

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023-2025

(skrajne daty)

Rok akademicki 2024/2025

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Wytwarzanie i właściwości materiałów twardych i supertwardych
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	rok II, semestr 3
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy
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
3	30			15				15 (projekt)	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

Wiedza z przedmiotów: podstawy nauki o materiałach, wytrzymałość materiałów, mikroskopowe metody i techniki badań, technologie procesów materiałowych, rentgenowskie metody analizy.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Nabycie 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 ₂	Nabycie umiejętności doboru ceramiki technicznej w zależności od stawianych wymagań materiałowych i ekonomicznych.
C ₃	Nabycie 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 sytneryzacji materiałów ceramicznych.	K_Wo2 K_Wo3
EK_02	Wyznacza podstawowe parametry właściwości fizycznych i mechanicznych (twardość, moduł E, energię odkształcenia sprężystego, plastycznego, odporności na pękanie) ceramiki.	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 ceramiki 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 konstrukcyjno-materiałowych oraz założonych celów ekonomicznych.	K_Ko4

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 laboratoriów

Treści merytoryczne
Badania mikro i nanotwardości materiałów ceramicznych.
Wyznaczanie energii odkształcenia sprężystego i energii odkształcenia plastycznego ceramiki supertwardej.
Badania topografii powłok na narzędziach. Pomiary naprężeń własnych powłok na podstawie formuła Stoney'a.
Badania odporności na pękanie w próbie zginania.
Badania tribologiczne elementów z ceramiki Al_2O_3 i węglików spiekanych WC.
Badania mikrostruktury i składu powłok wielowarstwowych stosowanych na narzędzia.
Analiza fazowa XRD powłok na narzędziach skrawających.

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Materiały twarde i supertwarde: perspektywa obliczeniowa
Odporność tribologiczna supertwardych powłok na bazie boru.
Supertwarde materiały B-C-N.
Supertwarde powłoki DLC.
Badania materiałów supertwardych za pomocą wielocyklowej nanoindentacji.
Metody pomiaru naprężeń własnych w twardych i supertwardych powłokach.
Elementy ceramiczne wytwarzane technologią druku 3D.

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 kształcenia 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)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	72
SUMA GODZIN	135
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	5

** 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:

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