

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026- 2030

(skrajne daty)

Rok akademicki 2028/2029

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Chemiczna i ciepło-chemiczna obróbka metali i półprzewodników
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Zarządzanie, materiały i technologie w energetyce
Poziom studiów	Studia I stopnia
Profil	Ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarna
Rok i semestr/y studiów	rok III, sem. 5
Rodzaj przedmiotu	przedmiot specjalnościowy - Fotowoltaika i ogniwa cienkowarstwowe
Język wykładowy	Język polski
Koordynator	dr Wojciech Bochnowski
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr Wojciech Bochnowski

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
5	15					15			3

1.2. Sposób realizacji zajęć zajęcia w formie tradycyjnej zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

Wykład – zaliczenie bez oceny

Zajęcia projektowe - zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Wiedza podstawowa z zakresu chemii, fizyki, materiałoznawstwa.

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C1	Nabycie wiedzy teoretycznej dotyczącej mechanizmów oddziaływania chemicznego, zjawisk dyfuzji i kinetyki reakcji powierzchniowych zachodzących w metalach i półprzewodnikach.
C2	Wykształcenie umiejętności praktycznych w zakresie realizacji i analizy procesów obróbki powierzchniowej, takich jak trawienie metali i półprzewodników, polerowanie elektrolityczne, pasywacja metali i półprzewodników, utlenianie nisko- i wysokotemperaturowe oraz obróbka cieplno- chemiczna stali.
C3	Rozwinięcie kompetencji inżynierskich w zakresie oceny i projektowania technologii obróbki powierzchniowej metali i półprzewodników.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student wyjaśnia mechanizmy oddziaływania chemicznego na metale i półprzewodniki oraz opisuje zjawiska dyfuzji i kinetyki reakcji powierzchniowych niezbędne do zrozumienia procesów trawienia, utleniania, pasywacji i modyfikacji powierzchni.	Wo3
EK_02	Student omawia i porównuje technologie obróbki chemicznej i cieplno- chemicznej stopów metali i półprzewodników.	Wo6
EK_03	Student wykazuje świadomość wpływu technologii obróbki powierzchniowej na trwałość materiałów, efektywność energetyczną, środowisko i zrównoważony rozwój, w tym zagrożenia związane z korozją chemiczną i wysokotemperaturową oraz z procesami stosowanymi w przemyśle energetycznym.	W14
EK_04	Student potrafi wyszukiwać, analizować i selekcjonować informacje dotyczące technologii obróbki powierzchniowej z literatury naukowej z bazy danych Science Direct i dokumentacji technicznej, a następnie integrować je z posiadaną wiedzą i formułować wnioski.	Uo2
EK_05	Student poprawnie posługuje się terminologią techniczną dotyczącą chemicznej i cieplno- chemicznej obróbki metali oraz modyfikacji powierzchni półprzewodników, w tym pojęciami związanymi z kinetyką reakcji powierzchniowych, pasywacją, utlenianiem, dyfuzją oraz procesami stosowanymi w mikro- i nanoelektronice.	Uo6

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

EK_o6	Student planuje, wykonuje i analizuje eksperymenty laboratoryjne obejmujące trawienie, polerowanie elektrolityczne, pasywację, utlenianie oraz obróbkę cieplno-chemiczną, a także stosuje metody pomiarowe i metrologiczne do oceny warstw powierzchniowych oraz interpretuje wyniki w kontekście inżynierskim.	Uo8
EK_o7	Student potrafi dobrać parametry technologiczne i zaprojektować procesy obróbki chemicznej, cieplno-chemicznej i dyfuzyjnej materiałów dla określonych zastosowań, uwzględniając właściwości materiału, wymagania funkcjonalne i kryteria jakościowe.	U12
EK_o8	Student rozumie znaczenie zaawansowanej wiedzy o procesach powierzchniowych w rozwiązywaniu problemów praktycznych z zakresu inżynierii materiałowej, energetyki, elektroniki i technologii przemysłowych oraz potrafi zastosować tę wiedzę do analizy i rozwiązywania problemów technicznych.	Ko1

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
<p>Mechanizmy oddziaływania chemicznego na metale i półprzewodniki. Dyfuzja i kinetyka reakcji powierzchniowych.</p> <p>Mechanizmy trawienia. Polerowanie elektrolityczne metali. Trawienie półprzewodników: Si, GaAs, SiC. Procesy czyszczenia chemicznego i przygotowanie powierzchni.</p> <p>Pasywacja aluminium, stali nierdzewnej, stopów tytanu. Pasywacja powierzchni półprzewodników (SiO_2, Al_2O_3, SiN_x, passivation layers in PV).</p> <p>Niskotemperaturowe i wysokotemperaturowe utlenianie. Powłoki ochronne tlenkowe (Al_2O_3, Cr_2O_3, SiO_2).</p> <p>Obróbka cieplno-chemiczna stali: nawęglanie, azotowanie, węgloazotowanie, azotonawęglanie, borowanie stali, proces Toyota. Technologie obróbki cieplno-chemicznej stali.</p> <p>Dyfuzyjne modyfikacje powierzchni półprzewodników. Domieszkowanie termiczne (dyfuzja B i P w Si).</p> <p>Korozja chemiczna i wysokotemperaturowa.</p> <p>Kontrola jakości i metrologia powierzchni.</p>

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
<p>Kinetyka trawienia stali, aluminium i stopów tytanu.</p> <p>Polerowanie elektrolityczne stali odpornej na korozję, aluminium.</p> <p>Trawienie półprzewodników: Si, GaAs.</p> <p>Pasywacja stopów aluminium, stali odpornej na korozję, stopów tytanu.</p> <p>Pasywacja powierzchni półprzewodników – warstwy dielektryczne (SiO_2, Al_2O_3, SiN_x).</p> <p>Utlenianie nisko- i wysokotemperaturowe oraz analiza powłok tlenkowych.</p> <p>Obróbka cieplno-chemiczna stali i analiza powstałych warstw dyfuzyjnych.</p>

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład, wykład z prezentacją multimedialną.

Projekt, analiza i interpretacja tekstów źródłowych, analiza przypadków.

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
Ek_01	Kolokwium	W
Ek_02	Kolokwium, projekt	W
Ek_03	Projekt	ZP
Ek_04	Kolokwium, projekt	W, ZP
Ek_05	Projekt	ZP
Ek_06	Projekt	ZP
Ek_07	Kolokwium, projekt	W, ZP
Ek_08	Kolokwium	W

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunki zaliczenia wykładu:

Zaliczenie wykładu odbędzie się na podstawie pozytywnej oceny z kolokwium. Kolokwium ustne. Student udziela odpowiedzi na 4 pytania. Do zdania kolokwium wymagana jest znajomość 51% treści odpowiednio na każde pytanie. Skala ocen z kolokwium: dostateczny (51 - 68)% pkt, dostateczny plus (69- 79)% pkt, dobry (80 - 89)% pkt, dobry plus (90 - 95)% pkt, bardzo dobry (96 - 100)% pkt.

Warunki zaliczenia projektu:

1. Cykliczne referowanie postępów na zajęciach;
2. Złożenie 1 projektu zgodnie z wytycznymi. Do zaliczenia opracowania wymagane jest 51% poprawnie opracowanych treści projektu. Skala ocen z projektu: dostateczny (51 - 68)% pkt, dostateczny plus (69- 79)% pkt, dobry (80 - 89)% pkt, dobry plus (90 - 95)% pkt, bardzo dobry (96 - 100)% pkt.

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia. Weryfikacja efektów kształcenia prowadzona jest na bieżąco podczas realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu umożliwi ocenę stopnia osiągnięcia efektów kształcenia. Weryfikacja efektów kształcenia w zakresie wiedzy i umiejętności odbywa się poprzez kolokwia, sprawozdania, aktywność na zajęciach oraz udział w dyskusji. Natomiast weryfikacja kompetencji społecznych jest dokonywana na podstawie aktywności na zajęciach i udział w dyskusji.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	45
SUMA GODZIN	80
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	3

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

7. LITERATURA

<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Blicharski M. Inżynieria powierzchni PWN. 2021. 2. Dobrzański L.A. Materiały inżynierskie z podstawami technologii procesów materiałowych Tom1, Tom 2. PWN 2024. 3. T. Burakowski, T. Wierzchoń, Inżynieria powierzchni metali, WNT, Warszawa 1995. 4. Praca zbiorowa, Ćwiczenia laboratoryjne z inżynierii powierzchni, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000. 5. Clarke, A., Darnon, M., Hinzer, K., & de Lafontaine, M. (2025). Review of plasma etching processes for III-V semiconductors. <i>Micro and Nano Engineering</i>, 100330. 6. Kang, H., Jin, Y., Guo, H., Hu, Y., Lang, X., Zhu, Y., & Jiang, Q. (2025). Surface etching strategy assisted in-situ functional interfacial layer formation enhancing dendrite suppression for zinc metal batteries. <i>Journal of Colloid and Interface Science</i>, 139761.
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nakonieczny A., Powierzchniowe obróbki wyrobów metalowych, Wyd. IMP, Warszawa 2000. 2. Łaskawiec J., Fizykochemia powierzchni ciała stałego. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000. 3. Mikoushkin, V. M., & Markova, E. A. (2025). XPS diagnostics of GaAs-based semiconductors with surface cleaning by ion etching. <i>Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena</i>, 147587. 4. Dranczewski, J., Fischer, A., Tiwari, P., Scherrer, M., Saxena, D., Schmid, H., ... & Moselund, K. (2023). Plasma etching for fabrication of complex nanophotonic lasers from bonded InP

semiconductor layers. *Micro and Nano Engineering*, 19, 100196.

5. Hunt, P., Hartley, J. M., Rabeea, M. A., Abbott, A. P., & Elgar, C. E. (2025). Electrochemical etching of metals and minerals using ultrasound in deep eutectic solvents. *Ultrasonics Sonochemistry*, 107403.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej