

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Badanie napędów lotniczych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Testing of aircraft propulsion systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Lotnictwo i kosmonautyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Napędy i płatowce
Poziom i forma studiów:	I stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny / specjalnościowy
Kod przedmiotu	W09LIK-SI2362
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			0,75	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, teorii napędów lotniczych, spalania paliw oraz technik eksperymentu,
2. Kompetencje z zakresu kursów: Teoria napędów lotniczych, Napędy lotnicze 1, Napędy lotnicze 2,
3. Znajomość budowy i eksploatacji współczesnych silników tłokowych i odrzutowych stosowanych w lotnictwie,
4. Znajomość zasad BHP obowiązujących podczas obsługi sprzętu lotniczego oraz organizacji pracy w przemyśle lotniczym.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Utrwalenie wiedzy z zakresu klasyfikacji, budowy i ogólnej charakterystyki lotniczych zespołów napędowych,
- C2 – Utrwalenie wiedzy z zakresu rozwiązań konstrukcyjnych i działania lotniczych zespołów napędowych,

CELE PRZEDMIOTU

- C3 – Zapoznanie się z rolą oraz ze specyfiką i zakresem badań współczesnych napędów lotniczych, poznanie zasad BHP oraz przepisów organizacyjnych i prawnych,
- C4 – Utrwalenie wiedzy z zakresu materiałów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych wykorzystywanych we współczesnych napędach lotniczych,
- C5 – Zapoznanie się z procedurą przygotowania silnika do testów, wykonania prób oraz konserwacji silnika lotniczego
- C6 – Zapoznanie się ze specyfiką funkcjonowania współczesnego przedsiębiorstwa zajmującego się serwisowaniem napędów lotniczych, poznanie stosowanych w nich technik i technologii,
- C7 – Wykształcenie umiejętności wyznaczania wartości podstawowych parametrów pracy i osiągnięć silników turbinowych i ich zespołów z wykorzystaniem testów stanowiskowych oraz symulacji numerycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – opisać rolę i specyfikę badań i przeglądów napędów lotniczych stosowanych we współczesnym lotnictwie cywilnym i wojskowym,
- PEU_W02 – opisać identyfikowane wielkości fizyczne oraz stosowaną aparaturę podczas testów współczesnych napędów lotniczych (z uwzględnieniem ich konstrukcji), znać lub identyfikować zakres spotykanych wartości w przypadku każdej z ocenianych wielkości,
- PEU_W03 – opisać stosowane we współczesnych silnikach lotniczych materiały konstrukcyjne i eksploatacyjne, znać najważniejsze ich parametry związane z bezpieczną eksploatacją napędów lotniczych,
- PEU_W04 – opisać lub zaproponować procedurę obejmującą przygotowanie wybranego silnika lotniczego do badań, przeprowadzenie badań oraz podjęcie prac związanych z konserwacją badanej jednostki napędowej – z uwzględnieniem przepisów BHP oraz obowiązujących wymagań prawnych,
- PEU_W05 – omówić funkcjonowanie przykładowego przedsiębiorstwa zajmującego się badaniem lub serwisowaniem napędów lotniczych, znać stosowane w jego obrębie techniki i technologie związane z serwisowaniem i prowadzeniem prób silników,
- PEU_W06 – określić specyfikę oraz zakres prac związanych z badaniem napędów lotniczych w różnej skali technicznej, identyfikować obiekt jakim jest silnik lotniczy – z uwzględnieniem jego mocy, gabarytów, dostępności aparatury itp.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 – zaplanować i przeprowadzić badania obejmujące identyfikację wybranych właściwości paliw i innych materiałów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych stosowanych w napędach lotniczych,
- PEU_U02 – zaplanować i przeprowadzić podstawowe badania napędów lotniczych w skali laboratoryjnej,
- PEU_U03 – identyfikować charakterystyki pracy oraz przewidywane wartości najważniejszych wielkości fizycznych wybranych napędów lotniczych z wykorzystaniem symulacji numerycznych i komputerowych,
- PEU_U04 – zaplanować program testów i badań współczesnych napędów lotniczych – z uwzględnieniem konstrukcji silnika, skali prób, dostępnej aparatury,
- PEU_U05 – przestrzegać zasad BHP oraz przepisów związanych z obsługą aparatury pomiarowej oraz badanych obiektów.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Przegląd współczesnych napędów lotniczych, kierunki badań i rozwoju współczesnych silników turbinowych i tłokowych, wymagania stawiane silnikom lotniczym	1
Wy2	Rola badań i przeglądów napędów lotniczych we współczesnym lotnictwie wojskowym i cywilnym, podstawy prawne, analityczne i empiryczne modele stosowane podczas badań silników lotniczych	2
Wy3	Pomiary wielkości fizycznych podczas prób silników lotniczych, planowanie i zakres badań wybranych konstrukcji napędów lotniczych (turbiniowych, tłokowych), przepisy BHP	2
Wy4	Materiały konstrukcyjne i eksploatacyjne stosowane we współczesnych napędach lotniczych oraz badania prowadzone pod kątem ich wykorzystania w silnikach lotniczych	2
Wy5	Przygotowanie napędów lotniczych do badań – metodologia, wytyczne, dobre praktyki, czynnik ludzki	2
Wy6	Próby silnikowe oraz konserwacja zespołów napędowych – metodologia, wytyczne, dobre praktyki, czynnik ludzki	2
Wy7	Organizacja współczesnych przedsiębiorstw zajmujących się obsługą i serwisowaniem napędów lotniczych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, szkolenie BHP	1
La2	Badania jakości paliwa lotniczego oraz smarów i olejów wykorzystywanych w napędach lotniczych	2
La3	Badania stanowiskowe jednaprzepływowego turbodrzutowego silnika lotniczego, bilans cieplny silnika	2
La4	Badania stanowiskowe tłokowego silnika lotniczego, bilans cieplny silnika	2
La5	Badania stanowiskowe elektrycznego silnika lotniczego	2
La6	Identyfikacja charakterystyk silników turbodrzutowych, normalizacja wyników pomiarów	2
La7	Diagnostyka parametryczna dwuprzepływowych turbodrzutowych silników lotniczych z wykorzystaniem symulacji komputerowych	2
La8	Zajęcia dodatkowe lub odrobkowe, zaliczenie kursu	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1 – Wykład tradycyjny (informacyjny lub problemowy) z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej,</p> <p>N2 – Praca własna – samodzielne studia literaturowe z wykorzystaniem m.in. dostępnych materiałów internetowych oraz wskazanej literatury,</p> <p>N3 – Krótkie sprawdziany pisemne lub ustne przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym, przygotowanie samodzielne do ćwiczeń laboratoryjnych, przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych, dyskusja nad doświadczeniem,</p>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N4 – Konsultacje (zdalne lub stacjonarne),
 N5 – Wizyty studyjne w przedsiębiorstwach zajmujących się serwisowaniem napędów lotniczych i spotkania z przedstawicielami firm lub zapoznanie się z udostępnionymi przez nie materiałami szkoleniowymi.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ – WYKŁAD

Oceny (F – formująca w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01–PEU_W06	Kolokwium zaliczeniowe

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ – ĆWICZENIA

Oceny (F – formująca w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U04, PEU_U05	Krótki sprawdzian pisemny lub ustny, przygotowanie sprawozdania z badań – laboratorium nr 2
F2, F3, F4	PEU_U02, PEU_U04, PEU_U05	Krótkie sprawdziany pisemne lub ustne, przygotowanie sprawozdań z badań – laboratorium nr 3, nr 4 i nr 5
F5, F6	PEU_U03	Krótkie sprawdziany pisemne lub ustne, przygotowanie sprawozdań z badań – laboratorium nr 6 i nr 7
$P = (F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6) / 6$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Boliński B. i Stelmaszczyk Z., *Eksploatacja silników turbinowych*, WKŁ, Warszawa, 1981.
- [2] Balicki W. i inni, *Lotnicze silniki turbinowe. Konstrukcja – eksploatacja – diagnostyka. Część 1*, Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa, 2010.
- [3] Balicki W. i inni, *Lotnicze silniki turbinowe. Konstrukcja – eksploatacja – diagnostyka. Część 2*, Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa, 2012.
- [4] Jeż M., *Silniki spalinowe: zasady działania i zastosowania*, Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa, 2003.
- [5] Borodzik F., *Budowa silnika*, WKŁ, Warszawa, 1973.
- [6] Cichosz E. i inni, *Charakterystyka i zastosowanie napędów*, WKŁ, Warszawa, 1980.
- [7] Luft S., *Podstawy budowy silników*, WKŁ, Warszawa, 2006.
- [8] Rychter T., *Silniki dwusuwowe pojazdów*, WKŁ, Warszawa, 1988.
- [9] Kordziński Cz., *Małe silniki spalinowe*, WKŁ, Warszawa, 1982.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Dzierżanowski P. i inni, *Silniki tłokowe*, WKŁ, Warszawa, 1981.
- [2] Dzierżanowski P. i inni, *Turbinowe silniki odrzutowe*, WKŁ, Warszawa, 1983.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

- | |
|---|
| <p>[3] Dzierżanowski P. i inni, <i>Turbinowe silniki śmigłowe i śmigłowcowe</i>, WKŁ, Warszawa, 1985.</p> <p>[4] Dźygadło Z. i inni, <i>Zespoły wirnikowe silników turbinowych</i>, WKŁ, Warszawa, 1982.</p> <p>[5] Torecki S., <i>Silniki rakietowe</i>, WKŁ, Warszawa, 1984.</p> <p>[6] Farokhi, S., <i>Aircraft propulsion</i>, John Wiley & Sons, Hoboken, 2008.</p> <p>[7] Gajewski T. i inni, <i>Przepływowe silniki odrzutowe</i>, WNT, Warszawa, 1973.</p> <p>[8] Oates G.C. i inni, <i>Aircraft propulsion systems technology and design</i>, AIAA Education Series, Washington DC, 1989.</p> <p>[9] Mattingly J.D. i inni, <i>Aircraft Engine Design. Third Edition</i>, AIAA, 2018.</p> <p>[10] Wild T.W., <i>Aircraft Powerplants. Ninth Edition</i>, McGraw-Hill, 2018.</p> <p>[11] Niewiarowski K., <i>Tłokowe silniki spalinowe</i>, WKŁ, Warszawa, 1983.</p> <p>[12] El-Sayed A., <i>Aircraft propulsion and gas turbine engines</i>, CRC Press/Taylor & Francis Group, 2008.</p> <p>[13] Wajand J.A. i Wajand J.T., <i>Tłokowe silniki spalinowe</i>, WNT, Warszawa, 2000.</p> <p>[14] Wajand J.A. i Wajand J.T., <i>Tłokowe silniki spalinowe średnio- i szybkoobrotowe</i>, WNT, Warszawa, 2005.</p> |
|---|

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

dr inż. Maciej Cholewiński (maciej.cholewinski@pwr.edu.pl)
--