

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2022-2024

(skrajne daty)

Rok akademicki 2023/2024

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Wytwarzanie i właściwości materiałów twardych i supertwardych</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

\* -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)**

Wykład – egzamin

Laboratorium – zaliczenie z oceną

Zajęcia projektowe – zaliczenie z oceną

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Wiedza z zakresu: podstaw nauki o materiałach, wytrzymałości materiałów, mikroskopowych metod i technik badań, technologii procesów materiałowych, rentgenowskich metod analizy.
--

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Nabywanie wiedzy w zakresie: - struktury, mikrostruktury materiałów twardych i supertwardych, - podstawowych metod wytwarzania powłok ceramicznych oraz elementów z ceramiki technicznej, - zastosowania materiałów twardych i supertwardych, - podstawowych metod badań właściwości materiałów twardych i supertwardych.
C <sub>2</sub>	Nabywanie umiejętności doboru ceramiki technicznej w zależności od stawianych wymagań materiałowych i ekonomicznych.
C <sub>3</sub>	Nabywanie świadomości ciągłego doskonalenia w dziedzinie technologii wytwarzania i zastosowania materiałów twardych i supertwardych.

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Potrafi zastosować prawa dyfuzji w modelowaniu procesu synteryzacji materiałów ceramicznych.	K_Wo3
EK_02	Wyznacza podstawowe parametry właściwości fizycznych i mechanicznych (twardość, moduł E, energię odkształcenia sprężystego, plastycznego, odporności na pękanie) ceramik.	K_Wo7
EK_03	Potrafi dobrać materiały ceramiczne na elementy maszyn i urządzeń zależnie od warunków pracy, potrafi dobrać powłoki supertwarde na narzędzia do obróbki skrawaniem.	K_Uo6
EK_04	Zna zagrożenia występujące w procesach produkcji ceramik technicznych, diamentów syntetycznych.	K_Uo8
EK_05	Potrafi zaprojektować prostą powłokę ceramiczną do zastosowań w węzłach tarcia.	K_U10
EK_06	Zna aktualny stan wiedzy oraz wskazuje trendy rozwoju materiałów supertwardych na podstawie informacji z czasopism naukowych wydawnictwa Elsevier, Springer.	K_U11
EK_07	Odpowiedzialnie i rzeczowo przygotowuje opracowania szanując prawa autorskie.	K_Ko3
EK_08	Dobiera technologię i wykonawcę supertwardych powłok na narzędzia w zależności od wymagań	K_Ko4

	konstrukcyjno materiałowych oraz założonych celów ekonomicznych.	
--	--	--

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu.

Treści merytoryczne:
Podstawy prognozowania właściwości materiałów.
Metody pomiaru twardości, twardość materiałów ceramicznych.
Właściwości materiałów ceramicznych.
Kruchość materiałów ceramicznych.
Materiały supertwarde – charakterystyka diamentu, azotku boru, azotku węgla.
Supertwarde związki dwu i trójskładnikowe.
Nanokrystaliczne materiały tlenkowe.
Charakterystyka powłok azotku tytanu.
Charakterystyka procesów technologii materiałów ceramicznych.
Obróbka ceramicznych materiałów technicznych.
Perspektywy rozwoju materiałów supertwardych.

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych.

Treści merytoryczne:
Charakterystyka materiałów supertwardych, treści przedmiotu, warunki zaliczenia, BHP laboratorium.
Badanie właściwości mechanicznych powłok metodą nanoindentacji.
Badanie właściwości tribologicznych materiałów twardych i supertwardych.
Badanie odporności na pękanie materiałów ceramicznych w próbie trójpunktowego zginania.
Wyznaczenie naprężeń własnych w powłokach azotków metali przejściowych.
Badania mikrostruktury i składu powłok wielowarstwowych stosowanych na narzędzia.

#### C. Problematyka zajęć projektowych .

Treści merytoryczne:
Elementy ceramiczne z azotku boru.
Powłoki tribologiczne wytwarzane na elementach konstrukcyjnych.
Powłoki węglikoazotków tytanu.
Cermetale w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym.
Powłoki wielowarstwowe na narzędziach skrawających.
Materiały ściernie i polerskie.

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną.

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń. Praca w grupach.

Zajęcia projektowe: analiza przypadków, analiza i interpretacja tekstów źródłowych, praca w grupach.

#### 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
EK_01	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.
EK_02	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.
EK_03	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.
EK_04	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.
EK_05	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.
EK_06	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.
EK_07	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.
EK_08	kolokwium, sprawozdanie, projekt, egzamin	W, Lab., Zaj. proj.

##### 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 odbywa się poprzez kolokwia, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Natomiast weryfikacja kompetencji społecznych odbywa się poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Warunki zaliczenia wykładu:

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

Egzamin w formie pisemnej, z możliwością korzystania z literatury.

Na podstawie analizy treści jednej publikacji wybranej z czasopism: Surface and Coatings Technology, Diamond and Related Materials, Ceramics International, Materials Science and Engineering należy udzielić odpowiedzi na 8 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.

Warunki zaliczenia projektu:

1. Obecność na zajęciach i cykliczne referowanie postępów.
2. Złożenie opracowania 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.

## 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.)	70
SUMA GODZIN	135
<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. Olszyna A.,R., Twardość a kruchość tworzyw ceramicznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2012.
2. Olszyna A.,R, Ceramika supertwarda. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2011.
3. K. Woźniak, Materiały ściernie i polerskie WNT, Warszawa 2022.
4. Michael Asby M., Shercliff H., Cebon D., Inżynieria materiałowa tom1 i tom 2. Wydawnictwo Galaktyka, Łódź 2012.
5. Jurczyk M., Jakubowicz j., Nanomateriały ceramiczne. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2004.
6. Lewandowska M., Kurzydłowski K., Nanomateriały Konstrukcyjne i Funkcjonalne. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej 2013.
7. Cichosz P., Narzędzia skrawające, WNT, Warszawa 2013.

8. Oczoś K., E., *Kształtowanie ceramicznych materiałów technicznych*. Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej 1996.
9. Matthey, B., Pirling, T., Herrmann, M., & Schreiber, J. (2020). Determination of bulk residual stresses in superhard diamond-SiC materials. *Journal of the European Ceramic Society*, 40(4), 1035-1042. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2019.11.055>
10. Chen, F., Yan, K., Zhang, X., Zhu, Y., & Hong, J. (2021). Microscale simulation method for prediction of mechanical properties and composition design of multilayer graphene-reinforced ceramic bearings. *Ceramics International*, 47(12), 17531-17539. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.03.071>

Literatura uzupełniająca:

1. Tematyczne artykuły naukowe czasopism z baz Science Direct, MDPI, Wiley Library, Sieć badawcza Łukasiewicz: *Surface and Coatings Technology, Diamond and Related Materials, Ceramics International, Materials Science and Engineering, Thin Solid Films, Surface Engineering*.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

