



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	M#1-N2-MiBM-104
Nazwa przedmiotu	Wymiana ciepła I wymienniki ciepła
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Heat transfer and heat exchangers
Obowiązuje od roku akademickiego	2019/2020

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	studia niestacjonarne
Zakres	wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechaniki
Koordynator przedmiotu	Dr hab. Inż. Robert Pastuszko
Zatwierdził	

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	przedmiot podstawowy
Status przedmiotu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	semestr 1
Wymagania wstępne	Mechanika płynów, termodynamika
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	2

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	9	9	9		

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student ma wiedzę w zakresie podstawowych rodzajów transportu ciepła, pojęć i zależności opisujących wymianę ciepła, ma wiedzę w zakresie złożonej wymiany ciepła, oporów cieplnych	MiBM2_W05 MiBM2_W18
	W02	ma wiedzę w zakresie równań różniczkowych przewodzenia ciepła w ciałach stałych i warunków brzegowych, ma wiedzę w zakresie jednowymiarowych przypadków przewodzenia ciepła	MiBM2_W05 MiBM2_W18
	W03	ma wiedzę w zakresie wymiany ciepła przez żebra oraz przewodzenia ciepła w stanie ustalonym i nieustalonym, zna co najmniej jedną z metod analizy numerycznej w odniesieniu do wymiany ciepła	MiBM2_W05 MiBM2_W18
	W04	ma elementarną wiedzę w zakresie konwekcji wymuszonej, swobodnej, równań korelacyjnych, stosowanych liczb podobieństwa, wymiany ciepła przy zmianie fazy, wymienników ciepła	MiBM2_W05 MiBM2_W18
Umiejętności	U01	potrafi wyznaczać gęstość strumienia ciepła dla prostych i złożonych przypadków jednowymiarowej wymiany ciepła	MiBM2_U03 MiBM2_U04 MiBM2_U05 MiBM2_U11 MiBM2_U17 MiBM2_U18
	U02	umie wyznaczać rozkład temperatur i obliczać strumień ciepła w odniesieniu do powierzchni rozwiniętych i dla prostych zagadnień ustalonej i nieustalonej wymiany ciepła	MiBM2_U03 MiBM2_U04 MiBM2_U05 MiBM2_U11 MiBM2_U17 MiBM2_U18
	U03	umie zastosować metodę różnic skończonych do wyznaczania rozkładu temperatury	MiBM2_U03 MiBM2_U04 MiBM2_U05 MiBM2_U11 MiBM2_U17 MiBM2_U18
	U04	potrafi wyznaczać współczynniki przejmowania ciepła dla prostych przypadków konwekcji swobodnej i wymuszonej	MiBM2_U03 MiBM2_U04 MiBM2_U05 MiBM2_U11 MiBM2_U17 MiBM2_U18
	U05	potrafi wyznaczyć powierzchnię wymiennika ciepła	MiBM2_U03 MiBM2_U04 MiBM2_U05 MiBM2_U11 MiBM2_U17 MiBM2_U18
Kompetencje społeczne	K01	ma świadomość jaki wpływ na środowisko naturalne ma ograniczenie strat ciepła	MiBM2_K01 MiBM2_K02
	K02	umie pracować w grupie podczas wykonywania obliczeń, podporządkowuje się zasadom pracy w zespole	MiBM2_K01 MiBM2_K02

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
--------------	-------------------

wykład	1. Podstawowe mechanizmy wymiany ciepła (przewodzenie, konwekcja, promieniowanie), złożona wymiana ciepła, opory cieplne.
	2. Równanie różniczkowe przewodzenia ciepła w ciałach stałych. Przewodzenie ciepła w stanie ustalonym. Jednowymiarowe przypadki przewodzenia.
	3. Krytyczna średnica izolacji. Wymiana ciepła przez żebra.
	4. Analiza numeryczna: zastosowanie metody różnic skończonych na przykładzie płaskiej ściany z wewnętrznym źródłem ciepła. Przewodzenie ciepła w stanie nieustalonym.
	5. Konwekcja wymuszona przy przepływie płynu w przewodzie zamkniętym i opływie ciał stałych. Konwekcja swobodna.
	6. Wymiana ciepła przy zmianie fazy.
	7. Wymienniki ciepła i rekuperatory
ćwiczenia	1. Przewodzenie ciepła – podstawowe zależności, zastosowanie równania Fouriera. Złożona wymiana ciepła.
	2. Wymiana ciepła przez powierzchnie rozwinięte
	3. Stan nieustalony
	4. Konwekcja wymuszona przy opływie płyty płaskiej.
	5. Konwekcja wymuszona przy przepływie płynu w przewodzie zamkniętym
	6. Konwekcja swobodna.
	7. Obliczenia wymienników ciepła.
laboratorium	1. Sprawy organizacyjne. Wymogi zaliczeniowe. Zapoznanie studentów z przepisami BHP i ppoż. w Laboratorium Termodynamiki. Zasady opracowywania danych eksperymentalnych.
	2. Rozkład temperatur w żebrze.
	3. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej/wymuszonej.
	4. Stan nieustalony – zmiana temperatury wewnątrz ochładzanego ciała.
	5. Wyznaczanie krzywej wrzenia.
	6. Wyznaczanie sprawności odzysku ciepła w rekuperatorze krzyżowym
	7. Badania wymiennika ciepła.

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
W03			X			
W04			X			
U01			X		X	
U02			X		X	
U03			X		X	
U04			X		X	
U05			X		X	
K01			X		X	X
K02					X	X
...						

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów w trakcie zajęć
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów poprzedzających laboratoria oraz wykonanie sprawozdań

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	9	9	9			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2	2	2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	33					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,3					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	17					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,7					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	33					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,3					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	50					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2					ECTS

LITERATURA

1. B. Staniszewski: *Wymiana ciepła*, PWN, Warszawa 1980
2. S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: *Wymiana ciepła*, WNT, Warszawa 1997
3. Y.Bayazitoğlu, M.N. Özişik: *Elements of Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, 1988
a. Bejan: *Heat Transfer*, John Wiley & Sons, Inc., 1993
4. E. Kalinowski: *Przekazywanie ciepła i wymienniki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995
5. P. Furmański, R. Domański: *Wymiana ciepła. Przykłady obliczeń i zadania*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
6. W. Gogół: *Wymiana ciepła – tablice i wykresy*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1984
7. Y.Bayazitoğlu, M.N. Özişik: *Solutions Manual to Accompany Elements of Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, 1988