



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Wymienniki ciepła, PG_00055941						
Kierunek studiów	Energetyka, Energetyka, Energetyka						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2021 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	3	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	6	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa -> Katedra Energetyki i Aparatury Przemysłowej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Od odpowiedzialny za przedmiot	prof. dr hab. inż. Dariusz Mikielwicz					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	mgr inż. Michał Pysz					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	0.0	15.0	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 przyjmowania 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_U04] potrafi zaprojektować konstrukcję prostego urządzenia i wykonać towarzyszącą temu dokumentację techniczną, przeprowadzić podstawową analizę techniczno-ekonomiczną układów energetycznych, w tym technologii wykorzystujących odnawialne i proekologiczne źródła energii oraz energię konwencjonalną i jądrową, projektować dla nich instalacje energetyczne i ich podstawowe elementy (w tym oświetlenie elektryczne); dobrać, obsługiwać i kontrolować najczęściej stosowane urządzenia elektryczne i układy napędowe.	Student potrafi zaprojektować konstrukcję prostego urządzenia i wykonać towarzyszącą temu dokumentację techniczną, przeprowadzić podstawową analizę techniczno-ekonomiczną układów energetycznych, w tym technologii wykorzystujących odnawialne i proekologiczne źródła energii oraz energię konwencjonalną i jądrową.	[SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU1] Ocena realizacji zadania
	[K6_W09] zna zagrożenia pochodzące od urządzeń elektrycznych i zasady ochrony przed nimi, ma podstawową wiedzę z zakresu wymienników ciepła, ma podstawową wiedzę dotyczącą urządzeń energetycznych typu pompy, sprężarki, turbiny, silniki spalinowe, kotły, rurociągi i ich osprzęt oraz metod ich doboru w zależności od potrzeb	Student ma podstawową wiedzę z zakresu wymienników ciepła, oraz metod ich doboru w zależności od potrzeb	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
[K6_W06] Zna: klasyczne i rozwojowe technologie energetyczne, zasady doboru i eksploatacji urządzeń i instalacji ciepłno-energetycznych, podstawowe zasady funkcjonowania systemów energetycznych, podstawowe zagadnienia dot. niezawodności urządzeń energetycznych oraz diagnostyki, skutki środowiskowe stosowanych technologii energetycznych, sposoby wykorzystania odnawialnych źródeł energii.	Student zna klasyczne i rozwojowe technologie energetyczne, zasady doboru i eksploatacji urządzeń i instalacji ciepłno-energetycznych, podstawowe zasady funkcjonowania systemów energetycznych, skutki środowiskowe stosowanych technologii energetycznych, sposoby wykorzystania odnawialnych źródeł energii.	[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	
Treści przedmiotu	Wykład 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. Podstawy projektowania wymienników ciepła. Projekt polega na zaprojektowaniu wymiennika ciepła dla dedykowanego zastosowania.		
Wymagania wstępne i dodatkowe	matematyka I, II, III, fizyka, mechanika płynów, termodynamika		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Projekt	60.0%	60.0%
	Egzamin pisemny	60.0%	40.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. Mikielwicz J., Grochal B., Gumkowski S., Polesek-Karczewska S., Mikielwicz D., Wymiana ciepła, Wydawnictwo IMP PAN, 1996 2.F. Incropera, D. deWitt, Fundamentals of heat and mass transfer, 5th edition, CRC Press, 2007. 2. Wiśniewski S., Wiśniewski T., Wymiana ciepła, WNT, 2007. 4. Pudlik W., Wymiana i wymienniki ciepła, Wydawnictwo PG, Gdańsk 1996.	
	Uzupełniająca lista lektur	Nie ma wymagań	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Wymienniki ciepła - Moodle ID: 37018 https://enauzanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=37018	

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> 1. Przedstawić znane sposoby przenoszenia ciepła na przykładzie przenikania ciepła przez wielowarstwową ściankę oddzielającą dwa płyny o różnych temperaturach. 2. Wyprowadzić równanie Pecleta dla przenikania ciepła przez pojedynczą ściankę oddzielającą dwa płyny. 3. Zdefiniować opór cieplny przewodzenia, przejmowania i przenikania ciepła. 4. Przedstawić definicję gęstości strumienia ciepłego w dwuwymiarowym polu temperatur. 5. Omówić przykłady podobieństwa geometrycznego, podać dlaczego podobieństwo geometryczne nie jest wystarczające w modelowaniu fizycznym zjawisk. 6. Wyprowadzić z definicji pojęcie liczby Biota, wytłumaczyć czym różni się ona od liczby Nusselta. Co można założyć, gdy liczba Biota dąży do zera? 7. Wyprowadzić postać liczby Nusselta, wytłumaczyć czym różni się ona od liczby Biota. 8. 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. 9. 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. 10. Podać wzór na strumień cieplny przez powierzchnię jednostronnie ożebrowaną na podstawie szkicu wraz z wyjaśnieniem. 11. Równanie Fouriera-Kirchoffa omówić formy tego równania powstałe w wyniku odpowiednich założeń, tj. równanie Fouriera, Poissona, Laplacea. 12. 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. 13. Hydrodynamiczna i termiczna warstwa przyścienna. 14. Analogie między wymianą ciepła i pędu. Cel ich stosowania. Podać przykład. 15. Wymienić i omówić sposoby wyznaczania współczynnika przejmowania ciepła. 16. Podać mechanizm konwekcji wymuszonej oraz swobodnej. Podać zestaw liczb kryterialnych opisujących ten rodzaj przejmowania ciepła. Zdefiniować te liczby. 17. Kondensacja kropłowa i błonowa. Podać założenia do teorii Nusselta. 18. Wrzenie w objętości. Warunki wzrostu pęcherzyka. Podać podział ze względu na temperaturę płynu oraz geometrię. Omówić krzywą wrzenia. 19. 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. 20. Podać podział wymienników ciepła oraz założenia do analizy teoretycznej wymienników. 21. Podać ogólny algorytm obliczania wymienników ciepła. 22. Średnia logarytmiczna różnica temperatur. Podać rozkład temperatury przy przepływie współprądowym oraz przeciwprądowym.
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy