



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-0000EGI-0341	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Oczyszczanie powietrza: podejście materiałowe i procesowe		
			w j. angielskim	Air purification: material and process engineering approach		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe					
Kierownik przedmiotu	dr hab. Inż. Anna Jackiewicz-Zagórska		Prowadzący zajęcia	dr hab. Inż. Anna Jackiewicz-Zagórska		
Jednostka realizująca	Wydział Inżynierii Chemicznej I Procesowej	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria chemiczna, inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, inżynieria materiałowa			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	24	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	0	0	2	0
	łącznie w semestrze	26	0	0	4	0

1. Wymagania wstępne

Brak

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie uczestnikom wiedzy z zakresu technologii oczyszczania powietrza z wykorzystaniem różnych materiałów, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów włókninowych, oraz zrozumienie mechanizmów odpowiedzialnych za filtrację cząstek aerozolowych.

Uczestnicy poznają:

- kluczowe parametry projektowe materiałów filtracyjnych,
- mechanizmy wychwytu cząstek w układach porowatych,
- metody pomiarowe i oceny efektywności filtracji,
- wyzwania związane z bioaerozolami i nanocząstkami,
- zastosowania filtrów w różnych gałęziach przemysłu, w ochronie środowiska i zdrowia.

Dodatkowym celem przedmiotu jest zwiększenie świadomości uczestników na temat zagrożeń, jakie niosą ze sobą aerozole – zarówno w skali mikrobiologicznej (np. wirusy, alergen), jak i środowiskowej (np. pyły zawieszone). Zrozumienie ich wpływu na zdrowie ludzi i środowisko ma kluczowe znaczenie dla rozwijania skutecznych technologii inżynierskich.

Wykład ma charakter interdyscyplinarny i służy rozwinięciu umiejętności łączenia wiedzy z zakresu materiałoznawstwa, inżynierii środowiska i ochrony zdrowia w kontekście aktualnych wyzwań cywilizacyjnych.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

1. Wprowadzenie do problematyki aerozoli i jakości powietrza

- Rodzaje aerozoli i źródła emisji (naturalne, antropogeniczne)
- Charakterystyka cząstek PM, nanocząstek, bioaerozoli
- Skutki zdrowotne i środowiskowe



2. Proces filtracji

- Mechanizmy zatrzymywania cząstek
- Opis procesu filtracji cząstek w materiałach włókninowych
- Wskaźniki efektywności filtrów (penetracja, opór przepływu)

3. Materiały filtracyjne i ich właściwości

- Włókniny filtracyjne – struktura, rodzaje włókien, technologie produkcji
- Nanowłókna, włókna funkcjonalizowane, warstwy elektrostatyczne
- Starzenie i regeneracja materiałów filtracyjnych

4. Projektowanie i zastosowania filtrów

- Maski ochronne, filtry HVAC, oczyszczacze powietrza, filtry przemysłowe
- Zastosowania w ochronie zdrowia, elektronice, motoryzacji
- Normy i certyfikacja filtrów (np. EN, ISO, NIOSH)

5. Nowe trendy i wyzwania

- Filtracja nanocząstek i wirusów
- Zrównoważony rozwój w technologii filtracji – biodegradowalne materiały, recykling
- Integracja z systemami pomiarowymi i cyfrowymi (AI).

Laboratorium

- Zapoznanie z metodami pomiaru efektywności filtrów przy użyciu aerozoli testowych
- Wyznaczanie parametrów takich jak penetracja (skuteczność), spadek ciśnienia
- Analiza wpływu struktury materiału na efektywność wychwytu cząstek
- Ocena różnic między materiałami o różnym składzie i technologii produkcji

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Zna i rozumie mechanizmy filtracji aerozoli w materiałach włókninowych	SD_W2, SD_W3	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
W02	Zna fizyczne i chemiczne właściwości aerozoli oraz ich wpływ na zdrowie i środowisko	SD_W1, SD_W2	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
W03	Rozumie aktualne wyzwania technologiczne i środowiskowe związane z jakością powietrza	SD_W1, SD_W3	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
W04	Rozumie zależności między strukturą materiałów filtracyjnych a ich skutecznością	SD_W2	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
Umiejętności			
U01	Potrafi dobrać i ocenić materiały filtracyjne do konkretnych zastosowań inżynierskich	SD_U1	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
U02	Potrafi posługiwać się słownictwem związanym z procesami filtracyjnymi	SD_U4	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
U03	Umie przeprowadzić pomiary efektywności filtracyjnej i interpretować wyniki	SD_U2	ocena aktywności w trakcie zajęć (laboratorium)



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

U04	Analizuje złożone procesy oczyszczania powietrza w kontekście interdyscyplinarnym	SD_U1, SD_U5	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
U05	Potrafi analizować strukturę i właściwości materiałów filtracyjnych	SD_U1	ocena prezentacji, ocena aktywności w trakcie zajęć
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi odpowiedzialnie analizować zagrożenia związane z jakością powietrza i ich wpływ na zdrowie publiczne	SD_K2, SD_K3	ocena aktywności w trakcie zajęć
K02	Wykazuje gotowość do współpracy interdyscyplinarnej w projektach związanych z inżynierią środowiska i technologiami materiałowymi	SD_K1, SD_K5	ocena aktywności w trakcie zajęć
K03	Potrafi myśleć i działać samodzielnie proponując alternatywne rozwiązania	SD_K4	ocena aktywności w trakcie zajęć

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Warunkiem uzyskania zaliczenia przedmiotu jest otrzymanie pozytywnej oceny (5; 4,5; 4; 3,5; 3) z pracy zaliczeniowej przygotowanej indywidualnie lub zespołowo w formie prezentacji.

6. Literatura

- [1] Hinds, W.C., Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, Wiley-Interscience, 1999.
- [2] Hutten, I.M., Handbook of Nonwoven Filter Media, Elsevier, 2015.
- [3] Baron, P.A., Willeke, K., Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications, Wiley, 2011.
- [4] Artykuły z czasopism naukowych, np. Journal of Aerosol Science, Atmospheric Environment, Environmental Science & Technology (wydania bieżące i archiwalne rekomendowane przez prowadzącego).

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	6
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	6
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		52
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	2
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	0