



Jak zabezpieczyć metal przed korozją elektrochemiczną?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak zabezpieczyć metal przed korozją elektrochemiczną?

Kadłub statku pokryty rdzą

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

O ile złoto lub platyna nie wymaga ochrony przed korozją, to wiele innych metali niestety nie radzi sobie z nią zbyt dobrze. W związku z tym zachodzi konieczność stosowania środków, które spowolnią proces korodowania metalu. Czy, Twoim zdaniem, istnieje metoda, dzięki której na powierzchni metalu nigdy nie pojawi się rdza? Czy w czasach starożytności znane były pojęcia ochrony katodowej i anodowej? A czy Ty wiesz, na czym polega taka ochrona?

Twoje cele

- Wymienisz i opiszysz sposoby ochrony przed korozją elektrochemiczną.
- Wyjaśnisz, czym jest ochrona katodowa i anodowa i podasz przykłady oraz zastosowania tych metod.
- Określisz wady i zalety ochrony anodowej i katodowej.

Początki ochrony przed korozją

Początki ochrony przed **korozją** sięgają czasów starożytnych. Wewnątrz glinianych dzbanów umieszczano miedziane cylindry wraz z żelaznymi elementami. Nikt wówczas, z pewnością nie był świadomy faktu, że miedź połączona z żelazem tworzy **ogniwo galwaniczne**. Miedź – jako metal szlachetniejszy od żelaza – przyjmowała w nim rolę **katody**, a żelazo **anody**. Jako metal bardziej aktywny od miedzi ulegało korozji, chroniąc tym samym miedziane cylindry przed zniszczeniem, na skutek zmniejszania szybkość ich korozji.

Potwierdzeniem śladów wiedzy o zjawiskach ochrony przed korozją są również inne znaleziska archeologiczne z tamtych czasów. Burty starożytnych, rzymskich statków morskich pokryte były ołowiem, a miedziane gwoździe służyły do mocowania ołowiu. Ołów miał ochraniać je przed insektami.

Na skutek różnicy potencjałów pomiędzy ołowiem a miedzią tworzyło się lokalne ogniwo korozyjne. Słona woda morska sprawiała, że gwoździe stanowiły **katodę**, a poszycie burty było **anodą**. Utworzone **ogniwo galwaniczne** powodowało, że ołów roztwarzał się, a miedź, jako metal bardziej szlachetny, pozostawała nienaruszona. Ochrona polegała zatem na pokryciu łebków gwoździ ołowiem, przez co zapobiegano roztwarzaniu poszycia. W ten sposób Rzymianie prawdopodobnie nieświadomie uchronili swoje statki przed tragicznymi skutkami korozji.



Ochronę przed korozją stosowano już w starożytności, czego dowodem mogą być mocowane miedziane gwoździe w drewnianych burtach statków pokrytym ołowiem.

Pokrycie łebków gwoździ ołowiem stanowiło ochronę. Na skutek różnicy potencjałów pomiędzy ołowiem a miedzią tworzyło się lokalne ogniwo korozyjne.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.pl, domena publiczna.

Ochrona elektrochemiczna

Współcześnie metal można zabezpieczyć przed korozją elektrochemiczną, stosując dwie grupy metod:

1. **ochronę elektrolityczną** – w której **stosuje się** zewnętrzne źródło prądu;
2. **ochronę galwaniczną** – w której **nie stosuje się** zewnętrznego źródła prądu.

Ochrona elektrolityczna

W elektrolitycznej **ochronie katodowej** materiał chroniony pełni rolę katody ogniwa zasilanego z zewnętrznego źródła prądu. Jako pomocniczą anodę stosuje się materiał, który nie ulega roztwarzaniu

(np. Pt, C, Ni).

W elektrolitycznej **ochronie anodowej** materiał chroniony pełni rolę anody. Potencjał anody (metal chronionego) regulowany jest za pomocą potencjostatu. Prąd stały doprowadza się ze źródła zewnętrznego przez katodę pomocniczą. Na powierzchni materiału chronionego zachodzą reakcje utlenienia, które powodują, że materiał ulega pasywacji, przez co korozja zostaje zahamowana.

Ochrona galwaniczna

Ochrona galwaniczna może być również ochroną katodową i anodową.

Zalety i wady ochrony katodowej oraz anodowej

Ochrona katodowa

	Zalety	Wady
Elektrolityczna ochrona katodowa	• chroni materiał praktycznie w 100%; • nadaje się do ochrony dużych powierzchni; • pełna kontrola zewnętrznego źródła prądu.	• wymaga systematycznej kontroli i konserwacji; • istnieje ryzyko oddziaływania na inne konstrukcje niechronione; • duże koszty budowy instalacji.
Galwaniczna ochrona katodowa	• nie wymaga stosowania zewnętrznych źródeł prądu; • łatwy montaż protektorów; • zapewnia ochronę lokalną; • nie wywiera wpływu na sąsiednie konstrukcje.	• wymaga wymiany protektora pełniącego rolę anody, który ulega zniszczeniu; • produkty korozji protektora mogą zanieczyszczać środowisko.

Ochrona anodowa

Zalety	Wady
• przedłuża żywotność konstrukcji wykonanych z drogich materiałów; • generuje niskie koszty utrzymania i eksploatacji; • hamuje korozję lokalną; • duży zasięg działania.	• duże koszty budowy instalacji (anodowa ochrona elektrolityczna); • system kontrolny musi działać bezawaryjnie (anodowa ochrona elektrolityczna);

Słownik

korozja

(łac. *corrosio* „zżeranie”) proces niszczenia materiałów, zachodzący pod wpływem reakcji chemicznych lub elektrochemicznych, przebiegających na granicy ze środowiskiem zewnętrznym

ogniwo galwaniczne

układ dwóch elektrod wysyłających bądź pobierających ładunek elektryczny, zanurzonych w roztworze zdolnym do przewodzenia prądu bezpośrednio lub poprzez błonę półprzepuszczalną lub urządzenie łączące elektrolity (klucz elektrolityczny)

anoda

(gr. *ánodos* „droga w górę”) w ogniwie galwanicznym to elektroda, na której zachodzi reakcja utlenienia, czyli oddawania elektronów do katody

katoda

(gr. *káthodos* „schodzenie”) w ogniwie galwanicznym to elektroda, na której zachodzi proces redukcji, czyli przyjmowania elektronów od anody

Bibliografia

Baeckmann W., Schwenk W., *Katodowa ochrona metali*, Warszawa 1976.

Czerwiński A., Czerwińska A., Jelińska-Kazimierczuk M., Kuśmierczyk K., *Chemia 1*, Warszawa 2002.

Dudek Ł., Rokosz K., Hryniewicz T. *Zabezpieczenia antykorozyjne w eksploatacji off-shore*, AUTOBUSY 8, 2016.

Encyklopedia PWN

Litwin M., Styka – Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 2. Chemia organiczna. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2016.

Moskwa K., Mazurkiewicz B., Bisztyga M., *Ochrona przed korozją*.

http://www.chemia.odlew.agh.edu.pl/dydaktyka/Dokumenty/ChO_WO/Metalurgia/Ochrona_teoria.pdf (dostęp: 29.07.2020).

Peabody A. W., *Peabody's. Control of Pipeline Corrosion*, 2nd Edition, 2001.

Witowski D., *Chemia - zbiór zadań otwartych wraz z odpowiedziami*, t.1, Rzeszów 2009.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Jak można zabezpieczyć metal przed korozją? Czym charakteryzuje się ochrona katodowa, a czym anodowa? Jakie są rodzaje powłok ochronnych? Zapoznaj się z grafiką interaktywną, w której przedstawiono główne metody ochrony metali przed korozją elektrochemiczną. Zastanów się, jaki wpływ na zastosowanie metalu w ochronie przed korozją ma jego aktywność chemiczna. Następnie rozwiąż ćwiczenia zamieszczone pod grafiką.

Ochrona metali przed korozją

Źródło: Surowska B., *Wybrane zagadnienia z korozji i ochrony przed korozją*, Politechnika Lubelska, Lublin 2002; K. Moskwa, B. Mazurkiewicz, U. Lelek-Borkowska, M. Bisztyga, Z. Szklarz, *Korozja*, Wyd. AGH, Kraków 2005; Z. Szklarska-Śmiałowska : *Inhibitory korozji metali*, WNT Warszawa 1971., licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Skąd wzięła się ochrona katodowa? Jaka jest historia jej odkrycia? Zapoznaj się z osią czasu przedstawiającą dzieje ochrony katodowej, a następnie przejdź do wykonania ćwiczeń.

Historia ochrony katodowej

Źródło: GroMar Sp. z o.o., *Hanasz, M., Trochę historii ochrony katodowej, XII Krajowa Konferencja Pomiary Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej, Jurata, Polska 2012.*, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1



W ochronie katodowej protektorem nazywamy:

- ☐ Metal, który nie ulega korozji.
- ☐ Metal o wyższym potencjale elektrochemicznym niż materiał chroniony.
- ☐ Materiał, który się nie rozтворя.
- ☐ Metal o niższym potencjale elektrochemicznym niż materiał chroniony, który, rozpuszczając się, chroni przedmiot (materiał) przed korozją.
- ☐ Metal szlachetny.

Ćwiczenie 2



Zaznacz zdania prawdziwe.

- ☐ Metal można ochronić poprzez dodatek metalu szlachetnego do stopu.
- ☐ Elektrolityczna ochrona anodowa polega na stałym dopływie prądu stałego przez metal stanowiący katodę pomocniczą.
- ☐ Metal zanurzony w wodzie tworzy ogniwo.
- ☐ W ochronie anodowej chroniony obiekt stanowi anodę.

Ćwiczenie 3

Przyporządkuj daty do odpowiadających im wydarzeniom.

1953

I Polska Instrukcja o ochronie katodowej.

1907

Norma PN-77/E5030 pt.: „Ochrona przed korozją. Ochrona katodowa”

1928

Von Kuhn wysuwa wnioski, że nie tylko prądy błędzące pochodzenia tramwajowego są przyczyną korozji, ale także uczestniczą w tym prądy pochodzenia galwanicznego.

1834

Obserwacja elektrolitycznego charakteru korozji rurociągów.

1825

Odejście od testów laboratoryjnych poprzez rozpoczęcie przez Davy`ego badań na pokładzie okrętu.

1824

Odkrycie zależności między utratą masy przez korozję a prądem elektrycznym przez Michael`a Faraday`a.

1977

I zastosowanie ochrony katodowej przez Sir Humphry Davy, w ramach projektu finansowanego, przez brytyjską marynarkę wojenną.

1898

I zastosowanie elektrody Zn/ZnSO_4 .

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Jakie są rodzaje ochrony katodowej? Wskaż poprawne odpowiedzi.

☐ Przy użyciu powłok polimerowych

☐ Ochrona poprzez utworzenie warstwy pasywnej

☐ Elektrolityczna

☐ Galwaniczna

Ćwiczenie 2



Uzupełnij tekst. Wstaw w puste pola odpowiednie wyrażenia.

Do najprostszych sposobów zapobiegania należy pokrywanie powierzchni warstwą farby lub metalu, którym może być cyna. Powłoki te spełniają swoją rolę pod warunkiem, że są szczelne. Gdy jednak powłoka zostanie zarysowana, tworzą się lokalne , w których powłoka występuje w roli .

pasywacji

mikroogniwa

anody

metal

katody

wosku

korozji

sprężenia

Ćwiczenie 3



Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.pl, domena publiczna.



Ćwiczenie 4



W celu ochrony stalowych (żelaznych) rurociągów przed korozją stosowana jest ochrona protektorowa. Polega ona na umieszczeniu w pobliżu rurociągu metalowych prętów zasilanych prądem stałym z prostownika, które łączy się z rurociągiem na zasadzie ogniwa. Określ, które z wymienionych metali (platyna, bar, potas) mogą zostać wkopane do ziemi w pobliżu rurociągu. Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 5



Wyjaśnij, dlaczego ocynkowana stalowa blacha jest odporna na korozję?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



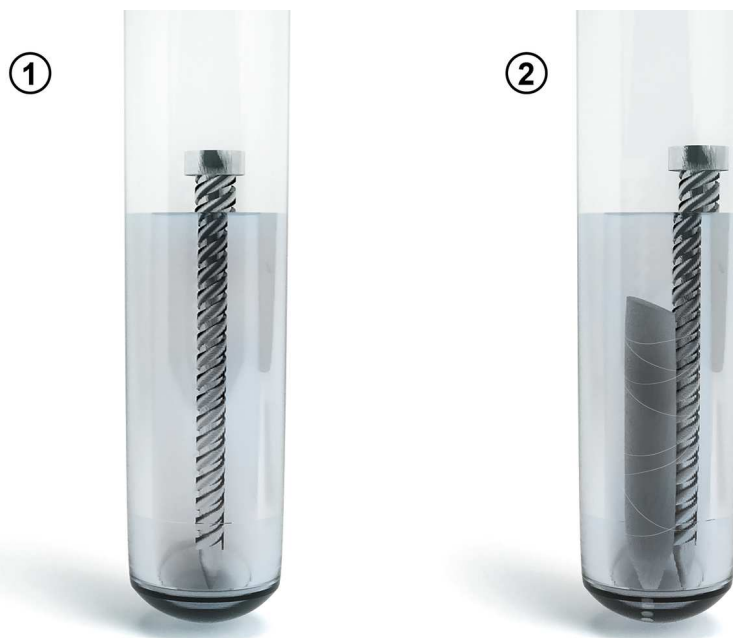
Dlaczego podczas projektowania budowy konstrukcji stalowych należy unikać połączeń dwóch różnych metali? Do rozwiązania tego zadania skorzystaj również z innych źródeł informacji.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 7



Uczeń wykonał eksperyment, podczas którego w dwóch probówkach pozostawił na kilka dni stalowy gwóźdź w wodzie. W jednej z probówek powierzchnię gwoździa zetknął z kawałkiem cynku.



Informacja do zadania nr 7

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Oceń, które zdanie jest prawdziwe, a które fałszywe.

Zdanie do weryfikacji	Prawda	Fałsz
Uczeń zastosował ochronę anodową.	☐	☐
Po kilku dniach w probówce nr 1 uczeń zauważy brązowy nalot oznaczający rdzę.	☐	☐
Stalowy gwóźdź pełni rolę anody w utworzonym ogniwie korozyjnym.	☐	☐
Jeżeli zamiast płytki cynkowej zastosujemy drut wykonany z miedzi, korozja gwoździa zajdzie szybciej.	☐	☐

Ćwiczenie 8



Obok śrub statku zamontowano bloczki wykonane z cynku, zgodnie z grafiką zamieszczoną poniżej. Wyjaśnij jaki jest cel stosowania takiego bloczku.



Informacja do zadania nr 8

Źródło: Rémi Kaupp, dostępny w internecie: www.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 9



Zaprojektuj doświadczenie, w którym wykażesz, że nikiel jest metalem bardziej aktywnym chemicznie niż miedź. Narysuj schematyczny rysunek, zapisz obserwacje i wnioski wraz z równaniami reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej skróconej.

Rysunek doświadczenia:

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Obserwacje:

Wnioski:

Równania reakcji chemicznych:

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak zabezpieczyć metal przed korozją elektrochemiczną?

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

IX. Elektrochemia. Uczeń:

6) wyjaśnia przebieg korozji elektrochemicznej stali i żeliwa, pisze odpowiednie równania reakcji; opisuje sposoby ochrony metali przed korozją elektrochemiczną.

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

5) wyjaśnia przebieg korozji elektrochemicznej stali i żeliwa; pisze odpowiednie równania reakcji; opisuje sposoby ochrony metali przed korozją elektrochemiczną.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- określa i opisuje sposoby ochrony przed korozją elektrochemiczną;
- wyjaśnia, czym jest ochrona katodowa i anodowa i podaje przykłady zastosowania tych metod;

- określa wady i zalety ochrony anodowej i katodowej.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- poster;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- grafika interaktywna;
- tarcza strzelnicza.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca w parach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, kreda/mazak;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej okładkę e-materiału, na której wyświetlony jest kadłub statku pokryty rdzą, po czym zadaje przykładowe pytania: Czy Twoim zdaniem istnieje metoda, by na powierzchni metalu nigdy nie pojawiła się rdza?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się wyjaśnić na czym polega ochrona katodowa i anodowa przed rdzą?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Samodzielna praca z grafiką interaktywną, w której przedstawione są sposoby ochrony przed korozją elektrochemiczną. Uczniowie układają pytania do treści zawartych

w grafice. Po pracy własnej uczniowie nawzajem zadają sobie pytania i udzielają odpowiedzi. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną odpowiedzi. Powrót do fazy wstępnej i skorygowanie wypowiedzi uczniów. Następnie uczniowie wykonują zawarte w medium ćwiczenia. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów.

2. Samodzielna analiza tekstu źródłowego w e-materiale w sekcji „Przeczytaj” związanego z ochroną metali przed korozją.
3. Uczniowie wspólnie z nauczycielem analizują wady i zalety ochrony katodowej i anodowej. W trakcie dyskusji uczniowie podchodzą do tablicy i zapisują propozycje na tablicy.
4. Okienko informacyjne – forma indywidualnej twórczej notatki. Kartkę papieru w zeszyte uczniowie dzielą na cztery części (poziom, pion lub po przekątnej). W pierwsze okienko uczniowie wpisują hasło, które ich interesuje. W drugim okienku podają definicję danego terminu (z różnych źródeł). W trzecie okienko wpisują metaforyczne znaczenie wyrazu, żart językowy, rebus itp. Ostatnie może mieć formę scenki komiksowej, dialogu, karykatury z zastosowaniem interesującego uczniów terminu. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie mogą zaprezentować swoje efekty na forum klasy.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej zawieszanej w sali lekcyjnej, z użyciem cenek, zaznaczają w skali od 0 do 10 swoje „strzały”. Koło można podzielić na części, w których oceniać można różne aspekty pracy, np. przydatność, atrakcyjność, stopień trudności materiału, zaangażowanie uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, itp. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą medium wykorzystać jako narzędzie do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z tarczą strzelniczą oraz cenki dla uczniów.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - W jakim celu prowadzone są badania korozyjne?
 - Na czym polega ochrona przed korozją?