (Zn, Al, Sn)
 - малостійкі у кислому середовищі, помірно стійкі у нейтральному і пасивні у лужному середовищі (Mg, Mn, Fe)



Вплив рН на швидкість корозії

- Загальне правило: **чим менше рН**, тим більше потенціал катоду, **тим вища швидкість корозії**
- Метали поділяють на 5 груп
 - з повною корозійною стійкістю (Pt, Ag, Ti)
 - стійкі у лужних розчинах, але нестійкі у кислих (Cd)
 - стійкі у кислих розчинах, але нестійкі у лужних (Ta, Mo, W)
 - стійкі лише у нейтральному середовищі (Zn, Al, Sn)
 - малостійкі у кислому середовищі, помірно стійкі у нейтральному і пасивні у лужному середовищі (Mg, Mn, Fe)



Вплив рН на швидкість корозії

- Загальне правило: **чим менше рН**, тим більше потенціал катоду, **тим вища швидкість корозії**
- Метали поділяють на 5 груп
 - з повною корозійною стійкістю (Pt, Ag, Ti)
 - стійкі у лужних розчинах, але нестійкі у кислих (Cd)
 - стійкі у кислих розчинах, але нестійкі у лужних (Ta, Mo, W)
 - стійкі лише у нейтральному середовищі (Zn, Al, Sn)
 - малостійкі у кислому середовищі, помірно стійкі у нейтральному і пасивні у лужному середовищі (Mg, Mn, Fe)



Вплив рН на швидкість корозії

- Загальне правило: **чим менше рН**, тим більше потенціал катоду, **тим вища швидкість корозії**
- Метали поділяють на 5 груп
 - з повною корозійною стійкістю (Pt, Ag, Ti)
 - стійкі у лужних розчинах, але нестійкі у кислих (Cd)
 - стійкі у кислих розчинах, але нестійкі у лужних (Ta, Mo, W)
 - стійкі лише у нейтральному середовищі (Zn, Al, Sn)
 - малостійкі у кислому середовищі, помірно стійкі у нейтральному і пасивні у лужному середовищі (Mg, Mn, Fe)



Вплив рН на швидкість корозії

- Загальне правило: **чим менше рН**, тим більше потенціал катоду, **тим вища швидкість корозії**
- Метали поділяють на 5 груп
 - з повною корозійною стійкістю (Pt, Ag, Ti)
 - стійкі у лужних розчинах, але нестійкі у кислих (Cd)
 - стійкі у кислих розчинах, але нестійкі у лужних (Ta, Mo, W)
 - стійкі лише у нейтральному середовищі (Zn, Al, Sn)
 - малостійкі у кислому середовищі, помірно стійкі у нейтральному і пасивні у лужному середовищі (Mg, Mn, Fe)



Вплив рН на швидкість корозії

- Загальне правило: **чим менше рН**, тим більше потенціал катоду, **тим вища швидкість корозії**
- Metalli поділяють на 5 груп
 - з повною корозійною стійкістю (Pt, Ag, Ti)
 - стійкі у лужних розчинах, але нестійкі у кислих (Cd)
 - стійкі у кислих розчинах, але нестійкі у лужних (Ta, Mo, W)
 - стійкі лише у нейтральному середовищі (Zn, Al, Sn)
 - малостійкі у кислому середовищі, помірно стійкі у нейтральному і пасивні у лужному середовищі (Mg, Mn, Fe)



Вплив інших факторів

- На швидкість корозії впливають іони які
 - утворюють нерозчинні сполуки на поверхні метала (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} на Fe)
 - є депасиваторами і збільшують швидкість корозії
 - гідролізуються і впливають на pH середовища
- Підвищення температури пришвидшує корозію. Виняток: зміна механізму реакції



- На швидкість корозії впливають іони які
 - утворюють нерозчинні сполуки на поверхні металу (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} на Fe)
 - є депасиваторами і збільшують швидкість корозії
 - гідролізуються і впливають на pH середовища
- Підвищення температури пришвидшує корозію. Виняток: зміна механізму реакції



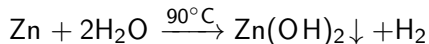
- На швидкість корозії впливають іони які
 - утворюють нерозчинні сполуки на поверхні металу (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} на Fe)
 - є депасиваторами і збільшують швидкість корозії
 - гідролізуються і впливають на pH середовища
- Підвищення температури пришвидшує корозію. Виняток: зміна механізму реакції



- На швидкість корозії впливають іони які
 - утворюють нерозчинні сполуки на поверхні металу (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} на Fe)
 - є депасиваторами і збільшують швидкість корозії
 - гідролізуються і впливають на pH середовища
- Підвищення температури пришвидшує корозію. Виняток: зміна механізму реакції



- На швидкість корозії впливають іони які
 - утворюють нерозчинні сполуки на поверхні метала (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} на Fe)
 - є депасиваторами і збільшують швидкість корозії
 - гідролізуються і впливають на pH середовища
- Підвищення температури пришвидшує корозію. Виняток: зміна механізму реакції



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Захист від корозії: вступ

- Оцінка збитків від корозії
 - розвинені країни: 2–4 % ВВП
 - США: 3,1 % від ВВП (276 млрд доларів)
 - втрати метала – до 20 % річного видобутку годового виробництва сталі
- Основні способи захисту від корозії
 - легування
 - захисні покриття
 - електрохімічний захист
 - зміна властивостей корозійного середовища



Легування: основні положення

- Легування – введення у склад сплаву компонентів, здатних викликати пасивацію основного металу за рахунок утворення захисних плівок на його поверхні
- Добавки вводяться рівномірно за об'ємом, тому
 - зберігається корозійна стійкість при руйнуванні плівки
 - вартість легованого металу висока
- Галузі використання
 - захист від газової корозії при високих T
 - захист деталей, що знаходяться під інтенсивним механічним впливом



Легування: основні положення

- Легування – введення у склад сплаву компонентів, здатних викликати пасивацію основного металу за рахунок утворення захисних плівок на його поверхні
- Добавки вводяться рівномірно за об'ємом, тому
 - зберігається корозійна стійкість при руйнуванні плівки
 - вартість легovanого металу висока
- Галузі використання
 - захист від газової корозії при високих T
 - захист деталей, що знаходяться під інтенсивним механічним впливом



Легування: основні положення

- Легування – введення у склад сплаву компонентів, здатних викликати пасивацію основного металу за рахунок утворення захисних плівок на його поверхні
- Добавки вводяться рівномірно за об'ємом, тому
 - зберігається корозійна стійкість при руйнуванні плівки
 - вартість легovanого металу висока
- Галузі використання
 - захист від газової корозії при високих T
 - захист деталей, що знаходяться під інтенсивним механічним впливом



Легування: основні положення

- Легування – введення у склад сплаву компонентів, здатних викликати пасивацію основного металу за рахунок утворення захисних плівок на його поверхні
- Добавки вводяться рівномірно за об'ємом, тому
 - зберігається корозійна стійкість при руйнуванні плівки
 - вартість легovanого металу висока
- Галузі використання
 - захист від газової корозії при високих T
 - захист деталей, що знаходяться під інтенсивним механічним впливом



Легування: основні положення

- Легування – введення у склад сплаву компонентів, здатних викликати пасивацію основного металу за рахунок утворення захисних плівок на його поверхні
- Добавки вводяться рівномірно за об'ємом, тому
 - зберігається корозійна стійкість при руйнуванні плівки
 - вартість легovanого металу висока
- Галузі використання
 - захист від газової корозії при високих T
 - захист деталей, що знаходяться під інтенсивним механічним впливом



Легування: основні положення

- Легування – введення у склад сплаву компонентів, здатних викликати пасивацію основного металу за рахунок утворення захисних плівок на його поверхні
- Добавки вводяться рівномірно за об'ємом, тому
 - зберігається корозійна стійкість при руйнуванні плівки
 - вартість легovanого металу висока
- Галузі використання
 - захист від газової корозії при високих T
 - захист деталей, що знаходяться під інтенсивним механічним впливом



Легування: основні положення

- Легування – введення у склад сплаву компонентів, здатних викликати пасивацію основного металу за рахунок утворення захисних плівок на його поверхні
- Добавки вводяться рівномірно за об'ємом, тому
 - зберігається корозійна стійкість при руйнуванні плівки
 - вартість легovanого металу висока
- Галузі використання
 - захист від газової корозії при високих T
 - захист деталей, що знаходяться під інтенсивним механічним впливом



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Матеріали для легування

- Легування не лише захищає від корозії, а й покращує механічні властивості сплаву
 - жаростійкість: – стійкість до корозії при T
 - жароміцність – механічна стійкість при T
- Легуючі елементи та маркування сталей
Cr (Х), Ni (Н), Mn (Г), Si (С), Мо (М), W (В), Ti (Т), Та (ТТ), Al (Ю), Nb (Б)
- Приклад: високолегована сталь 03Х16Н15М3Б
 - 03 – вміст карбону 0,03 %
 - Х16 – 16% хрому
 - Н15 – 15% ніколу
 - М3 – 3% молібдену
 - Б – до 1% ніобію



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні



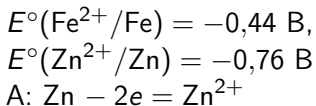
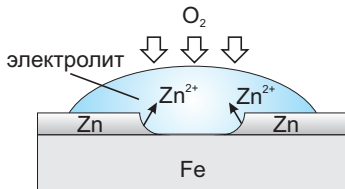
Лакофарбові покриття

- Лаки – суміш смолистих сполук з летким розчинником. З часом розчинник випаровується, а смола – полімеризується
- Фарби – суміш пігменту із сполучним компонентом. Пігментами можуть бути
 - оксиди металів (TiO_2 , ZnO , Cr_2O_3 , Pb_3O_4)
 - сполуки (BaSO_4 , PbSO_4 , As_2S_3 , охра)
- Принцип: ізоляція поверхні метала від агресивного середовища
- Лакофарбові покриття
 - суцільні
 - газо- і водонепроникні
 - хімічно стійкі
 - добре утримуються на поверхні

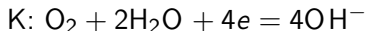
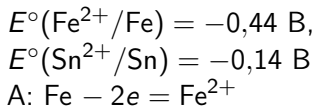
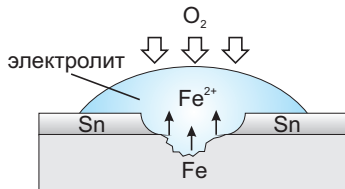


Металічні покриття

- Катодні покриття поділяються на анодні та катодні



Катодне

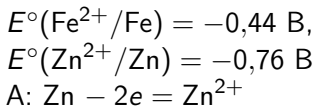
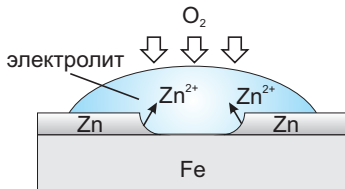


- Катодні покриття захищають основний метал тільки за відсутності пошкоджень поверхні
- Анодні покриття працюють при пошкодженні поверхні

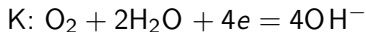
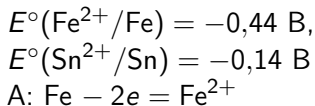
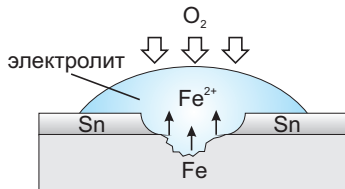


Металічні покриття

- Катодні покриття поділяються на анодні та катодні



Катодне

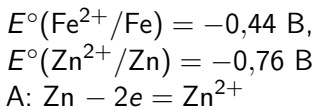
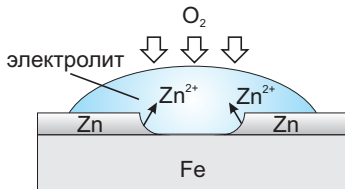


- Катодні покриття захищають основний метал тільки за відсутності пошкоджень поверхні
- Анодні покриття працюють при пошкодженні поверхні

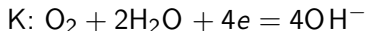
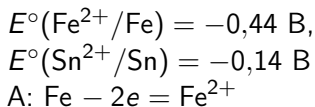
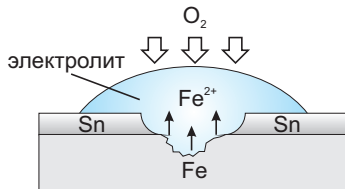


Металічні покриття

- Катодні покриття поділяються на анодні та катодні



Катодне



- Катодні покриття захищають основний метал тільки за відсутності пошкоджень поверхні
- Анодні покриття працюють при пошкодженні поверхні



- **Напилені покриття**

- добре утримуються на поверхні
- наносяться на вироби будь-якої форми
- теоретично можуть бути з будь-якого металу
- вада: пористість

- **Термодифузія:** розплавлений метал покриття проникає в основний

- так наносять Zn і Sn на залізо
- покриття достатньо якісні
- вада: $t_{\text{пл}}$ покриття нижча, ніж у основи

- **Плакування:** гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів

- найбільш якісне покриття
- вада: використовується лише на пласких поверхнях



- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{\text{пл}}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на пласких поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{\text{пл}}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{\text{пл}}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{\text{диф}}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{пл}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{пл}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{пл}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{пл}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{пл}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{пл}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Способи нанесення металічних покриттів

- **Напилені покриття**
 - добре утримуються на поверхні
 - наносяться на вироби будь-якої форми
 - теоретично можуть бути з будь-якого металу
 - вада: пористість
- **Термодифузія**: розплавлений метал покриття проникає в основний
 - так наносять Zn і Sn на залізо
 - покриття достатньо якісні
 - вада: $t_{пл}$ покриття нижча, ніж у основи
- **Плакування**: гаряча прокатка або волочіння основного і захисного металів
 - найбільш якісне покриття
 - вада: використовується лише на плоских поверхнях



Покриття, одержані різними способами

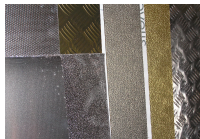
Напилення



Термодифузія



Плакування



Нарощені захисні покриття

- **Оксидування** – нарощування оксидної плівки
 - воронування – оксидування чорних металів
 - анодування – оксидування алюмінію
- **Фосфатування** – нарощування фосфатної плівки
 - використовують для захисту сплавів феруму
 - є гарною підложкою для покриття фарбою



Нарощені захисні покриття

- **Оксидування** – нарощування оксидної плівки
 - **воронування** – оксидування чорних металів
 - **анодування** – оксидування алюмінію
- **Фосфатування** – нарощування фосфатної плівки
 - використовують для захисту сплавів феруму
 - є гарною підложкою для покриття фарбою



Нарощені захисні покриття

- **Оксидування** – нарощування оксидної плівки
 - **воронування** – оксидування чорних металів
 - **анодування** – оксидування алюмінію
- **Фосфатування** – нарощування фосфатної плівки
 - використовують для захисту сплавів феруму
 - є гарною підложкою для покриття фарбою



Нарощені захисні покриття

- **Оксидування** – нарощування оксидної плівки
 - **воронування** – оксидування чорних металів
 - **анодування** – оксидування алюмінію
- **Фосфатування** – нарощування фосфатної плівки
 - використовують для захисту сплавів феруму
 - є гарною підложкою для покриття фарбою



Нарощені захисні покриття

- **Оксидування** – нарощування оксидної плівки
 - **воронування** – оксидування чорних металів
 - **анодування** – оксидування алюмінію
- **Фосфатування** – нарощування фосфатної плівки
 - використовують для захисту сплавів феруму
 - є гарною підложкою для покриття фарбою

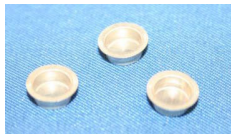


Нарощені захисні покриття

- **Оксидування** – нарощування оксидної плівки
 - **воронування** – оксидування чорних металів
 - **анодування** – оксидування алюмінію
- **Фосфатування** – нарощування фосфатної плівки
 - використовують для захисту сплавів феруму
 - є гарною підложкою для покриття фарбою



воронування



оксидування



фосфатування

Електрохімічний захист: принцип

- Використовується у провідних середовищах (грунт)
- Металічна конструкція **поляризується**, тобто її електродний потенціал змінюється за рахунок
 - зовнішнього джерела струму
 - метала з відмінним потенціалом

1 – конструкція, 2 – анод, 3 – трансформатор
Ліворуч – катодний захист, праворуч – протекторний



Електрохімічний захист: принцип

- Використовується у провідних середовищах (грунт)
- Металічна конструкція **поляризується**, тобто її електродний потенціал змінюється за рахунок
 - зовнішнього джерела струму
 - метала з відмінним потенціалом

1 – конструкція, 2 – анод, 3 – трансформатор
Ліворуч – катодний захист, праворуч – протекторний



Електрохімічний захист: принцип

- Використовується у провідних середовищах (грунт)
- Металічна конструкція **поляризується**, тобто її електродний потенціал змінюється за рахунок
 - зовнішнього джерела струму
 - метала з відмінним потенціалом

1 – конструкція, 2 – анод, 3 – трансформатор
Ліворуч – катодний захист, праворуч – протекторний



Електрохімічний захист: принцип

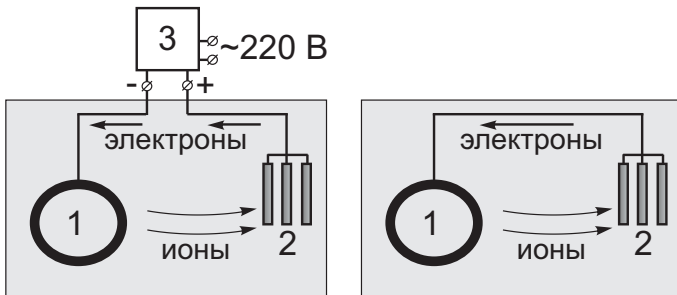
- Використовується у провідних середовищах (грунт)
- Металічна конструкція **поляризується**, тобто її електродний потенціал змінюється за рахунок
 - зовнішнього джерела струму
 - метала з відмінним потенціалом

1 – конструкція, 2 – анод, 3 – трансформатор
Ліворуч – катодний захист, праворуч – протекторний



Електрохімічний захист: принцип

- Використовується у провідних середовищах (ґрунт)
- Металічна конструкція **поляризується**, тобто її електродний потенціал змінюється за рахунок
 - зовнішнього джерела струму
 - метала з відмінним потенціалом

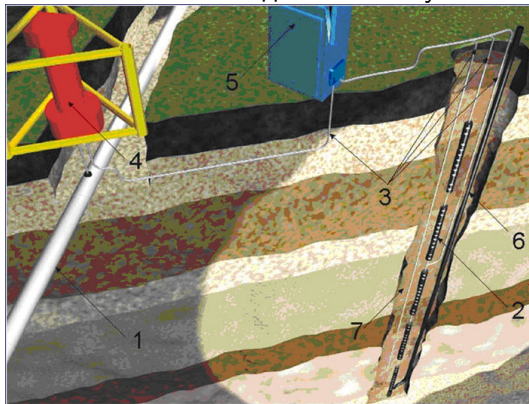


1 – конструкція, 2 – анод, 3 – трансформатор
Ліворуч – катодний захист, праворуч – протекторний



Схема катодного захисту

Фото-схема катодного захисту

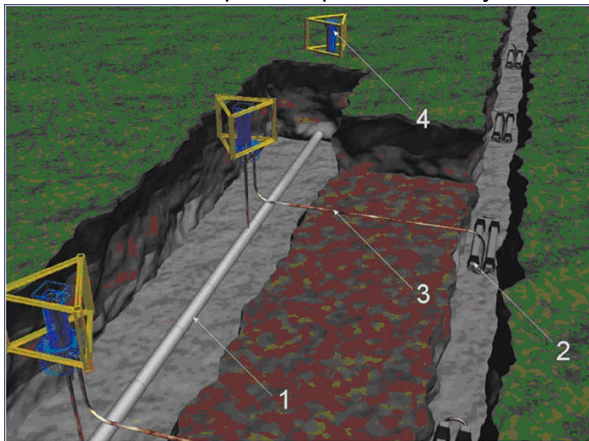


- 1 – трубопровід, 2 – анодний заземлювач, 3 – з'єднувальний кабель, 4 – контрольно-вимірювальний пункт, 5 – станція катодного захисту, 6 – газовідводна трубка, 7 – глинистий розчин



Схема протекторного захисту

Фото-схема протекторного захисту



1 – трубопровід, 2 – протектор, 3 – з'єднувальний кабель, 4 –
контрольно-вимірювальний пункт

Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізні ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполяризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізні ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполяризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізнi ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполяризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізнi ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполяризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізнi ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполаризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізнi ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполяризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізнi ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполаризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізни ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою деполаризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Зміни в корозійному середовищі

- Зміна властивостей досягається двома шляхами
 - видалення агресивних компонентів
 - введення речовин, що сповільнюють корозію
- Перший шлях використовують для захисту від корозії теплового обладнання
- Способи видалення кисню з води
 - нагрівання
 - продувка інертним газом (N_2)
 - хімічна обробка (залізни ошурки, Na_2SO_3)
$$2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$$
- Контроль за рН важливий для процесів з водневою депольаризацією ($E(2H^+/H_2) = -0,059pH$)



Інгібітори корозії

- **Інгібітор** – сполука, що здатна зменшити швидкість певної реакції
- Інгібітори ефективні для замкнених систем (системи обігріву й охолодження)
- За механізмом інгібітори поділяють на **анодні**, **катодні** та змішані
- За сферою впливу: у кислому, лужному та нейтральному середовищі
- Захисні шари, що утворені інгібіторами корозії, завжди тонше за нанесені покриття



- **Інгібітор** – сполука, що здатна зменшити швидкість певної реакції
- Інгібітори ефективні для замкнених систем (системи обігріву й охолодження)
- За механізмом інгібітори поділяють на **анодні**, **катодні** та змішані
- За сферою впливу: у кислому, лужному та нейтральному середовищі
- Захисні шари, що утворені інгібіторами корозії, завжди тонше за нанесені покриття



- **Інгібітор** – сполука, що здатна зменшити швидкість певної реакції
- Інгібітори ефективні для замкнених систем (системи обігріву й охолодження)
- За механізмом інгібітори поділяють на **анодні**, **катодні** та змішані
- За сферою впливу: у кислому, лужному та нейтральному середовищі
- Захисні шари, що утворені інгібіторами корозії, завжди тонше за нанесені покриття



- **Інгібітор** – сполука, що здатна зменшити швидкість певної реакції
- Інгібітори ефективні для замкнених систем (системи обігріву й охолодження)
- За механізмом інгібітори поділяють на **анодні**, **катодні** та змішані
- За сферою впливу: у кислому, лужному та нейтральному середовищі
- Захисні шари, що утворені інгібіторами корозії, завжди тонше за нанесені покриття



- **Інгібітор** – сполука, що здатна зменшити швидкість певної реакції
- Інгібітори ефективні для замкнених систем (системи обігріву й охолодження)
- За механізмом інгібітори поділяють на **анодні**, **катодні** та змішані
- За сферою впливу: у кислому, лужному та нейтральному середовищі
- Захисні шари, що утворені інгібіторами корозії, завжди тонше за нанесені покриття



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори наращують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - безпечні інгібітори (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - небезпечні інгібітори (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - безпечні інгібітори (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - небезпечні інгібітори (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАВ



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



Анодні інгібітори

- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР



- Анодні інгібітори зменшують площу анода, але не змінюють механізм корозії:
 - пасиватори нарощують оксиду плівку
 - плівкоутворюючі інгібітори утворюють адсорбційні плівки
- До пасиваторів належать:
 - **безпечні інгібітори** (CrO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-), діють лише на аноді
 - **небезпечні інгібітори** (H_2O_2) можуть бути більш ефективними, але пришвидшують катодний процес
- Плівкоутворюючі інгібітори:
 - фосфати та поліфосфати
 - NaOH і Na_2CO_3
 - органічні ПАР

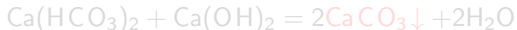


- Катодні інгібітори:

- модифікують механізм корозії



- зменшують площу катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)

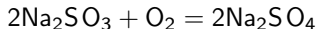


- органічні інгібітори адсорбуються на катоді та зменшують його площу

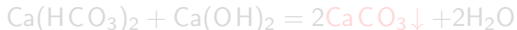


- Катодні інгібітори:

- модифікують механізм корозії



- зменшують площу катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)

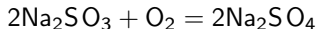


- органічні інгібітори адсорбуються на катоді та зменшують його площу

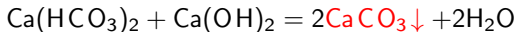
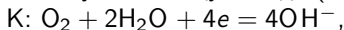


- Катодні інгібітори:

- модифікують механізм корозії



- зменшують площу катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)

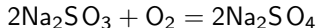


- органічні інгібітори адсорбуються на катоді та зменшують його площу

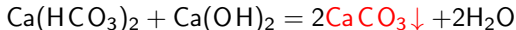
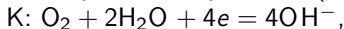


- Катодні інгібітори:

- модифікують механізм корозії



- зменшують площу катода ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)



- органічні інгібітори адсорбуються на катоді та зменшують його площу

