

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2020-2022

(skrajne daty)

Rok akademicki 2021/2022

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Technologia powłok ochronnych</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia drugiego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, 3 semestr
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy
Język wykładowy	polski
Koordinator	dr Wojciech Bochnowski
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr Wojciech Bochnowski, dr inż. Małgorzata Trzyna-Sowa

\* -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 (Projekt)	Liczba pkt. ECTS
3	30			15				15	5

**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 – egzamin

Laboratorium – zaliczenie z oceną

Zajęcia projektowe – zaliczenie z oceną

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Zna podstawy budowy materiałów, pojęcie struktury, mechanizmy przemian fazowych w materiałach oraz sposoby dokonywania zmian właściwości strukturalnych materiałów. Jest zapoznany z metodami analizy i oceny parametrów struktury materiałów w aspekcie ich właściwości użytkowych.

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

### 3.1 Cele przedmiotu

C1	Celem zajęć jest: poznanie budowy, właściwości i zastosowania powłok TBC, powłok odpornych na zużycie ścierne; zapoznanie metod wytwarzania powłok ochronnych.
----	--

### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Student potrafi scharakteryzować powłoki pod względem składu fazowego, składu chemicznego, właściwości fizycznych i mechanicznych wymaganych w środowisku pracy.	K_Wo2
EK_02	Student zna podstawowe modele opisujące przewodzenie ciepła przez powłokowe bariery cieplne Zna i rozumie mechanizmy zużycia warstwy wierzchniej eksploatowanej w określonych warunkach pracy. Potrafi zaprojektować prostą powłokę z uwzględnieniem czynników materiałowych i technologicznych.	K_Wo3 K_Wo7 K_U10
EK_03	Student potrafi opisać zasadę działania i wymagania dla poszczególnych modułów, urządzeń stosowanych w procesach CVD; natryskiwania HVAF, HVOF; napawania.	K_Uo6
EK_04	Potrafi ocenić jakość powłok oraz wskazać przyczyny wad powstałych w procesie wytwarzania.	K_U11
EK_05	Student potrafi korzystać z aktualnych danych literaturowych zawartych w czasopiśmie naukowych m.in. Coatings, Surface and Coatings Technology. Szanuje prawa autorskie, rzetelnie ocenia pracę współpracowników grupy.	K_U12 K_Ko3
EK_06	Student potrafi zdefiniować środowisko potencjalnych odbiorców technologii modyfikacji warstwy wierzchniej. Potrafi zaplanować poszczególne etapy wdrożenia procesu wytwarzania warstw wierzchnich.	K_Ko2

EK_07	Student potrafi optymalizować parametry procesu CVD ze względu na czas, temperaturę i koszty.	K_Ko4
-------	---	-------

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne:
Właściwości strukturalne warstwy powierzchniowej. Model strefowy warstwy wierzchniej.
Technologie modyfikowania warstwy wierzchniej materiałów konstrukcyjnych metodami cieplno-chemicznymi nasycania dyfuzyjnego.
Materiały konstrukcyjne dla zastosowań w turbinach gazowych Ceramiczne tworzywa konstrukcyjne i powłoki ochronne dla zastosowań w turbinach gazowych.
Korozja wysokotemperaturowa stopów metali.
Struktura, mikrostruktura i właściwości powłok TBC.
Ceramiczne materiały monolityczne i kompozytowych dla zastosowań w turbinach gazowych.
Metody badań właściwości fizycznych i mechanicznych powłok.
Metody wytwarzania powłok ochronnych z wykorzystaniem technologii metalizacji natryskowej płomieniowo-gazowej i elektrycznej – łukowej.
Powłoki ochronne, uzyskiwanych z naddźwiękowego strumienia metalizacyjnego
Rozwiązania materiałowo-technologiczne regeneracji części maszyn z wykorzystaniem technik napawania i platerowania powłok ochronnych.

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne:
Ocena właściwości technologicznych warstw powierzchniowych po ich wytworzeniu.
Analiza wytrzymałości adhezyjnej powłok ochronnych przy odmiennych stanach obciążeń
Ocena stopnia degradacji struktury warstw powierzchniowych w warunkach zużywania tribologicznego.
Badanie korozji wysokotemperaturowej materiałów metalicznych i ceramicznych.

#### C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne:
Mikrostruktura i właściwości natryskiwanych plazmowo powłok TBC.
Mikrostruktura i właściwości powłok TBC wytwarzanych w technologii CVD.
Mikrostruktura i właściwości powłok TBC wytwarzanych w procesie próżniowego above pack.

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną.

Laboratorium: uczenie się poprzez rozwiązywanie zadań praktycznych, analiza i interpretacja tekstów źródłowych, analiza przypadków, samodzielna lub grupowa praca w laboratorium.

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	Egzamin, sprawozdania.	W, Lab.
EK_02	Egzamin, sprawozdania.	W, Lab.
EK_03	sprawozdania, projekt.	W, Lab., Zaj. proj.
EK_04	Egzamin, sprawozdania, projekt.	W, Lab., Zaj. proj.
EK_05	Egzamin, projekt.	W, Zaj. proj.
EK_06	Egzamin, sprawozdania, projekt.	W, Lab., Zaj. proj.
EK_07	obserwacje w trakcie zajęć, sprawozdania, projekt.	Lab., Zaj. proj.

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunki zaliczenia wykładu:

zaliczenie wykładu odbędzie się na podstawie pozytywnej oceny z pytań egzaminacyjnych sprawdzających wiedzę przekazaną na wykładzie.

Egzamin w formie pisemnej, należy udzielić odpowiedzi na 6 pytań.

Odpowiedź na każde pytanie punktowana jest osobno w skali 0-100%. Średnia arytmetyczna uzyskanych punktów stanowi podstawę oceny z egzaminu wg skali:

0 ÷ 50% - niedostateczny, 51 ÷ 68% - dostateczny, 69 ÷ 79% - dostateczny plus, 80 ÷ 89% - dobry, 90 ÷ 95% - dobry plus, 96 ÷ 100% - bardzo dobry.

Warunki zaliczenia laboratorium:

1. Zaliczenie i wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych.

2. Oddanie poprawnych sprawozdań z ćwiczeń laboratorium.

3. Zaliczenie 1 kolokwium.

Do zaliczenia kolokwium wymagane jest 51% poprawnych odpowiedzi. 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.

Średnia arytmetyczna punktów z kolokwium stanowi podstawę oceny z laboratorium wg skali: 0 ÷ 50% - niedostateczny, 51 ÷ 68% - dostateczny, 69 ÷ 79% - dostateczny plus, 80 ÷ 89% - dobry, 90 ÷ 95% - dobry plus, 96 ÷ 100% - bardzo dobry.

Warunki zaliczenia zajęć projektowych:

1. Złożenie projektu.

Do zaliczenia projektu wymagane jest 60% poprawnie opracowanych zagadnień omawianych podczas zajęć. Skala ocen z projektu: dostateczny (60 - 68)% pkt, dostateczny plus (69- 79)% pkt, dobry (80 - 89)% pkt, dobry plus (90 - 95)% pkt, bardzo dobry (96 - 100)% 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 kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	60
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	60
SUMA GODZIN	125
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>5</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

Literatura podstawowa:

1. T. Burakowski, T. Wierzchoń, Inżynieria powierzchni metali, WNT, Warszawa 1995.
2. Klimpel, Napawanie i natryskiwanie cieplne – technologie, WNT, 2000
3. Praca zbiorowa, „Ćwiczenia laboratoryjne z inżynierii powierzchni”, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
4. Xinqing Ma, Kristina Rivellini, Peter Ruggiero, George Wildridge, Novel Thermal Barrier Coatings with Phase Composite Structures for Extreme Environment Applications: Concept, Process, Evaluation and Performance, Coatings 2023, 13(1), 210;

<https://doi.org/10.3390/coatings13010210>

Literatura uzupełniająca:

1. P. Kula, „Inżynieria warstwy wierzchniej”, Wyd. Politechniki Łódzkiej, 2000 .
2. A. Nakonieczny, „Powierzchniowe obróbki wyrobów metalowych”, Wyd. IMP, Warszawa 2000
3. J. Łaskawiec, „Fizykochemia powierzchni ciała stałego”, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
4. A.J. Michalski, Fizykochemiczne podstawy otrzymywania powłok z fazy gazowej, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000
5. G. Moskal Mikrostruktura i właściwości natryskiwanych plazmowo powłokowych barier cieplnych na bazie cyrkonianu gadolinu., Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej