

Karta (sylabus) przedmiotu
Mechanika i Budowa Maszyn
 Studia II stopnia

Przedmiot:	<i>Obciążenia cieplne podzespołów śmigłowca w locie</i>
Rodzaj przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Kod przedmiotu:	<i>MBM 2 S 1 3 28-1_1</i>
Rok:	2
Semestr:	3
Forma studiów:	<i>Studia stacjonarne</i>
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	45
Wykład	30
Ćwiczenia	15
Laboratorium	
Projekt	
Liczba punktów ECTS:	2
Sposób zaliczenia:	<i>Zaliczenie wykładu i ćwiczeń</i>
Język wykładowy:	<i>Język polski</i>

Cel przedmiotu	
C1	Przekazanie podstawowej wiedzy z zakresu definiowania obciążeń cieplnych, jakim poddawane są podzespoły maszyn i urządzeń cieplnych i ich związków ze stanami termicznymi.
C2	Przekazanie wiedzy z zakresu stanów termicznych podzespołów i części maszyn określonych polami temperatur i polami gradientów temperatur.
C3	Przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej klasyfikacji podzespołów śmigłowca według wielkości obciążeń cieplnych, jakim są one poddawane podczas eksploatacji śmigłowca.
C4	Przekazanie rozszerzonej wiedzy z zakresu obciążeń cieplnych głównych podzespołów śmigłowca: silników, przekładni głównych, wirników nośnych. Przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej emisji podczerwieni przez śmigłowiec w locie.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
	Wiedza
1	Matematyka – wiedza w zakresie teorii pola, analizy wektorowej i równań różniczkowych.
2	Silniki lotnicze – wiedza w zakresie podstaw i praktyki działania lotniczych silników śmigłowcowych.
3	Aerodynamika – wiedza w zakresie opływu brył i warstwy przyściennej.
	Umiejętności
4	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę
5	Potrafi pozyskiwać informację z literatury

Efekty kształcenia	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Student ma podstawową wiedzę o obciążeniach cieplnych, jakim poddawane są podzespoły maszyn i urządzeń cieplnych, a w tym o potencjale termicznym, polach temperatury i gradientu temperatury.
EK 2	Student ma poszerzoną wiedzę o przyczynach i skutkach obciążeń cieplnych, jakim poddawane są podzespoły śmigłowca: silniki i przedziały silnikowe, przekładnie główne, wirniki nośne, wloty powietrza do silników i kolektory wylotu spalin.
EK 3	Student ma ogólną wiedzę o emisji podczerwieni przez śmigłowiec w locie i o sposobach ograniczania tej emisji.
	W zakresie umiejętności:
EK 4	Student potrafi przeprowadzić wstępną analizę obciążeń cieplnych, jakim poddawane są główne podzespoły śmigłowca: silniki i przedziały silnikowe, przekładnie główne, wirniki nośne, wloty powietrza do silników i kolektory wylotu spalin.
EK 5	Student potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia związane z określeniem intensywności obciążeń cieplnych, jakim poddawane są główne podzespoły śmigłowca, i na tej podstawie potrafi zaproponować określone zmiany w celu obniżenia poziomów tych obciążeń.
EK 6	Student potrafi przewidywać skutki nadmiernych obciążeń cieplnych głównych podzespołów śmigłowca.
EK 7	Student potrafi przeprowadzić analizę emisji podczerwieni przez śmigłowiec w locie i na tej podstawie zaproponować rozwiązania zmniejszające intensywność tej emisji.
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 8	Student posiada i rozumie potrzebę ciągłego kształcenia.
EK 9	Student wykazuje krytycyzm w wyrażaniu opinii, ale jednocześnie w trakcie dyskusji potrafi bronić swoich racji.
EK10	Student potrafi pracować w zespole, w tym w zespole badawczym i wykazuje obowiązkowość w realizacji zadań.

Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć – wykłady	
Treści programowe	
W1	Wprowadzenie do wiedzy o obciążeniach cieplnych, jakim są poddawane podzespoły maszyn i urządzeń cieplnych i ich związków ze stanami termicznymi. Definicja stanu obciążenia cieplnego.
W2-3	Pole temperatury i gradientu temperatury. Potencjał termiczny. Podstawowe sposoby przepływu ciepła: przewodzenie, konwekcja i

	promieniowanie.
W4	Klasyfikacja zespołów śmigłowca wg wielkości obciążeń cieplnych jakim są one poddawane.
W5-7	Obciążenie cieplne strefy silnikowej śmigłowca. Obciążenia cieplne silnika napędowego jego podzespołów i ich związek ze stanami termicznymi silnika. Zmniejszanie obciążeń cieplnych poprzez układ chłodzenia silnika.
W8-9	Obciążenia cieplne przekładni głównych śmigłowca i ich związek ze stanami termicznymi kół zębatych. Zmniejszanie obciążeń cieplnych poprzez układ chłodzenia przekładni.
W10-11	Obciążenia cieplne wlotów powietrza do silników. Przyczyny i zapobieganie powstawaniu oblodzeń stref wlotów.
W12-13	Obciążenia cieplne układów kolektorów wylotu spalin. Promieniowanie podczerwone gazów wylotowych i sposoby zapobiegania nadmiernej emisji podczerwieni.
W14	Obciążenia cieplne łopat wirnika nośnego. Przyczyny powstawania oblodzenia łopat i sposoby zapobiegania obladzaniu łopat. Ogólne wiadomości o emisji podczerwieni przez śmigłowiec w locie.
W15	Kolokwium

Forma zajęć – ćwiczenia

Treści programowe	
ĆW1-3	Wyznaczanie rozkładów pól temperatur i gradientu temperatury w prostych przypadkach przewodzenia ciepła.
ĆW4-6	Obliczanie współczynników przejmowania ciepła przy opływie wybranych części i podzespołów śmigłowca.
ĆW7-8	Zestawianie bilansu ciepła w układzie chłodzenia silnika.
ĆW9-10	Zestawianie bilansu ciepła w układzie chłodzenia przekładni.
ĆW11-12	Wyznaczanie współczynnika emisyjności spalin wg metody uproszczonej.
ĆW13-14	Bilans ciepła dla układu podgrzewania wlotu powietrza do silnika.
ĆW15	Zaliczenie

Metody dydaktyczne

1	Wykład prowadzony metodą informacyjną z uwzględnieniem problemów obliczeniowych i przy wykorzystaniu technik audiowizualnych
2	Ćwiczenia stanowią rachunkową ilustrację wykładów i dotyczą wybranych zagadnień obliczeniowych.

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	
<i>realizowane w formie zajęć wykładowych</i>	30
<i>realizowane w formie zajęć ćwiczeniowych</i>	15
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do wykładów</i>	1
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do ćwiczeń</i>	1
Praca własna studenta, w tym:	
<i>Przygotowanie się do wykładu</i>	2
<i>Przygotowanie się do ćwiczeń</i>	1
Łączny czas pracy studenta	50
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu:	2
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym	

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
1	Kostkowski E.: Wymiana ciepła i wymienniki, PWN, Warszawa 2010
2	Wiśniewski S. : Wymiana ciepła, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 1974
3	Szczeciński S. i inni: Turbinowe silniki śmigłowe i śmigłowcowe, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985
4	Szczeciński S. i inni: Silniki odrzutowe, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 1988
	Literatura uzupełniająca
5	Kostkowski E.: Promieniowanie cieplne, PWN, Warszawa 1993
6	Wiśniewski S. : Obciążenia cieplne silników tłokowych, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 1972
7	Wiśniewski S. : Obciążenia cieplne silników turbinowych, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa 1974

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Metoda oceny

EK 1	MBM2A-W02 ++	[C1, C2]	[W1, W2, ĆW1, ĆW2]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 2	MBM2A-W02 ++	[C2, C3, C4]	[W3, W4, W5, W6, W7, W8, ĆW3, ĆW4]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 3	MBM2A-W02 ++	[C4]	[W9, ĆW5]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 4	MBM2A-U18 ++	[C1, C2]	[W1, W2, ĆW1, ĆW2]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 5	MBM2A-U18 ++	[C2, C3, C4]	[W3, W4, W5, W6, W7, W8, ĆW3, ĆW4]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 6	MBM2A-U24 ++	[C4]	[W9, ĆW5]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 7	MBM2A-U18 ++	[C4]	[W1, W2, ĆW1, ĆW2]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 8	MBM2A-K01 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 9	MBM2A-K06 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 10	MBM2A-K03 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	Zaliczenie pisemne wykładu	60%
O2	Zaliczenie pisemne ćwiczeń – dwa kolokwia z zadań.	60%

Autor programu:	dr inż. Tomasz Łusiak
Adres e-mail:	wm.ktmp@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych