

METODY OCHRONY  
PRZED  
KOROZJĄ ELEKTROCHEMIZNĄ

# OCHRONA PRZED KOROZJĄ

Podstawowym celem ochrony przed korozją jest zmniejszenie szybkości korozji do akceptowalnego poziomu.

# METODY OCHRONY PRZED KOROZJĄ

## ***ochrona powłokowa***

(uniwersalna, powszechna – 80% zabezpieczeń);

## ***ochrona elektrochemiczna***

(w zanurzeniu, uzupełnienie powłokowej):

- ochrona katodowa (protektory, zewnętrzne źródła prądu stałego);
- ochrona anodowa;

## ***modyfikacja środowiska***

(inhibitory, odtlenianie, klimatyzacja, osuszanie);

## ***dobór materiałów***

(stopy metali, kompozyty, nanowarstwy);

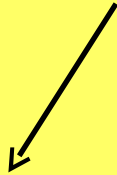
## ***odpowiednie projektowanie konstrukcji***

(projekt konstrukcji powinien ułatwiać przygotowanie powierzchni, malowanie, nadzór i renowację).

# OCHRONA POWŁOKOWA

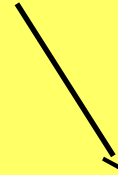
Zadaniem tego typu ochrony jest oddzielenie środowiska korozyjnego od materiału podlegającego ochronie.

# RODZAJE POWŁOK



## niemetaliczne

- farby i lakiery
- wykładziny (gumowe)
- laminaty, kompozyty
- konwersyjne
- czasowej ochrony



## metaliczne

- zanurzeniowe
- natryskowe
- galwaniczne

# MECHANIZMY OCHRONNEGO ODDZIAŁYWANIA POWŁOK

**barierowy** – ograniczanie dostępu wilgoci i tlenu do powierzchni stali;

**inhibicyjny** – oddziaływanie na elektrochemiczny proces korozji;

**ochrona protektorowa** – zastosowanie pigmentu cynkowego, który jako bardziej aktywny ulega korozji zamiast podłoża stalowego;

**trwałość powłoki malarskiej** (kategoria techniczno-ekonomiczna) – oczekiwany czas życia systemu do pierwszej renowacji;

**okres gwarancji** – kategoria prawna zawarta w kontrakcie. Jest krótszy od okresu trwałości.

# AKTUALNE TRENDY

## **W zakresie jakości:**

- materiały i technologie;
- przestrzeganie norm i procedur;
- dobre wyposażenie wykonawcy;
- ciągły, dokładny, certyfikowany nadzór nad pracami;

## **W zakresie ochrony środowiska:**

- eliminacja rozpuszczalników;
- eliminacja związków ołowiu i chromu;
- ograniczenie i utylizacja odpadów;
- ekologiczne metody przygotowania powierzchni - mycie i czyszczenie wodą, biodegradowujące się detergenty, nieszkodliwe ścierniwa.

# OCHRONA ELEKTROCHEMICZNA

Metody ochrony elektrochemicznej polegają na zmianie potencjału elektrodowego metalu w celu zapobiegania lub ograniczenia jego rozpuszczania. W zależności od kierunku przesuwania potencjału elektrodowego chronionego metalu do wartości niższych lub wyższych rozróżniamy metody ochrony katodowej i anodowej.



# OCHRONA KATODOWA

W ochronie katodowej przedmiot chroniony z tworzywa metalicznego jest katodą. Potencjał elektrodowy chronionego materiału przesuwa się w stronę wartości ujemnych tak, by uzyskać wartość poniżej potencjału korozji w danym środowisku. Metal nie ulega wtedy rozpuszczaniu. Ochronę katodową można realizować jako galwaniczną lub elektrolityczną.

# OCHRONA KATODOWA GALWANICZNA

Chroniony metal jest katodą ogniwa galwanicznego, natomiast anodą jest metal mniej szlachetny, zwany protektorem (protektor musi być mniej szlachetny od chronionego metalu).

Przy ochronie protektorowej stali jako protektory stosuje się: magnez, cynk, aluminium i ich stopy, natomiast dla ochrony miedzi protektorem jest stal niestopowa.

# OCHRONA KATODOWA GALWANICZNA

## zalety

- niezależność od źródeł prądu;
- łatwość instalowania;
- możliwość ochrony lokalnej;
- znikomy wpływ na sąsiednie konstrukcje.

## wady

- strata materiału anody (konieczność wymiany anody);
- możliwość zanieczyszczenia środowiska produktami korozji protektora;
- ograniczone zastosowanie ze względu na oporność środowiska i niski prąd ochronny.

# OCHRONA KATODOWA ELEKTROCHEMICZNA

Przedmiot chroniony staje się katodą ogniwa elektrolitycznego zasilanego prądem stałym z zewnętrznego źródła. Anoda stosowana w tym obwodzie jest najczęściej nierozpuszczalna. Jako anody stosuje się stale niestopowe, grafit, stopy Fe-Si, Al, Pt, stopy Pb, Ti, Nb, Ta.

# OCHRONA KATODOWA ELEKTROCHEMICZNA

## zalety



- wysoka skuteczność ochrony (ok. 100%);
- możliwość ochrony dużych powierzchni bez izolacji lub z uszkodzoną izolacją w środowiskach o różnej oporności;
- możliwość kontrolowania i regulacji prądu polaryzacji;
- możliwość automatyzacji.

## wady

- duże koszty początkowe instalacji;
- konieczność systematycznej kontroli i konserwacji;
- możliwość oddziaływania na inne konstrukcje niechronione.

# OCHRONA ANODOWA

W ochronie anodowej chroniony obiekt stanowi anodę. Potencjał ustala się na takim poziomie, by osiągnąć stan pasywacji obiektu. Ochronę anodową można realizować jako galwaniczną lub elektrolityczną.

# OCHRONA ANODOWA GALWANICZNA

Realizowana jest poprzez stosowanie dodatków stopowych „szlachetnych” (np. Pt, Pd, Ag, Cu), tworzących katody lokalne w procesie korozji, lub pokrywaniu materiału chronionego powłoką z Ti, Zr, Ta lub stali nierdzewnej. Dodatki „szlachetne” powodują podwyższenie potencjału elektrodowego materiału mniej szlachetnego aż do obszaru pasywacji oraz utrzymują go w tym obszarze.

# OCHRONA ANODOWA ELEKTROCHEMICZNA

Polega na przesunięciu potencjału anody (materiału chronionego) do takiej wartości, by osiągnąć stan pasywacji. Dopływ prądu stałego zapewnia się z zewnętrznego źródła przez katodę. Do utrzymania stałego potencjału z zakresu pasywacji stosuje się potencjostat.



# OCHRONA ANODOWA

## zalety

- przedłużenie czasu eksploatacji konstrukcji z drogich materiałów;
- zastąpienia materiałów droższych tańszymi;
- hamowanie korozji lokalnej;
- duży zasięg działania nawet dla elementów o skomplikowanym kształcie;
- mała zawartość produktów korozji w środowisku;
- niskie koszty eksploatacji (małe wartości prądu pasywacji).

## wady

- wysoki koszt instalacji;
- konieczność bezawaryjnego działania systemu kontrolno-regulacyjnego.

# MODYFIKACJA ŚRODOWISKA

Modyfikacja polega na usuwaniu czynników korozyjnych ze środowiska, w którym pracują lub są magazynowane chronione wyroby:

- ograniczanie wilgotności atmosfery;
- zmniejszenie zawartości tlenu;
- dodatek inhibitorów korozji;
- korekcja pH (głównie alkalizacja);
- zmiana temperatury;
- dodatek biocydów.

# MODYFIKACJA ŚRODOWISKA

## - ograniczanie wilgotności atmosfery

- obniżenie wilgotności powietrza przez osuszanie lub podwyższanie temperatury w danym pomieszczeniu;
- usuwanie cząstek zanieczyszczeń stałych z powietrza lub wody przez filtrację.

# MODYFIKACJA ŚRODOWISKA

## - zmniejszenie zawartości tlenu

- wyeliminowanie z wody tlenu (jako depolaryzatora) poprzez dodatek do wody substancji wiążących tlen lub nasycenie azotem;
- zubożnianie substancji kwaśnych w wodzie np. poprzez dodatek wapna;
- usuwanie z wody soli za pomocą wymienniczy jonowych.

# MODYFIKACJA ŚRODOWISKA

## - dodatek inhibitorów korozji

Inhibitory są to substancje, które powodują zmniejszenie szybkości reakcji (w przeciwieństwie do katalizatorów). Inhibitorami korozji nazywamy więc substancje, które w środowisku korozyjnym powodują zmniejszenie szybkości korozji w wyniku zahamowania procesu anodowego i (lub) katodowego w ogniwach korozyjnych.

# MODYFIKACJA ŚRODOWISKA

## - dodatek inhibitorów korozji, c.d.

Typy inhibitorów:

- inhibitory anodowe hamujące anodowy proces roztwarzania metalu;
- inhibitory katodowe hamujące katodowy proces depolaryzacji;
- inhibitory organiczne anodowo-katodowe – inhibitory adsorpcyjne o działaniu podwójnym, są one zdolne hamować równocześnie procesy anodowe i katodowe.

# INHIBITORY ANODOWE (PASYWATORY)

Obniżają szybkość korozji poprzez:

- tworzenie stabilnej warstwy pasywnej (tlenkowej);
- stymulując odbudowę warstewki ochronnej, gdy ulega ona zniszczeniu;
- zapobieganie adsorpcji jonów agresywnych.

# INHIBITORY ANODOWE (PASYWATORY)

Aniony z inhibitorów pasywujących reagują z metalami tworząc warstewki tlenkowe.

Przykłady:

- chromiany ( $\text{CrO}_4^{2-}$ );
- azotyny ( $\text{NO}_2^-$ );
- molibdeniany ( $\text{MoO}_4^{2-}$ );
- wolframiany ( $\text{WO}_4^{2-}$ ).



# INHIBITORY ANODOWE (PASYWATORY)

Wymagają obecności tlenu do spasywowania metali.

Przykłady:

- fosforany ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ );
- boraks ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ );
- krzemiany ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ );
- benzoesany.

# INHIBITORY KATODOWE

- inhibitory wytrącające się;
- odtleniacze;
- trucizny;
- neutralizatory.

# INHIBITORY KATODOWE

## wytrącające się

- Reagują ze składnikami środowiska (głównie z  $\text{OH}^-$ ) wytrącając nierozpuszczalne sole i chronią metal przed korozją.
- Przykłady:
  - $\text{ZnSO}_4$ ;
  - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;
  - polifosforany.

# INHIBITORY KATODOWE

## odtleniacze

- Usuwają tlen z układu reagując z tlenem rozpuszczonym w roztworze (obojętnym lub alkalicznym) obniżając szybkość reakcji katodowej lub ją zatrzymując.
- Przykłady:
  - siarczyn sodowy ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ );
  - hydrazyna ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ).

# INHIBITORY KATODOWE

## zanieczyszczające środowisko

Spowolniają reakcję katodową-depolaryzacji tlenowej lub wodorowej. Istnieje możliwość przyspieszania procesu wnikania wodoru do metali i wywoływanie tzw. kruchości wodorowej w stalach i innych metalach.

Przykłady:

- P;
- As;
- Sb;
- Bi.

# INHIBITORY KATODOWE

## neutralizatory

Zmniejszają korozyjność środowiska przez obniżanie stężenia jonów wodorowych ( $H^+$ ). Neutralizatory działają na zasadzie kontroli korozji powodowanej przez substancje o charakterze kwasów lub bezwodników, np.  $HCl$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ , kwasy karboksylowe, oraz związki pokrewne.

Przykłady:

- monoetanolamina (MEA);
- cykloheksyloamina (CAE);
- morfolina.

# CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA SKUTECZNOŚĆ DZIAŁANIA INHIBITORÓW

- stężenie inhibitora:
  - skuteczność zwiększa się ze wzrostem stężenia inhibitora;
  - utrzymanie się maksimum skuteczności przy wzroście stężenia inhibitora ponad wartość optymalną;
  - niedostateczna ilość inhibitora może przyspieszać procesy korozyjne;
- temperatura;
- szybkość przepływu medium.

# MONITOROWANIE KOROZJI

W celu kontroli procesów korozyjnych monitorowane są dwa główne parametry:

- czynniki powodujące korozję (pH, występowanie chlorków, wilgotność, zanieczyszczenia atmosfery, itp.);
- aktualne wartości parametrów związanych z procesem korozyjnym (np. prąd korozyjny).



# ZASTOSOWANIE

- Inhibitor CH-2
  - stosowany w instalacjach C.O., wodnych i parowych, klimatyzacji, chłodniczych;
  - zapobiega korozji elektrolitycznej (tlenowej) i galwanicznej (bimetalicznej) regulując pH wody;
  - zabezpiecza instalacje pasywacją anodową tworząc warstwę ochronną na powierzchni metali;
  - zapobiega odkładaniu się kamienia, osadów mineralnych i zgorzeliny co zabezpiecza przed awariami i głośną pracą kotła;
  - eliminując skażenie biologiczne -zapobiega zapowietrzaniu instalacji.

# ZASTOSOWANIE

- cynowanie
  - puszki;
  - blachy samochodowe;
- chromowanie
  - części samochodowe (reflektory, błotniki);
  - klamki;
- srebrzenie
  - biżuteria;
  - nakrycia stołowe;
  - kontakty elektryczne;
  - lustra;
  - instrumenty muzyczne.

# ZASTOSOWANIE

- złocenie
  - jubilerstwo;
  - przemysł elektroniczny;
- niklowanie
  - w przemyśle samochodowym i motocyklowym (elementy karoserii, zderzaki, listwy, reflektory, ramy);
  - w przemyśle galanteryjnym (okucia walizek, torebek);
  - artykuły gospodarstwa domowego (naczynia, klamki, lampy);
  - elementy aparatury chemicznej;

**KONIEC**