Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Wybrane zagadnienia z wymiany ciepła
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Selected Problems of Heat Transfer
Kod przedmiotu	WIŚIE EN oIIS C9 20/21
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	2.00
Semestry	1

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Cwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekt	Seminarium
1	15	15	0	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Poznanie podstawowych mechanizmów wymiany ciepła oraz nabycie umiejętności obliczania przepływu ciepła przez przewodzenie, konwekcję oraz promieniowanie. Studenci zapoznają się również z podstawowymi urządzeniami stosowanymi w technice cieplnej. Studenci będą potrafili obliczyć oraz zaprojektować termoizolację budynków. Zdobędą również umiejętność obliczania cieplnego i hydraulicznego wymienników ciepła.

Poznają również sposoby zmniejszenia błędów dynamicznych w pomiarach nieustalonych temperatur płynów. Zapoznają się z projektowaniem ekranów cieplnych zmniejszających wymianę ciepła przez promieniowanie.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Podstawowe wiadomości z analizy matematycznej oraz termodynamiki.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Znajomość mechanizmy wymiany ciepła. Zna równanie ustalonego i nieustalonego przewodzenia ciepła.Zna metodykę wyprowadzenia współczynnika przenikania ciepła.

EK2 Umiejętności Potrafi wyprowadzić ustalone rozkłady temperatury w ściankach płaskich, walcowych i kulistych. Potrafi wyprowadzić wzory na współczynniki przenikania ciepła przez przegrody wielowarstwowe płaskie, walcowe i kuliste.

EK3 Umiejętności Potrafi wyprowadzić wzór na wymianę ciepła przez żebra o dowolnych kształtach. Potrafi wyprowadzić wzór na rozkład temperatury i sprawność żebra prostego o stałej grubości. Potrafi wyprowadzić wzór na zredukowany współczynnik przenikania ciepła przez powierzchnię ożebrowaną.

EK4 Umiejętności Potrafi wyprowadzić wzór na przebieg nieustalonej temperatury ciała o skupionej pojemności cieplnej oraz wyznaczyć wzór na dynamiczny błąd pomiaru za pomocą termometru przy skokowej zmianie temperatury czynnika.

EK5 Umiejętności Potrafi wyprowadzić wzór na rozkład temperatury czynnika i ścianki kanału (rurociąg, komin).

EK6 Umiejętności Potrafi wyprowadzić równania różniczkowe opisujące ustaloną wymianę ciepła w wymiennikach typu rura w rurze oraz wyprowadzić wzór na średnią logarytmiczną różnicę temperatury.

EK7 Umiejętności Potrafi wyprowadzić wzór na radiacyjną wymianę ciepła między dwoma powierzchniami dowolnie do siebie nachylonymi. Potrafi też wyprowadzić wzór na wymianę ciepła pomiędzy dwoma płytami. Potrafi ocenić błąd pomiaru temperatury gazu o wysokiej temperaturze wynikający z promieniowania termometru na otaczające powierzchnie. Potrafi wyznaczyć strumień ciepła wymieniany między dwoma powierzchniami płaskimi przy zastosowaniu ekranów cieplnych.

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Prawo Fouriera, wyprowadzenie równania nieustalonego przewodzenia ciepła w kartezjańskim układzie współrzędnych. Rodzaje warunków brzegowych oraz warunek początkowy.	2
W2	Wyprowadzenie wzorów na ustalone rozkłady temperatury w ściankach płaskich, cylindrycznych i kulistych. Wyprowadzenie wzoru na współczynnik przenikania ciepła w przegrodach jedno i wielo-warstwowych - płaskich, cylindrycznych oraz kulistych.	3
W3	Wyprowadzenie równania na nieustalony rozkład temperatury w ciele o skupionej pojemności cieplnej. Rozwiązanie równania przy skokowej zmianie temperatury otaczającego czynnika. Błąd dynamiczny pomiaru temperatury.	1

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W4	Rozwinięte powierzchnie wymiany ciepła: żebra i kołki. Wyprowadzenie ogólnego wzoru na przepływ ciepła przez żebra. Wyprowadzenie wzoru na rozkład temperatury i sprawność żebra prostego o stałej grubości. Wyprowadzenie wzoru na zredukowany współczynnik przenikania ciepła dla powierzchni ożebrowanej.	2
W5	Omówienie sposobów wyprowadzania liczb bezwymiarowych. Korelacje na liczbę Nusselta przy przepływach płynów w kanałach zamkniętych. Wyprowadzenie wzoru na ustalony rozkład temperatury czynnika przy jego przepływie przez rurociąg lub komin.	2
W6	Klasyfikacja wymienników ciepła, wyprowadzenie równań różniczkowych opisujących ustaloną wymianę ciepła w wymiennikach współprądowych i przeciwprądowych typu rura w rurze. Wyprowadzenie wzoru na średnią logarytmiczną różnicę temperatury.	3
W7	Wymiana ciepła przez promieniowanie, prawo Lamberta. Współczynniki kształtu. Wyprowadzenie wzoru na wymianę ciepła przez promieniowanie między dwoma powierzchniami płaskimi. Ekrany cieplne.	2

Cwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Obliczanie ustalonych rozkładów temperatury w ściankach płaskich, cylindrycznych kulistych.	2
C2	Obliczanie zastępczego współczynnika wnikania ciepła uwzględniającego konwekcję i promieniowanie. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody jedno i wielowarstwowe, płaskie, cylindryczne i kuliste. Krytyczna grubość izolacji cieplnej.	3
C3	Obliczanie czasowego przebiegu temperatury przy nagrzewaniu i ochładzaniu ciała o skupionej pojemności cieplnej. Obliczanie dynamicznego błędu pomiaru temperatury płynu.Rozwiązanie przybliżone problemu niestacjonarnego przewodzenia ciepła z warunkami brzegowymi II/III rodzaju.	6
C4	Obliczanie rozkładu temperatury w żebrze. Obliczanie sprawności żebra. Obliczanie zredukowanego współczynnika wnikania ciepła dla powierzchni ożebrowanych płaskich i rur ożebrowanych.	2
C6	Obliczanie strumienia ciepła między powierzchniami płaskimi bez ekranów i z ekranami. Obliczanie błędu pomiaru temperatury spalin za pomocą termometrów bez osłony i z osłoną.	2

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**53**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Zadanie tablicowe

F2 Kolokwium

F3 Odpowiedź ustna

Ocena podsumowująca

P1 Egzamin pisemny

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Musi zaliczyć na ocenę pozytywną wszystkie efekty kształcenia

W2 Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen uzyskanych z egzaminu pisemnego i zaliczenia ćwiczeń

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
Na ocenę 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
Na ocenę 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
Na ocenę 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
Na ocenę 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
Na ocenę 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
Na ocenę 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
Na ocenę 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
Na ocenę 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
Na ocenę 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
Na ocenę 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
Na ocenę 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
Na ocenę 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
Na ocenę 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
Na ocenę 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
Na ocenę 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
Na ocenę 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
Na ocenę 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
Na ocenę 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
Na ocenę 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
Na ocenę 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego

Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
Na ocenę 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
Na ocenę 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
Na ocenę 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
Na ocenę 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
Na ocenę 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
Efekt kształcenia 6	
Na ocenę 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
Na ocenę 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
Na ocenę 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
Na ocenę 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
Na ocenę 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
Na ocenę 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
Efekt kształcenia 7	
Na ocenę 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
Na ocenę 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
Na ocenę 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
Na ocenę 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
Na ocenę 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
Na ocenę 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K2_W03 K2_U05 K2_U18	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 C1 C2 C3 C4 C6	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK2	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W1 W2 C1 C2	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK3	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W1 W2 W4 C4	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK4	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W3 C3	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK5	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W5	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK6	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W6	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK7	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W7 C6	N1 N2	F1 F2 F3 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

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

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

Literatura uzupełniająca

[1] Mills A.F. — *Basic Heat Mass Transfer*, Upper Saddle River, 1999, Prentice Hall

[2] Welty J.R, Wicks Ch.E. Wilson R.E Rorrer G.L. — *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer*, Hoboken, 2007, John Willey & Sons

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: jan.taler@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: jtaler@pk.edu.pl)

2 dr inż. Karol Kaczmarski (kontakt: karol.kaczmarski@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

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

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .