Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne | Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Wymiana ciepła
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Heat transfer
Kod przedmiotu	WM MIBM oIN D4 18/19
Kategoria przedmiotu	Przedmioty specjalnościowe
Liczba punktów ECTS	4.00
Semestry	6

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Projekt	Seminarium
6	9	9	9	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Poznanie podstawowych praw z zakresu wymiany ciepła i modelowania matematycznego zjawisk cieplnych.

Cel 2 Nabycie umiejętności wyznaczania wydajności cieplnej wymienników w stanie ustalonym.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Zaliczone przedmioty "Termodynamika" i "Mechanika płynów".

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Zna podstawowe prawa rządzące przepływem ciepła oraz modele matematyczne zjawisk cieplnych występujących w zagadnieniach inżynierskich.

EK2 Wiedza Zna metody obliczeniowe stosowane w analizie problemów związanych z przepływem ciepła.

EK3 Wiedza Zna budowę i zasadę działania wybranych typów wymienników ciepła.

EK4 Umiejętności Potrafi opisać matematycznie zjawiska cieplne występujące w zagadnieniach inżynierskich.

EK5 Umiejętności Potrafi wyznaczać wielkość strumienia ciepła i pola temperatury w elementach konstrukcyjnych i urządzeniach o prostych kształtach geometrycznych.

EK6 Umiejętności Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe wybranych typów wymienników ciepła.

6 Treści programowe

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Wyznaczanie rozkładu temperatury w ściance płaskiej, cylindrycznej i kulistej. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Sprawność żeber.	2
C2	Obliczanie współczynników przejmowania ciepła dla konwekcji swobodnej i wymuszonej. Współczynniki przejmowania ciepła podczas wrzenia i skraplania.	2
C3	Promieniowanie: wyznaczanie współczynników konfiguracji, obliczanie strumienia ciepła wymienianego pomiędzy powierzchniami o różnej geometrii.	1
C4	Obliczanie wymienników ciepła metodą NTU i metodą bilansową. Wyznaczanie sprawności wymienników ciepła.	3
C5	Nieustalona wymiana ciepła: nagrzewanie i ochładzanie ciał o skupionej pojemności cieplnej.	1

Laboratorium		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Badania cieplne wodnej chłodnicy powietrza.	2
L2	Badania przepływowo-cieplne skraplacza płytowego chłodzonego wodą.	2
L3	Badania ożebrowanego oziębiacza powietrza zasilanego zawiesiną lodową/wodą lodową.	2

Laboratorium		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L4	Badania cieplne nagrzewnicy powietrza w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej.	2
L5	Wyznaczanie wydajności cieplnej kolektora słonecznego.	1

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Rodzaje wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie.	1
W2	Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Prawo Fouriera. Przenikanie ciepła przez przegrodę płaską i cylindryczną. Przegrody wielowarstwowe.	1
W3	Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane.	1
W4	Przejmowanie ciepła w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. Przejmowanie ciepła w procesach wrzenia i skraplania.	1
W5	Chłodzenie powietrza wilgotnego, chłodzenie wyparne.	1
W6	Promieniowanie cieplne: prawa promieniowania, radiacyjna wymiana ciepła w ośrodkach diatermicznych.	1
W7	Wymienniki ciepła. Metody wyznaczania wydajności cieplnej wymienników (metoda NTU, metoda bilansowa). Temperatury końcowe czynników.	2
W8	Nieustalone przewodzenie ciepła - metoda skupionej pojemności cieplnej.	1

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 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	27
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	8
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	35
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**120**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	4.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Zadanie tablicowe

Ocena podsumowująca

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 uzyskanie oceny pozytywnej z kazdego efektu kształcenia.

W2 ocena końcowa: średnia ważona z zaliczenia ćwiczeń (0,3), laboratorium (0,3) i egzaminu (0,4).

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	-

Na ocenę 3.0	Zna, z błędami, prawa rządzące przepływem ciepła oraz niektóre modele matematyczne zjawisk cieplnych występujących w zagadnieniach inżynierskich.
Na ocenę 3.5	-
Na ocenę 4.0	-
Na ocenę 4.5	-
Na ocenę 5.0	-
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	-
Na ocenę 3.0	Zna metody obliczeniowe wielkości strumienia ciepła i pola temperatury dla najprostszych przypadków wymiany ciepła.
Na ocenę 3.5	-
Na ocenę 4.0	-
Na ocenę 4.5	-
Na ocenę 5.0	-
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	-
Na ocenę 3.0	Zna budowę i zasadę działania 3 różnych typów wymienników ciepła.
Na ocenę 3.5	-
Na ocenę 4.0	-
Na ocenę 4.5	-
Na ocenę 5.0	-
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	-
Na ocenę 3.0	Potrafi opisać matematycznie zjawisko przewodzenia ciepła przez przegrodę płaską i cylindryczną.
Na ocenę 3.5	-
Na ocenę 4.0	-
Na ocenę 4.5	-
Na ocenę 5.0	-
Efekt kształcenia 5	

Na ocenę 2.0	-
Na ocenę 3.0	Potrafi wyznaczyć wielkość strumienia ciepła i pola temperatury w prostych elementach konstrukcyjnych.
Na ocenę 3.5	-
Na ocenę 4.0	-
Na ocenę 4.5	-
Na ocenę 5.0	-
Efekt kształcenia 6	
Na ocenę 2.0	-
Na ocenę 3.0	Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe płaszczowo-rurowego wymiennika ciepła typu rura w rurze.
Na ocenę 3.5	-
Na ocenę 4.0	-
Na ocenę 4.5	-
Na ocenę 5.0	-

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K1_W02	Cel 1	C1 C2 C3 C5 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W8	N1 N2	F1 F3 P1 P2
EK2	K1_W12	Cel 1 Cel 2	C1 C2 C3 C4 C5 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8	N1 N2	F1 F3 P1 P2
EK3	K1_W14 K1_W18 K1_W21	Cel 2	C4 L1 L2 L3 L4 L5 W7	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1 P2

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK4	K1_UP07 K1_UP08	Cel 1 Cel 2	C1 C2 C3 C5 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W8	N1 N2	F1 F3 P1 P2
EK5	K1_UB08 K1_UB09	Cel 1 Cel 2	C1 C2 C5 W2 W3 W4 W5 W6 W8	N1 N2 N3	F1 F3 P1 P2
EK6	K1_UB02 K1_UB07	Cel 2	C2 C3 C4 L1 L2 L3 L4 L5 W2 W3 W4 W5 W7	N1 N2 N3	F1 F3 P1 P2

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Wiśniewski St., Wiśniewski T.S. — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2010, WNT

[2] Zarzycki E. — *Wymiana ciepła i ruch masy w inzynierii środowiska*, Warszawa, 2005, WNT

[3] Niezgoda-Żelasko B., Zalewski W. — *Chłodnicze i klimatyzacyjne wymienniki ciepła. Obliczenia cieplne*, Kraków, 2013, Wyd. Polit. Krakowskiej

[4] Zalewski W., Kopeć P. — *Wymienniki ciepła pomp ciepła i innych systemów odzysku ciepła*, Kraków, 2018, Wyd. Polit. Krakowskiej

Literatura uzupełniająca

[1] Kostowski E. — *Zbiór zadań z przepływu ciepła*, Gliwice, 2006, Wyd. Polit. Śląskiej

[2] Kostowski E. — *Przepływ ciepła*, Gliwice, 2000, Wyd. Polit. Śląskiej

[3] Madejski J. — *Teoria wymiany ciepła*, Szczecin, 1998, Wyd. Polit. Szczecińskiej

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Wojciech, Arkadiusz Zalewski (kontakt: wzalewski@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 prof. dr hab. inż. Wojciech Zalewski (kontakt: wzalewski@pk.edu.pl)

2 dr hab. inż., prof. PK Beata Niezgoda-Żelasko (kontakt: bniezgo@mech.pk.edu.pl)

3 mgr inż. Jan Kuchmacz (kontakt: jan.kuchmacz@pk.edu.pl)

4 mgr inż. Marlena Sołek (kontakt: `marlena.solek@pk.edu.pl`)

5 mgr inż. Artur Bieniek (kontakt: `artur.bieniek@pk.edu.pl`)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

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

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .