

Nazwa przedmiotu: <b>PROGNOZOWANIE ZNISZCZEŃ KOROZYJNYCH</b> <i>Predicting of corrosion damage</i>			
Kierunek: <b>Inżynieria Materiałowa</b> Materials Engineering			Kod przedmiotu: <b>IM.D1F.25</b>
Rodzaj przedmiotu: <b>Kierunkowy do wyboru</b>	Poziom studiów: <b>studia I stopnia</b>	forma studiów: <b>studia stacjonarne</b>	Rok: <b>III</b> Semestr: <b>VI</b>
Rodzaj zajęć: <b>Wyk. Lab.</b>		Liczba godzin/tydzień: <b>2W, 2L</b>	Liczba punktów: <b>5 ECTS</b>

## PRZEWODNIK PO PRZEDMIOCIE

### IKARTA PRZEDMIOTU

#### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z rodzajami zniszczeń korozyjnych i ich skutkami.
- C2. Zapoznanie studentów z termodynamicznymi uwarunkowaniami korozji oraz czynnikami kinetycznymi decydującymi o przebiegu procesów korozyjnych.
- C3. Zapoznanie studentów z zasadami ochrony antykorozyjnej materiałów.
- C4. Nabycie przez studentów umiejętności wyznaczania szybkości korozji materiałów metalicznych i porównywania ich odporności na korozję.

#### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z chemii w zakresie stechiometrii reakcji chemicznych, sposobów wyrażania stężeń roztworów, równowag w roztworach elektrolitów oraz podstaw termodynamiki chemicznej.
2. Wiedza z matematyki z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego.
3. Wiedza z elektrotechniki z zakresu teorii obwodów,
4. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
5. Umiejętność sporządzenia sprawozdania z przebiegu realizacji ćwiczeń oraz dokumentacji projektu.
6. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych.

#### EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – Student zna sposoby wyrażania szybkości korozji i potrafi wykonać obliczenia prowadzące do wyrażenia szybkości korozji w odpowiednich jednostkach.
- EK 2 – Student potrafi scharakteryzować termodynamiczne uwarunkowania korozji.
- EK 3 – Student zna podstawowe czynniki mające wpływ na szybkość procesów korozyjnych.
- EK 4 – Student potrafi wyznaczyć szybkość korozji materiałów metalicznych wybranymi metodami.
- EK 5 – Student posiada wiedzę dotyczącą mechanizmów korozji lokalnej oraz potrafi określić podatność pasywujących się materiałów na korozję lokalną.
- EK 6 – Student zna sposoby zabezpieczania materiałów przed korozją.
- EK 7 – Student posiada wiedzę pozwalającą na dobór materiałów konstrukcyjnych ze względu na ich odporność korozyjną oraz potrafi określić czynniki poprawiające odporność korozyjną konstrukcji na etapie ich projektowania.
- EK 8 - Student zna mechanizmy korozji wysokotemperaturowej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

<b>W 1</b> – Sposoby wyrażania szybkości korozji. Przeliczenie jednostek szybkości korozji. Reakcje utleniania i redukcji. Obliczenia na podstawie praw Faradaya'a.	<b>2 h</b>
<b>W 2</b> – Rodzaje zniszczeń korozyjnych i ich skutki.	<b>2 h</b>
<b>W 3, 4</b> – Podstawy termodynamiki chemicznej. Funkcje stanu. Samorzutność reakcji chemicznych.	<b>4 h</b>
<b>W 5, 6</b> – Ogniwa galwaniczne. Potencjał elektrodowy. Elektrody odniesienia. Równanie Nernsta. Elektrody I i II rodzaju. Samorzutność reakcji zachodzących w ogniwach.	<b>4 h</b>
<b>W 7, 8</b> – Konstrukcja i interpretacja diagramów Pourbaix. Komputerowe bazy danych umożliwiające konstrukcję diagramów Pourbaix.	<b>4 h</b>
<b>W 9</b> – Szybkość reakcji elektrodowych. Kontrola kinetyczna i dyfuzyjna szybkości reakcji. Równanie Butlera-Volmera. Równanie Tafela.	<b>2 h</b>
<b>W 10, 11</b> – Metody wyznaczania szybkości korozji metali. Przewidywanie zniszczeń korozyjnych	<b>4 h</b>
<b>W 12</b> – Pasywacja metali. Korozja lokalna (wżerowa, szczelinowa, międzykrystaliczna). Czynniki wywołujące korozję lokalną.	<b>2 h</b>
<b>W 13</b> – Korozja wysokotemperaturowa	<b>2 h</b>
<b>W 14</b> – Sposoby ochrony metali przed korozją. Inhibitory korozji. Ochrona anodowa i katodowa. Powłoki ochronne.	<b>2 h</b>
<b>W 15</b> – Dobór materiałów konstrukcyjnych ze względu na ich odporność korozyjną oraz czynniki poprawiające odporność korozyjną konstrukcji na etapie ich projektowania.	<b>2 h</b>

### Forma zajęć – LABORATORIUM

<b>L 1</b> – Zasady BHP w laboratorium korozyjnym. Sposoby wyrażania szybkości korozji.	<b>1 h</b>
<b>L 2-5</b> – Wyznaczanie szybkości korozji stopów magnezu w środowiskach o różnej agresywności	<b>4 h</b>
<b>L 6-9</b> – Wyznaczanie szybkości korozji metodą prostych Tafela.	<b>4 h</b>
<b>L 10-13</b> – Pasywacja i korozja lokalna materiałów metalicznych.	<b>4 h</b>
<b>L 14-17</b> – Wytwarzanie powłok ochronnych na bazie polimerów przewodzących.	<b>4 h</b>
<b>L 18-21</b> – Kruchość wodorowa metali.	<b>4 h</b>
<b>L 22-25</b> – Wyznaczanie współczynników efektywności inhibitorów.	
<b>L 26-29</b> – Konstruowanie diagramów Pourbaix na podstawie komputerowych baz danych	<b>4 h</b>
<b>L 15</b> – Kolokwium zaliczeniowe	<b>1 h</b>

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

<b>1.</b> – wykład z zastosowaniem środków audiowizualnych
<b>2.</b> – instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych
<b>3.</b> – laboratorium wyposażone w aparaturę do pomiarów korozyjnych
(potencjostat z komputerem do rejestracji danych pomiarowych, trójelektrodowe naczynie pomiarowe, elektrody odniesienia, szkło laboratoryjne, odczynniki chemiczne, próbki materiałów metalicznych, komputer z dostępem do internetu)
możliwość realizacji części programu zajęć poza laboratorium <i>tak /nie</i> oprogramowanie na <i>licencji/ darmowe</i> (niepotrzebne skreślić)

### SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

<b>F1.</b> – ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych
<b>F2.</b> – ocena sprawozdań z realizacji ćwiczeń objętych programem nauczania
<b>P1.</b> – ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych – kolokwium zaliczeniowe
<b>P2.</b> – ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów – kolokwium zaliczeniowe

**OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA**

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z prowadzącym	30W 30L → 60 h
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	30 h
Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	30 h
Przygotowanie sprawozdania z laboratorium	20 h
Konstrukcja diagramów Pourbaix przy pomocy internetowej bazy danych	10 h
<b>Suma</b>	<b>Σ 150 h</b>
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>	<b>5 ECTS</b>

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

1. H. Bala, Korozja Materiałów – Teoria i Praktyka, Wydawnictwo WIPMiFS, Częstochowa 2002
2. G. Wranglen, Podstawy korozji i ochrony metali, WNT, Warszawa 1985
3. Ochrona elektrochemiczna przed korozją (praca zbiorowa), WNT, Warszawa 1991
4. E. Bardal, Corrosion and Protection, Springer-Verlag, Berlin, 2004
5. N. Perez, Electrochemistry and Corrosion Science, Kluwer Academic Publishers, Boston 2004
6. J. Baszkiewicz, M. Kamiński, Podstawy Korozji Materiałów, Ofic. Wyd. PW, Warszawa 2006
7. Ch. Brett, A. Brett, Electrochemistry Principles, Methods, and Applications, Oxford University Press, Oxford, 1994
8. <a href="http://corrosion-doctors.org">http://corrosion-doctors.org</a>
9. <a href="http://www.factsage.com">http://www.factsage.com</a> <a href="http://www.crct.polymtl.ca/factweb.php">http://www.crct.polymtl.ca/factweb.php</a>

**PROWADZĄCY PRZEDMIOT (IMIE, NAZWISKO, ADRESE-MAIL)**

1. dr Marcin Malik <a href="mailto:malik@wip.pcz.pl">malik@wip.pcz.pl</a>
---

**MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	K_W01, K_W03, K_U10	C2, C4	W1, L1	1, 3	P1, P2
EK2	K_W03, K_W20, K_U13	C2	W3,4, L26-29	1, 3	P1, P2
EK3	K_W03, K_W08, K_U01, K_U10, K_K04	C1, C3	W5,6,9, L2-5, L6-9	1, 2, 3	F1, F2, P1
EK4	K_W03, K_W12, K_U10, K_K04	C1, C4	W9-11, L2-5, L6-9	1, 2, 3	F1, F2, P1
EK5	K_W03, K_W08, K_U01, K_K04	C1, C3	W2, W12, L10-13	1, 2, 3	F1, F2, P1
EK6	K_W08, K_U01, K_K04	C3	W2, W14, L14-17, L22-25	1, 2, 3	F1, F2, P1
EK7	K_W08, K_W12, K_U01	C1	W15	1	P1, P2
EK8	K_W08, K_U01	C1, C2	W13	1	P1, P2

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
<b>Efekt 1</b> Student zna sposoby wyrażania szybkości korozji i potrafi wykonać obliczenia prowadzące do wyrażenia szybkości korozji w odpowiednich jednostkach.	Student nie potrafi wymienić sposobów wyrażania szybkości korozji	Student potrafi wymienić sposoby wyrażania szybkości korozji	Student potrafi wymienić sposoby wyrażania szybkości korozji. Student potrafi dokonywać przeliczeń różnych jednostek szybkości korozji na podstawie odpowiednich równań	Student potrafi wymienić sposoby wyrażania szybkości korozji. Student potrafi dokonywać przeliczeń różnych jednostek szybkości korozji na podstawie odpowiednich równań, które potrafi wyprowadzić
<b>Efekt 2</b> Student potrafi scharakteryzować termodynamiczne uwarunkowania korozji.	Student nie potrafi wskazać termodynamicznego kryterium samorzutności reakcji chemicznych	Student potrafi wskazać termodynamiczne kryterium samorzutności reakcji chemicznych.	Student potrafi wskazać termodynamiczne kryterium samorzutności reakcji chemicznych. Potrafi wskazać obszary odporności i podatności na korozję na diagramach Pourbaix.	Student potrafi wskazać termodynamiczne kryterium samorzutności reakcji chemicznych. Potrafi wskazać obszary odporności i podatności na korozję na diagramach Pourbaix. Student potrafi wskazać możliwe sposoby ochrony przed korozją na podstawie diagramów Pourbaix.
<b>Efekt 3</b> Student zna podstawowe czynniki mające wpływ na szybkość procesów korozyjnych.	Student nie potrafi wymienić czynników wpływających na szybkość procesów korozyjnych	Student potrafi wymienić czynniki wpływające na szybkość procesów korozyjnych	Student potrafi wymienić czynniki wpływające na szybkość procesów korozyjnych. Student potrafi wyjaśnić różnice pomiędzy aktywacyjną i dyfuzyjną kontrolą szybkości procesów korozyjnych.	Student potrafi wymienić czynniki wpływające na szybkość procesów korozyjnych. Student potrafi wyjaśnić różnice pomiędzy aktywacyjną i dyfuzyjną kontrolą szybkości procesów korozyjnych. Student potrafi zinterpretować krzywą polaryzacji dla żelaza i stali stopowych
<b>Efekt 4</b> Student potrafi wyznaczyć szybkość korozji materiałów metalicznych wybranymi metodami.	Student nie potrafi wymienić żadnej metody wyznaczania szybkości korozji materiałów	Student potrafi wymienić metody wyznaczania szybkości korozji materiałów	Student potrafi wymienić metody wyznaczania szybkości korozji materiałów. Student potrafi wyznaczyć szybkość korozji metodami grawimetryczną i wolumetryczną	Student potrafi wymienić metody wyznaczania szybkości korozji materiałów. Student potrafi wyznaczyć szybkość korozji metodami grawimetryczną i wolumetryczną. Student potrafi wyznaczyć szybkość na podstawie krzywej polaryzacji metodą prostych Tafela
<b>Efekt 5</b> Student posiada wiedzę dotyczącą mechanizmów korozji lokalnej oraz potrafi określić podatność pasywujących się materiałów na korozję lokalną.	Student nie potrafi wymienić czynników wywołujących korozję lokalną.	Student potrafi wymienić czynniki wywołujące korozję lokalną	Student potrafi wymienić czynniki wywołujące korozję lokalną. Student zna mechanizmy tworzenia się wżerów na pasywujących się materiałach.	Student potrafi wymienić czynniki wywołujące korozję lokalną. Student zna mechanizmy tworzenia się wżerów na pasywujących się materiałach. Student potrafi wyznaczyć potencjał przebicia

				warstwy pasywnej i określić podatność materiału na korozję wżerową
<b>Efekt 6</b> Student zna sposoby zabezpieczania materiałów przed korozją	Student nie potrafi wymienić sposobów zabezpieczania materiałów przed korozją.	Student potrafi wymienić przynajmniej dwa sposoby zabezpieczania materiałów przed korozją	Student potrafi wymienić przynajmniej dwa sposoby zabezpieczania materiałów przed korozją. Student potrafi opisać podstawowe mechanizmy działania inhibitorów korozji. Potrafi wyjaśnić na czym polega ochrona katodowa i anodowa.	Student potrafi wymienić przynajmniej dwa sposoby zabezpieczania materiałów przed korozją. Student potrafi opisać podstawowe mechanizmy działania inhibitorów korozji. Potrafi wyjaśnić na czym polega ochrona katodowa i anodowa. potrafi wskazać materiały, z których mogą zostać wykonane protektory. Student potrafi wskazać materiały, dla których można stosować ochronę anodową i katodową oraz warunki w jakich takie rodzaje ochrony mogą być wykorzystane.
<b>Efekt 7</b> Student posiada wiedzę pozwalającą na dobór materiałów konstrukcyjnych ze względu na ich odporność korozyjną oraz potrafi określić czynniki poprawiające odporność korozyjną konstrukcji na etapie ich projektowania.	Student nie potrafi wskazać żadnych elementów konstrukcji metalowych szczególnie narażonych na korozję	Student potrafi wskazać elementy konstrukcji metalowych szczególnie narażone na korozję	Student potrafi wskazać elementy konstrukcji metalowych szczególnie narażone na korozję. Student zna mechanizm korozji szczelinowej i potrafi wskazać właściwe pod względem korozyjnym materiały służące łączeniom elementów metalowych.	Student potrafi wskazać elementy konstrukcji metalowych szczególnie narażone na korozję. Student zna mechanizm korozji szczelinowej i potrafi wskazać właściwe pod względem korozyjnym materiały służące łączeniom elementów metalowych. Student potrafi wykorzystać informacje o odporności korozyjnej materiałów metalicznych w ich kwalifikacji jako materiały konstrukcyjne
<b>Efekt 8</b> Student zna mechanizmy korozji wysokotemperaturowej.	Student nie potrafi wymienić czynników mających wpływ na szybkość korozji wysokotemperaturowej.	Student potrafi wymienić czynniki mające wpływ na szybkość korozji wysokotemperaturowej.	Student potrafi wymienić czynniki mające wpływ na szybkość korozji wysokotemperaturowej. Student potrafi wskazać kryterium przylegania warstw tlenkowych do metalu.	Student potrafi wymienić czynniki mające wpływ na szybkość korozji wysokotemperaturowej. Student potrafi wskazać kryterium przylegania warstw tlenkowych do metalu. Student potrafi ilościowo opisać szybkość wzrostu warstw tlenkowych na metalach w wysokich temperaturach

1. Z instrukcjami do ćwiczeń laboratoryjnych można zapoznać się w laboratorium 119 Katedry Chemii.
2. Ćwiczenia laboratoryjne odbywają się w laboratorium 137 Katedry Chemii.
3. Harmonogram ćwiczeń laboratoryjnych znajduje się w gablocie informacyjnej Katedry Chemii.
4. Informacje o konsultacjach znajdują się w gablocie informacyjnej Katedry Chemii.