Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Systemy i Urządzenia Przemysłowe — Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne — Kod kierunku: U

Stopień studiów: II

Specjalności: Aparatura przemysłowa

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Aparaty do wymiany ciepła i masy
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kod przedmiotu	WM SIUP oIIN C2 21/22
Kategoria przedmiotu	Przedmioty specjalnościowe
Liczba punktów ECTS	6.00
Semestry	1

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Projekt	Seminarium
1	18	9	18	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Przekazanie wiedzy z zakresu procesów wymiany ciepła , masy i pędu wykorzystywanej w konstrukcji, budowie oraz eksploatacji aparatury przemysłowej.

Cel 2 Zaznajomienie ze standardowymi oraz nowoczesnymi metodami projektowania, budowy i eksploatacji aparatury do wymiany ciepła i masy.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Zna i rozumie pogłębione i rozszerzone metody cieplno-przepływowe w instalacjach przemysłowych, w których występuje aparaty do wymiany ciepła lub wymiany masy.

EK2 Wiedza Zna i rozumie perspektywy i trendy rozwoju konstrukcji maszyn, urządzeń do wymiany ciepła i masy, a także w zakresie ogólnej inżynierii mechanicznej. Zna perspektywy rozwoju programów wspomagających prace inżynierskie w zakresie projektowania wymienników ciepła i masy..

EK3 Umiejętności Potrafi wykonać złożone obliczenia projektowe cieplne i przepływowe dla instalacji, w skład których wchodzi aparatura do wymiany ciepła i masy.

EK4 Kompetencje społeczne Jest przygotowany merytorycznie do i upowszechniania i propagowania nowoczesnych rozwiązań technicznych w dziedzinie konstrukcji i eksploatacji aparatury do wymiany ciepła i masy.

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Podstawy wymiany ciepła. Równanie różniczkowe wymiany ciepła. Wielowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Metoda analityczna, przybliżona, graficzna. Nieustalone przewodzenie ciepła.	4
W2	Podział aparatów do wymiany ciepła. Wymiana ciepła w rekuperatorach. Obliczanie wielkości wymiennika ciepła za pomocą średniej różnicy temperatur płynów oraz metodą NTU. Wymiana ciepła w regeneratorach. Chłodnice powietrza. Wysoko sprawne wymienniki ciepła, budowa i eksploatacja. Wymienniki płytowe i spiralne - budowa i zastosowanie. Obliczenia projektowe i konstrukcyjne aparatów do wymiany ciepła. Komercyjne programy do projektowania aparatów płaszczowo-rurowych do wymiany ciepła.	5
W3	Podstawy wymiany masy. Równanie różniczkowe wymiany masy. Równania kryterialne dla obliczania współczynników wnikania i przenikania masy. Dyfuzja ustalona. Prawo Ficka. Współczynnik dyfuzji. Różniczkowy bilans masy. Ruch masy w turbulentnym przepływie płynu. Modele wnikania masy. Obliczenia wymiany masy w procesach absorpcji, destylacji, rektyfikacji, suszenia.	4
W4	Podział i charakterystyka aparatów do wymiany masy. Rozwiązania konstrukcyjne aparatów do wymiany masy. Obliczenia projektowe i konstrukcyjne wymienników masy. Aparaty kolumnowe z wypełnieniem i aparaty półkowe - wady i zalety konstrukcyjne i eksploatacyjne, porównanie oraz zalecenia projektowe. Elementowe i strukturalne wypełnienia aparatów kolumnowych. Aparaty do destylacji, rektyfikacji, absorpcji, adsorpcji,suszenia, ekstrakcji - obliczenia technologiczne i projektowe.	5

Laboratorium		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Doświadczalne wyznaczanie współczynników wnikania i przenikania ciepła w rurowym oraz płytowym wymienniku ciepła. Pomiar oporów przepływu w wymienniku ciepła dla przepływu fazy gazowej i ciekłej. Doświadczalne wyznaczanie współczynnika przenikania ciepła. Badanie wymiany ciepła przy przepływie laminarnym i turbulentnym. Badania granicznych warunków pracy kolumnowych aparatów do wymiany masy - wyznaczanie prędkości zachłystywania się kolumn. Badania oporów przepływu w aparatach kolumnowych w zależności od parametrów pracy kolumny.	18

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Obliczenia i projektowanie rekuperatorów oraz regeneratorów. Obliczenia wymaganej powierzchni wymiany ciepła w wymiennikach. Projektowanie chłodnic powietrznych. Wyznaczanie strat ciepła i obliczenia wymaganej izolacji cieplnej aparatów. Obliczanie kompensacji wydłużeń cieplnych w płaszczowo-rurowych wymiennikach ciepła. Współczynnik przenikania ciepła w wymienniku współprądowym i przeciwprądowym. Charakterystyka cieplno-przepływowa wymiennika płytowego. Obliczanie oporów przepływu w aparatach płaszczowo-rurowych.	5
C2	Wyznaczanie współczynników wnikania masy. Wyznaczanie współczynników dyfuzji. Szczególne przypadki dyfuzji ustalonej. Wyznaczanie współczynników przenikania masy. Bilanse masy w aparatach przemysłowych. Obliczanie wysokości wypełnienia w kolumnowych aparatach do wymiany masy. Wyznaczanie ilości półek w aparatach półkowych do wymiany masy. Obliczenia projektowe wybranych aparatów do wymiany masy. Wyznaczanie oporów przepływu w wymiennikach masy.	4

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**110**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	6.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium

Ocena podsumowująca

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona z ocen formujących oraz z egzaminu

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Oddanie sprawozdań i zaliczenie wszystkich laboratoriów. Pozytywny wynik kolokwium oraz egzaminu.

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Nie zna lub nie rozumie w dostatecznym stopniu pogłębionych i rozszerzonych metod cieplno-przepływowe w instalacjach przemysłowych, w których występuje aparaty do wymiany ciepła lub wymiany masy.

Na ocenę 3.0	Zna i rozumie w dostatecznym stopniu pogłębione i rozszerzone metody cieplno-przepływowe w instalacjach przemysłowych, w których występuje aparaty do wymiany ciepła lub wymiany masy.
Na ocenę 3.5	jw.
Na ocenę 4.0	jw.
Na ocenę 4.5	jw.
Na ocenę 5.0	jw.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Nie zna lub nie rozumie w wystarczającym stopniu i zakresie perspektyw i trendów rozwoju konstrukcji maszyn, urządzeń do wymiany ciepła i masy, a także w zakresie ogólnej inżynierii mechanicznej. Nie orientuje się w perspektywach rozwoju programów wspomagających prace inżynierskie w zakresie projektowania wymienników ciepła i masy.
Na ocenę 3.0	Zna i rozumie w wystarczającym stopniu i zakresie perspektywy i trendy rozwoju konstrukcji maszyn, urządzeń do wymiany ciepła i masy, a także w zakresie ogólnej inżynierii mechanicznej. Zna i orientuje się w perspektywach rozwoju programów wspomagających prace inżynierskie w zakresie projektowania wymienników ciepła i masy.
Na ocenę 3.5	jw.
Na ocenę 4.0	jw.
Na ocenę 4.5	jw.
Na ocenę 5.0	jw.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Nie potrafi wykonać poprawnie złożonych obliczeń projektowych cieplnych i przepływowych dla instalacji, w skład których wchodzi aparatura do wymiany ciepła i masy.
Na ocenę 3.0	Potrafi wykonać poprawnie złożone obliczenia projektowe cieplne i przepływowe dla instalacji, w skład których wchodzi aparatura do wymiany ciepła i masy.
Na ocenę 3.5	jw.
Na ocenę 4.0	jw.
Na ocenę 4.5	jw.
Na ocenę 5.0	jw.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Nie jest w wystarczającym stopniu przygotowany merytorycznie do upowszechniania i propagowania nowoczesnych rozwiązań technicznych w dziedzinie konstrukcji i eksploatacji aparatury do wymiany ciepła i masy.

Na ocenę 3.0	Jest w wystarczającym stopniu przygotowany merytorycznie do upowszechniania i propagowania nowoczesnych rozwiązań technicznych w dziedzinie konstrukcji i eksploatacji aparatury do wymiany ciepła i masy.
Na ocenę 3.5	jw.
Na ocenę 4.0	jw.
Na ocenę 4.5	jw.
Na ocenę 5.0	jw.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1		Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 C1 C2	N1 N3 N4	F2 P1 P2
EK2		Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 L1 C1 C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK3		Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 C1 C2	N1 N2 N3	F2 P1 P2
EK4		Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 L1	N1 N2 N4	F1 F2 P1 P2

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Taler J., Duda P. — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, WNT

[2] Hobler T. — *Ruch ciepła i wymienniki*, Warszawa, 1986, WNT

[3] Hobler T. — *Dyfuzyjny ruch masy i absorbery*, Warszawa, 1976, WNT

Literatura uzupełniająca

[1] Zarzycki R. — *Wymiana Ciepła i Masy w Inżynierii Środowiska*, Warszawa, 2005, WNT

[2] Lewicki p. — *Inzynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego*, Warszawa, 2005, WNT

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Piotr, Jakub Duda (kontakt: piotr.duda@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 prof. dr hab. inż. Piotr, Jakub Duda (kontakt: pduda@mech.pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .