



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Wymiana ciepła, PG_00055400						
Kierunek studiów	Mechanika i budowa maszyn						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2021 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnokademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	3	Język wykładowy			polski Realizacja przedmiotu zarówno w języku polskim jak i angielskim		
Semestr studiów	5	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnokademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa -> Instytut Energii						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Blanka Jakubowska					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Blanka Jakubowska mgr inż. Stanisław Głuch dr hab. inż. Michał Klugmann dr inż. Paweł Szymański dr inż. Bartosz Dawidowicz					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	15.0	0.0	0.0	30
W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0							
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30	2.0		18.0		50
Cel przedmiotu	Przedstawienie głównych mechanizmów i praw dotyczących przenoszenia ciepła. Wykład zapoznaje z metodami rozwiązywania występujących w technice, zagadnień przewodzenia i przejmowania ciepła oraz radiacyjnego przenoszenia energii cieplnej. Podanie podstaw do obliczania wymienników ciepła.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu		Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K6_U07] potrafi zaprojektować typową konstrukcję, urządzenia mechanicznego, podzespołu lub stanowiska badawczego używając właściwych metod i narzędzi z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych		Posiada podstawy do projektowania rekuperatorów. Umie wyznaczyć średnią różnicę temperatur w wymienniku ciepła.		[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu		
	[K6_U06] potrafi wykorzystać modele matematyczne i fizyczne do analizy procesów i zjawisk zachodzących w urządzeniach mechanicznych z zakresu wytrzymałości materiałów, termodynamiki i mechaniki płynów		Posiada podstawy do projektowania rekuperatorów. Umie wyznaczyć średnią różnicę temperatur w wymienniku ciepła. Zna procedurę projektowania wymienników.		[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu		
[K6_W09] ma podstawowa wiedzę w zakresie termodynamiki i mechaniki płynów, budowy i eksploatacji urządzeń energetyki cieplnej, aparatury procesowej, w tym odnawialnych źródeł energii oraz chłodnictwa i klimatyzacji		Rozumie zagadnienia związane z techniką cieplną i chłodniczą. Potrafi sformułować problem i go przeanalizować.		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej			

Treści przedmiotu	Przedstawienie głównych mechanizmów i praw dotyczących przenoszenia ciepła. Metody rozwiązywania zagadnień występujących w technice w zakresie przewodzenia, przejmowania ciepła i radiacyjnej wymiany ciepła. Metody intensyfikacji wymiany ciepła. Wrzenie i kondensacja. Podstawy projektowania wymienników ciepła.		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Termodynamika I, Mechanika płynów I, Matematyka		
Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	laboratorium	60.0%	35.0%
	wykład	60.0%	65.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. Mikielwicz D., Wymiana ciepła - materiały do wykładu. 2. F. Incropera, D. deWitt, Fundamentals of heat and mass transfer, 5th edition, CRC Press, 2007. 3. Wiśniewski S., Wiśniewski T., Wymiana ciepła, WNT, 2007. 4. Pudlik W., Wymiana i wymienniki ciepła, Wydawnictwo PG, Gdańsk 1996	
	Uzupełniająca lista lektur	Każda książka z wymiany ciepła	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Wymiana ciepła, W, MiBM, sem.5, zimowy 23/24 - Moodle ID: 31606 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=31606 Wymiana ciepła, W, MiBM, sem.5, zimowy 23/24 - Moodle ID: 31606 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=31606	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> Przedstawić znane sposoby przenoszenia ciepła na przykładzie przenikania ciepła przez wielowarstwową ściankę oddzielającą dwa płyny o różnych temperaturach. Wyprowadzić równanie Peceleta dla przenikania ciepła przez pojedynczą ściankę oddzielającą dwa płyny. Zdefiniować opór cieplny przewodzenia, przejmowania i przenikania ciepła. Przedstawić definicję gęstości strumienia cieplnego w dwuwymiarowym polu temperatur. Omówić przykłady podobieństwa geometrycznego, podać dlaczego podobieństwo geometryczne nie jest wystarczające w modelowaniu fizycznym zjawisk. Wyprowadzić z definicji pojęcie liczby Biota, wytłumaczyć czym różni się ona od liczby Nusselta. Co można założyć, gdy liczba Biota dąży do zera? Krytyczny promień izolacji. Wyprowadzić zależność na minimalny promień izolacji. Wyprowadzić postać liczby Nusselta, wytłumaczyć czym różni się ona od liczby Biota. Wyprowadzić zależność umożliwiającą obliczanie zmiennej w czasie temperatury w układzie o małym oporze przewodzenia ciepła, przy założeniu, że ciało jest chłodzone w ośrodku o stałej temperaturze. Doprowadzić wyrażenie opisującego rozkład temperatury do postaci bezwymiarowej. Wyprowadzić równanie różniczkowe zmiennego w czasie pola temperatury dla przypadku ogólnego układu o małym oporze przewodzenia ciepła z uwzględnieniem radiacyjnej wymiany ciepła oraz stałego strumienia ciepła. Podać wzór na strumień cieplny przez powierzchnię jednostronnie ożebrowaną na podstawie szkicu wraz z wyjaśnieniem. Równanie Fouriera-Kirchoffa omówić formy tego równania powstałe w wyniku odpowiednich założeń, tj. równanie Fouriera, Poissona, Laplacea. Wyprowadzić równanie różniczkowe rozkładu temperatury w pręcie, a następnie podać założenia, przy których można w ten sposób analizować żebro prostokątne. Podać założenia, przy których wyprowadza się te równania. Hydrodynamiczna i termiczna warstwa przyścienna. Cel stosowania przybliżenia. Kiedy warstwy są jednakowej grubości, a kiedy różnej. Analogie między wymianą ciepła i pędu. Cel ich stosowania. Podać przykład. Wymienić i omówić sposoby wyznaczania współczynnika przejmowania ciepła. Podać mechanizm konwekcji wymuszonej oraz swobodnej. Podać zestaw liczb kryterialnych opisujących ten rodzaj przejmowania ciepła. Zdefiniować te liczby. Kondensacja kropłowa i błonowa. Podać założenia do teorii Nusselta. Wrzenie w objętości. Warunki wzrostu pęcherzyka. Podać podział ze względu na temperaturę płynu oraz geometrię. Omówić krzywą wrzenia. Wrzenie w przepływie. Omówić występujące struktury podczas przepływu płynu przez ogrzewany kanał małą wartością gęstości strumienia ciepła. Podać rozkład temperatury płynu i ścianki oraz przykład zastosowania tego przypadku. Podać podział wymienników ciepła oraz założenia do analizy teoretycznej wymienników. Podać ogólny algorytm obliczania wymienników ciepła. Podać sposób wyznaczania wpływu osadów w wymienniku na całkowity opór przenikania ciepła. Średnia logarytmiczna różnica temperatur. Podać rozkład temperatury przy przepływie współprądowym oraz przeciwprądowym. Podać równania bilansowe wymiennika ciepła dla współprądu i przeciwprądu. 		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		