Politechnika Łódzka

Przepływy wielofazowe

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria procesów przemysłowych **Specjalność/ścieżka** - **Jednostka organizacyjna** Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska **Poziom studiów** studia pierwszego stopnia (inżynier) **Forma studiów** studia stacjonarne **Profil studiów** ogólnoakademicki	**Cykl dydaktyczny** 2026/27 **Kod przedmiotu** **Język wykładowy** polski **Obligatoryjność** Przedmioty do wyboru **Blok zajęciowy** Przedmioty kierunkowe **Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi** Tak

Kierownik przedmiotu	Piotr Owczarz
Prowadzący zajęcia	Piotr Owczarz, Remigiusz Modrzewski, Jarosław Sowiński, Anna Rył, Mariola Błaszczyk, Bertrand Jóźwiak

Okres Semestr 6	**Forma weryfikacji efektów uczenia się** Zaliczenie na ocenę **Rodzaj i godziny zajęć** • Wykład: 25 • Seminarium: 15 • Zajęcia laboratoryjne: 20	**Liczba punktów ECTS** 4

Wymagania wstępne

Znajomość Matematyki I, Fizyki I, Mechaniki Płynów oraz Wstępu do analizy matematycznej, podstaw rachunku różniczkowego oraz umiejętność rozwiązywania układów równań różniczkowych

Efekty uczenia się

Kod	Efekty uczenia się	Szczegółowe wskaźniki osiągnięcia efektów
1IPP2	Posiada wiedzę w zakresie kluczowych procesów inżynierii chemicznej i procesowej, obejmującą: (1) mechanizmy wymiany pędu, ciepła i masy oraz ich zastosowanie w operacjach jednostkowych i aparatach procesowych; (2) zasady bilansowania masy, energii i pędu w procesach technologicznych; (3) procesy rozdzielania, separacji i oczyszczania produktów; (4) podstawy inżynierii reakcji chemicznych i biochemicznych.	1IPP2.1 Wyjaśnia mechanizmy wymiany pędu, ciepła i masy oraz opisuje ich rolę w podstawowych operacjach jednostkowych i aparatach procesowych.
1IPP4	Stosuje analityczne i krytyczne myślenie do identyfikacji, formułowania oraz rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów inżynierskich związanych z procesami przemysłowymi i instalacjami procesowymi, dobierając adekwatne metody obliczeniowe, technologiczne i organizacyjne.	1IPP4.2 Wybiera i stosuje adekwatne metody obliczeniowe oraz narzędzia inżynierskie (np. bilanse, podstawowe modele transportu, analizy przepływowe) do oceny funkcjonowania procesu.

Treści programowe

Podstawy przepływów wielofazowych obejmujące układy gaz–ciecz, ciecz–ciało stałe oraz gaz–ciało stałe, wraz z opisem zjawisk hydrodynamicznych i transportowych. Kurs wprowadza do modelowania, analizy i doboru parametrów procesowych w instalacjach inżynierii procesowej.

Informacje rozszerzone

Szczegółowe treści przedmiotowe

Lp.	Szczegółowe treści przedmiotowe	Rodzaj zajęć
1.	Istota i dziedzina występowania przepływów wielofazowych w przetwórstwie materiałów i biomateriałów. Podstawowe właściwości fazy rozproszonej.	Wykład
2.	Rozmiary i kształty cząstek, kropli i pęcherzy. Określanie lepkości i powierzchni kontaktu międzyfazowego układów wielofazowych.	Wykład
3.	Przepływ mieszanin ciecz-cząstki ciała stałego. Układy płyn-cząstki ciała stałego. Podstawy teorii sedymentacji.	Wykład
4.	Metody rozdzielania układów płyn-ciało stałe: filtracja, wirowanie, odpylanie.	Wykład

Lp.	Szczegółowe treści przedmiotowe	Rodzaj zajęć
5.	Układy ciecz-gaz. Modele formowania i wzrostu pęcherzy gazowych, struktury przepływu, udziały faz oraz opory przepływu mieszanin ciecz-gaz, teoria barbotażu.	Wykład
6.	Procesy fluidyzacji i transportu pneumatycznego.	Wykład
7.	Układy ciecz-ciecz. Metody wytwarzania emulsji, stabilność emulsji. Przepływ układów ciecz-ciecz oraz ciecz-gaz w mikrokanałach. Rodzaje przepływu, formowanie kropel i pęcherzy itp.	Wykład
8.	Badanie kształtu i wielkości tworzących się w różnych cieczach pęcherzy gazowych oraz badanie prędkości przepływu pęcherzy gazowych.	Zajęcia laboratoryjne
9.	Badanie udziału faz w mieszaninie ciecz-gaz i ciecz-cząstka ciała stałego, badanie prędkości sedymentacji układów zdyspergowanych, kinetyka rozdziału faz – turbidymetria	Zajęcia laboratoryjne
10.	Dynamika złoża fluidalnego oraz transport pneumatyczny	Zajęcia laboratoryjne
11.	Analiza procesów przemysłowych połączona ze identyfikacją występujących w nich formach przepływu wielofazowego. Przygotowanie prezentacji związanej z procesem przemysłowym oraz metodyką wyznaczania parametrów procesowych.	Seminarium

Metody i techniki prowadzenia zajęć, warunki zaliczenia

Rodzaj zajęć	Metody i techniki prowadzenia zajęć	Warunki zaliczenia
Wykład	Wykład	Kolokwium pisemne z wykładu. Warunkiem zaliczenia jest otrzymanie pozytywnej oceny tj. uzyskanie minimum 60% możliwych do uzyskania punktów.
Seminarium	Prezentacja multimedialna, Dyskusja, Wzajemne ocenianie, Praca z tekstem przewodnim/materiałem źródłowym	Uzyskanie pozytywnej oceny wymaga: • przedstawienie prezentacji multimedialnej/referatu na zadany temat 60% oceny z seminarium • aktywnego udziału w dyskusji na temat wystąpień innych Studentów weryfikowanego przez nauczyciela akademickiego - 40% oceny z seminarium •
Zajęcia laboratoryjne	Praca z tekstem przewodnim/materiałem źródłowym, Ćwiczenia laboratoryjne/komputerowe	Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny: • z zaliczenia ustnego dla wszystkich wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych. Uśredniona ocena z kolokwiów ustnych stanowi 20% oceny końcowej z przedmiotu (66% oceny z laboratorium). • otrzymanie pozytywnej oceny ze sprawozdania merytorycznego wykonanego w grupach laboratoryjnych - 10% oceny końcowej z przedmiotu (34% oceny z laboratorium), prowadzący może zróżnicować końcowe oceny ze sprawozdania biorąc pod uwagę bieżąca obserwacja pracy Studenta(ki) podczas zajęć laboratoryjnych m.in. aktywnego udziału w zajęciach laboratoryjnych i udział w opracowaniu wyników

Narzędzia weryfikacji, udział w ocenie końcowej

Rodzaj zajęć	Narzędzia weryfikacji i udział w ocenie końcowej
Wykład	Zaliczenie pisemne: 40%
Seminarium	Prezentacja mulimedialna: 30%
Zajęcia laboratoryjne	Raport: 10% Zaliczenie ustne: 20%

Weryfikacja efektów

Szczegółowe wskaźniki osiągnięcia efektów	Kryteria weryfikacji	Narzędzie weryfikacji (rodzaj zajęć)
1IPP2.1	Uzyskanie pozytywnej oceny wymaga aby student potrafił: • Definiować podstawowe wielkości i pojęcia przepływów wielofazowych stosowane w inżynierii chemicznej i biochemicznej oraz dyskutować metody określania udziału faz i oporów przepływu mieszanin dwu- i wielofazowych. • Analizować mechanizmy przepływów wielofazowych w makro i mikrokanałach. • Charakteryzować i porównywać różne techniki napowietrzania, wykonywać przy użyciu stosowanych urządzeń pomiary podstawowych parametrów przepływów wielofazowych (kształt, wielkość i prędkość przepływu pęcherzy w warstwie cieczy, udział faz i opory przepływu mieszaniny dwufazowej, prędkość sedymentacji, kinetykę napowietrzania w układzie ciecz-gaz). • Charakteryzować i porównywać złoża fluidalne, potrafi policzyć parametry procesu fluidyzacji i transportu pneumatycznego, potrafi przeprowadzić eksperymenty w zakresie fluidyzacji i transportu pneumatycznego, analizować uzyskane wyniki. • Potrafi dokonać analizy procesów przemysłowych pod względem występowania przepływów wielofazowych.	Zaliczenie pisemne (Wykład), Raport (Zajęcia laboratoryjne), Prezentacja mulimedialna (Seminarium)
1IPP4.2	Opracowanie wyników badań Ocena pozytywna, gdy student: • potrafi pracować w grupie i poprzez wspólną dyskusję interpretuje wyniki w odniesieniu do celu i hipotezy oraz wskazuje ich znaczenie; • bierze czynny udział w wykonywaniu zajęć laboratoryjnych oraz podczas opracowania otrzymanych wyników i wykonywaniu sprawozdania - na podstawie obserwacji prowadzącego	Zaliczenie ustne (Zajęcia laboratoryjne), Raport (Zajęcia laboratoryjne)

Literatura

Obowiązkowa

1. J. Palarski, Hydrotransport, WNT, Warsaw 1982
2. M. Dziubiński, J. Prywer, Mechanika płynów dwufazowych, WNT, Warszawa 2010
3. K. Rup, Mechanika płynów w środowisku naturalnym, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2003
4. M. Dziubiński, Hydrodynamika przepływu mieszanin dwufazowych ciecz-gaz, Wyd. PŁ, Łódź 2005
5. C.E. Brennen, Fundamentals of multiphase flow, Cambridge University Press, Cambridge

Dodatkowa

1. De Kee D., Chhabra R.P., Transport processes in bubble, drops and particles, Taylor&Francis, London 2002
2. Faghri A., Zhang Y., Transport phenomena in multiphase system, Elsevier, Amsterdam 2006

Badania i publikacje

1. Rył, A., & Owczarz, P. (2021). Thermoinduced aggegation of chitosan systems in perikinetic and orthokinetic regimes. Carbohydrate polymers, 255, 117377.
2. Rył, A., & Owczarz, P. (2020). Injectability of thermosensitive, low-concentrated chitosan colloids as flow phenomenon

through the capillary under high shear rate conditions. Polymers, 12(10), 2260.

Rozliczenie punktów ECTS

Forma aktywności studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności**
Wykład	25
Seminarium	15
Zajęcia laboratoryjne	20
Przygotowanie referatu	15
Udział w pisemnych lub praktycznych formach weryfikacji	2
Analiza literatury	15
Przygotowanie do laboratorium	10
Przygotowanie do testu	10
Udział w konsultacjach	5
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 117
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60
Liczba punktów ECTS	**ECTS** 4

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
1IPP2.1	Wyjaśnia mechanizmy wymiany pędu, ciepła i masy oraz opisuje ich rolę w podstawowych operacjach jednostkowych i aparatach procesowych.
1IPP4.2	Wybiera i stosuje adekwatne metody obliczeniowe oraz narzędzia inżynierskie (np. bilanse, podstawowe modele transportu, analizy przepływowe) do oceny funkcjonowania procesu.