

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023-2027

(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	Obróbka cieplna i inżynieria powierzchni
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok, 5 semestr
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy - Nieinwazyjne metody badania materiałów
Język wykładowy	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				15 (projekt)	4

**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 laboratoryjne – zaliczenie z oceną  
Zajęcia projektowe- zaliczenie z oceną

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Znajomość podstaw fizyki (termodynamiki), chemii, fizyki technicznej i materiałoznawstwa

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Kształtowanie kompetencji studentów z w zakresie obróbki termicznej i inżynierii powierzchni, oraz zapoznanie ich z nowoczesnymi metodami w tym zakresie m.in.: <ul style="list-style-type: none"><li>• uświadamianie studentom możliwości, jakie odkrywają technologie i właściwości powłok ochronnych - geometryczne, geometryczno - fizykochemiczne, fizykochemiczne;</li><li>• przekazanie wiedzy o najważniejszych metodach i technikach wytwarzania powłok funkcjonalnych, o ich zaletach, ograniczeniach, o sposobach przygotowania powierzchni przedmiotów do pokrycia;</li><li>• przekazanie wiedzy z zakresu wybranych technik wytwarzania powłok oraz ich zastosowania.</li></ul>
C <sub>2</sub>	Przekazanie wiedzy na temat struktury i budowy materiałów na poziomie molekularnym, sposobu doboru powłok materiałów w zależności od rodzaju elementu, warunków i środowiska pracy. Zaznajomienie z praktycznymi aspektami różnych technologii wytwarzania powłok ochronnych oraz podstawowymi mechanizmami tworzenia się struktur ceramicznych i kompozytowych
C <sub>3</sub>	Zaznajomienie studentów z obróbką cieplną materiałów oraz zastosowaniem termodynamiki do opisu i modelowania procesów obróbki cieplnej, przemian fazowych, dyfuzji atomów w procesach technologicznych

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	Student zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu budowy materii, wytwarzania nowoczesnych materiałów w postaci powłok oraz w zakresie metodyki badań struktury i własności fizycznych	K_W04
EK_02	Student zna i rozumie wybrane zagadnienia w zakresie stosowania termodynamiki do opisu i modelowania procesów obróbki cieplnej, przemian fazowych, dyfuzji atomów w procesach technologicznych	K_W05
EK_03	Student zna i rozumie zagadnienia o cyklu życia produktów oraz zasady funkcjonowania i eksploatacji aparatury do obróbki cieplnej, urządzeń i systemów wykorzystujących metody technologii wytwarzania cienkich warstw, szczególnie w aspekcie wytwarzania nanomateriałów mających zastosowanie w przemyśle lotniczym	K_W10
EK_04	Student potrafi planować i przeprowadzać podstawowe badania i pomiary własności fizycznych materiałów po	K_U05

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

	obróbce cieplnej oraz cienkich warstw, identyfikować problematykę fizyczną w procesach technologicznych obróbki cieplnej oraz wytwarzania cienkich warstw oraz wykorzystywać metodykę badań fizycznych (eksperymentalnych i teoretycznych), interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski celem rozwiązania zadań z zakresu obróbki cieplnej i inżynierii powierzchni	
EK_05	Student potrafi zaprojektować i zbudować proste urządzenie, obiekt, system lub proces typowy dla inżynierii powierzchni używając właściwych technik, metod i narzędzi	K_U10
EK_06	Student jest gotów do podnoszenia swoich kwalifikacji, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności do zmian zachodzących w technice i technologii powierzchni i zakresie obróbki cieplnej	K_Ko1

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Układy i sieci krystalograficzne metali. Defekty sieci krystalicznej. Defekty punktowe. Dyslokacje całkowite i częściowe. Błędy ułożenia. Polikrystaliczna struktura metali. Własności metali a ich budowa atomowa. Obróbka plastyczna metali a defekty
Układy równowagi fazowej materiałów. Układy równowagi fazowej. Energia wewnętrzna. Energia swobodna faz stopu. Reguła faz Gibbsa. Budowa fazowa – rodzaje roztworów. Układ równowagi fazowej żelazo : węgiel. Odmiany alotropowe żelaza. Klasyfikacja stali i przykłady oznaczeń. Układy równowagi fazowej ceramiki. Układy czteroskładnikowe.
Przemiany w stali. Technologia zwykłej obróbki cieplnej. Przemiany w stali podczas chłodzenia. Przemiana martenzytyczna. Zdrowienie statyczne. Zarodkowanie. Hartowanie. Odpuszczanie. Obróbka cieplno-chemiczna. Dyfuzyjne nasycanie stali węglem i azotem. Przemiany cieplne podczas wyżarzania metali. Rekrystalizacja.
Odlewnicze stopy żelaza . Staliwa niestopowe. Staliwa stopowe. Żeliwa niestopowe i stopowe. Stale austenityczne. Odporność korozyjna dla różnych gatunków stali. Stale austenityczne. Stal austenityczno – ferrytyczna (stal duplex). Badania własności materiałów konstrukcyjnych .
Powłoki ochronne. Inżynieria powierzchni. Powłoka - definicja i budowa. Metalizowanie tworzyw sztucznych – techniki. Parametry charakteryzujące powłoki- geometryczne, geometryczno - fizykochemiczne, fizykochemiczne. Charakterystyka powłok. Adhezja – teorie opisujące zjawisko. Kompozyty - materiały współczesnej techniki. Powłoki nanokrystaliczne – właściwości.
Ogólna charakterystyka procesów nanoszenia powłok i ich rozwoju. Mechanizm i przyczyny korozji. Rodzaje korozji: Korozja chemiczna i elektrochemiczna. Metody zwalczania korozji.

Powłoka na blachach. Powłoki antykorozyjne bez chromu. Pasywacja stali chromowej. Powłoki polietylenowe. Powłoki poliuretanowe. Zabezpieczenie antykorozyjne.
Powłoki przeciwzużyciowe. Materiały dla narzędzi. Przeciwzużyciowa obróbka powierzchniowa. Powłoki tribologiczne. Powłoki z barierą cieplną. Osadzanie powłok nanostrukturalnych. Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym. Opracowanie parametrów technologicznych procesu powłok.
Metalizowanie – techniki. Chemiczne nakładanie metali. Etapy przygotowania powierzchni. Galwaniczne nakładanie metali. Metalizowanie natryskowe. Metody próżniowego naporowywania metali. Naporowywanie bezprądowe. Napylenie katodowe. Metalizowanie jonowe. Powłoki dyfuzyjne. Dyfuzyjne powłoki aluminiowa na stali. Proces dyfuzyjny chromowania. Cynkowanie dyfuzyjne. Platerowanie grubych warstw.
Naparowanie warstw - VPE (Vapour Phase Epitaxy). Naparowanie próżniowe. Magnetronowe rozpylanie jonowe (magnetron sputtering). Pulsed Laser Deposition (PLD). CVD, MOCVD, MBE. Mikroskopie powierzchni. Skaningowa mikroskopia elektronowa - (SEM). Mikroskop sił atomowych –AFM. Technika XRD.

#### B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Obserwacja technikami mikroskopowymi powierzchni metalu po obróbce cieplno-chemicznej
Wyznaczanie odporności powłok ze szkliv ceramicznych na nagłe zmiany temperatury
Kinetyka utleniania powierzchni metali w wysokich temperaturach
Wyznaczanie optycznej przerwy wzbronionej cienkich powłok optycznych
Wyznaczanie współczynnika załamania cienkich warstw metodą spektroskopową

#### C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Wykonanie opracowania z tematyki inżynierii powierzchni (do wyboru) z zakresu: techniki implantacyjnej, technik jonowych i plazmowych, właściwości tribologicznych, mechanicznych i antykorozyjnych materiałów implantowanych, obróbek jarzeniowych i rozpylania jonowego, rozwoju techniki PVD, technik CVD i PVD w kształtowaniu właściwości powierzchni części maszyn i narzędzi, właściwości technologicznych i eksploatacyjnych powłok osadzanych metodami PVD, właściwości tribologicznych, antykorozyjnych i dekoracyjnych powłok wytwarzanych w środowisku plazmy niskotemperaturowej. Zaprojektowanie parametrów omawianych procesów dla konkretnych rozwiązań.

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład problemowy/wykład z prezentacją multimedialną

Zajęcia projektowe: metoda projektów

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń.

#### 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	Test końcowy, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	w, lab, projekt
EK_02	Test końcowy, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	w, lab, projekt
EK_03	Test końcowy, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	w, lab, projekt
EK_04	Test końcowy, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	w, lab, projekt
EK_05	Test końcowy, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	w, lab, projekt
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć	lab, projekt

##### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się poprzez kolokwia, sprawozdania, projekt, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Weryfikacja efektów uczenia się zajęć bez udziału nauczycieli odbywać się będzie na podstawie oceny z przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych oraz na teście końcowym. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Warunkiem koniecznym uzyskania oceny pozytywnej z przedmiotu jest wykazanie się wiedzą oraz umiejętnościami, które sprawdzane są na pisemnym teście z wykładu, ustnie podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych.

Wykład – zaliczenie testu i obecność na co najmniej 80% godzin zajęć. Student otrzymuje zaliczenie w przypadku co najmniej 50% prawidłowych odpowiedzi z testu i i obecności na co najmniej 80% godzin zajęć.

Laboratorium:

Po każdej części materiału student wykonuje praktyczne ćwiczenia, które są oceniane przez prowadzącego laboratorium.

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen cząstkowych, przy czym student musi pozytywnie zaliczyć każdą część materiału

dost. (51 - 60)% pkt,  
+dost. (61 - 70)% pkt,  
dobry (71 - 80)% pkt,  
+dobry (81 - 90)% pkt,

Zajęcia projektowe

Zajęcia projektowe zaliczane są na podstawie przedstawionego projektu.

Kryterium oceniania

dost. (51 - 60)% pkt,  
+dost. (61 - 70)% pkt,  
dobry (71 - 80)% pkt,  
+dobry (81 - 90)% pkt,

## 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	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, teście )	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, testu, kolokwium, przygotowanie projektu itp.)	50
SUMA GODZIN	100
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>4</b>

\* 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"> <li>1. Blicharski M. - Wstęp do inżynierii materiałowej. Stal - WNT, Warszawa. - 2009</li> <li>2. Dobrzański L.A. - Metalowe materiały inżynierskie - WNT, Warszawa . - 2004</li> <li>3. Dobrzański L.A. - Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe. Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo - WNT, Warszawa. - 2006</li> <li>4. Sieniawski J. (red) - Metaloznawstwo i podstawy obróbki cieplnej - Oficyna Wyd. Pol. Rzeszowskiej, Rzeszów . - 1999</li> <li>5. K. Wesołowski: Metaloznawstwo i obróbka cieplna. Warszawa: WNT, 1981. (pol.)</li> <li>6. Głowacka M.: Inżynieria powierzchni i warstwy wierzchnie-wybrane zagadnienia. Skrypt Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej, 2014</li> <li>7. Kupczyk M.J.: Wytwarzanie i eksploatacja narzędzi skrawających z powłokami przeciwwuzyciowymi, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2009</li> <li>8. Burakowski T., Wiurchoń T.: „Inżynieria powierzchni metali”, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1995</li> <li>9. Hryniewicz T.: „Technologia powierzchni i powłok”, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2004</li> </ol>
---

Literatura uzupełniająca:

1. Encyklopedia techniki. T. Metalurgia. Katowice: Wydawnictwo "Śląsk", 1978, s. 459. (pol.)
2. Dobrzański L.A. - Metaloznawstwo opisowe stopów metali nieżelaznych - Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice. - 2008
3. Hernas A. - Żarowytrzymałość stali i stopów cz.I - Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice. – 2000
4. Przybyłowicz K. - Metaloznawstwo - WNT, Warszawa. - 2007
5. St. Rudnik: Metaloznawstwo. Warszawa: PWN, 1996. (pol.),
6. St. Prowans: Materiałoznawstwo. Warszawa: PWN, 1997. (pol.),
7. K. Przybyłowicz: Metaloznawstwo. Warszawa: WNT, 1996. (pol.),
8. Michalski A. J., Fizykochemiczne podstawy otrzymywania powłok z fazy gazowej. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
9. Barbara Surowska: Wybrane zagadnienia z korozji i ochrony przed korozją. Lublin: Politechnika Lubelska, 2002,
10. Posadowski W.M.: „Niekonwencjonalne układy magnetronowe do próżniowego nanoszenia cienkich warstw”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej