



## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu

Podstawy procesów spalania

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria lotnicza

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy pokładowe i napędy lotnicze

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

15

Inne (np. online)

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

### Liczba punktów

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Rafał Ślęfarski, prof. PP

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: rafal.slefarski@put.poznan.pl

tel. 616652218

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać podstawowe wiadomości z termodynamiki, mechaniki płynów, wymiany ciepła, ochrony środowiska oraz wiedzę na temat podstawowych paliw stosowanych w lotnictwie oraz budowy silników lotniczych. Ponadto powinien posiadać umiejętność obliczania podstawowych parametrów termodynamicznych charakteryzujących procesy konwersji energii.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy z zakresu podstaw procesu spalania paliw służących do napędu statków powietrznych i kosmicznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza



Ma wiedzę w zakresie fizyki, chemii, termodynamiki, niezbędną do zrozumienia zagadnień w zakresie teorii maszyn, teorii napędów i układów wytwarzania energii.

Student ma podstawową wiedzę o materiałach metalowych, niemetalowych stosowanych w budowie komór spalania, a także paliwach, gazach technicznych, czynnikach chłodniczych stosowanych w statkach powietrznych.

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu termodynamiki technicznej tj. teorii przemian termodynamicznych, przepływu ciepła i procesów spalania.

#### Umiejętności

Student potrafi przeprowadzić elementarne obliczenia techniczne w zakresie mechaniki płynów i termodynamiki, takie jak np. bilanse cieplne i masowe, bilanse pierwiastków chemicznych, obliczenia stechiometryczne spalania, a także obliczać przebiegi termodynamiczne w maszynach cieplnych.

Potrafi przeprowadzić eksperyment badawczy wykorzystując aparaturę pomiarową, potrafi wykonywać pomiary, takie jak np. pomiary temperatur, pomiary ilości związków toksycznych, interpretować wyniki i wyciągać wnioski.

Potrafi stosować podstawowe normy techniczne dotyczące bezpieczeństwa w zakresie użytkowania paliw.

#### Kompetencje społeczne

Ma zdolności do określania priorytetów służących realizacji określonego przez siebie lub innych zadania na podstawie dostępnej wiedzy.

Rozumie potrzebę krytycznej oceny posiadanej wiedzy i ciągłego kształcenia się.

Potrafi inspirować i organizować proces uczenia siebie i innych osób

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana w czasie egzaminu składającego się z 5 pytań otwartych, punktowanych w zakresie od 0 do 1. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania zostaną przesłane studentom drogą mailową z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej.

Ćwiczenia audytoryjne: ocenianie ciągłe na każdych zajęciach umiejętności i kompetencji poprzez rozwiązywanie zadań inżynierskich oraz analizy przypadków szczególnych, ocena wiedzy i umiejętności studenta na podstawie końcowego testu pisemnego

Laboratoria: ocenianie ciągłe na każdych zajęciach umiejętności i kompetencji studenta, ocena z raportu z poprzednich ćwiczeń, test końcowy

#### Treści programowe



Proces spalania paliw gazowych, ciekłych i stałych, podział utleniaczy, stechiometria procesu spalania, podstawowe obliczenia parametrów spalania, zredukowana kinetyka reakcji procesu spalania paliw stosowanych w lotnictwie i kosmonautyce, płomień kinetyczny, płomień dyfuzyjny, płomienie osiowosymetryczne, płomienie wirowe, ciepło reakcji, temperatura spalania metody stabilizacji płomienia, zjawisko flashback, zjawisko zerwania płomienia, komory spalania stosowane w napędach lotniczych, materiały stosowane w budowie komór spalania, układy chłodzenia części gorących silnika, bezpieczeństwo użytkowania paliw, strefy zagrożenia wybuchem, zjawisko detonacji oraz wybuchu.

Ćwiczenia audytoryjne: rozwiązanie zadań i problemów inżynierskich z zakresu wydzielania energii w napędach lotniczych

Laboratoria: praktyczne badanie zjawisk związanych ze spalaniem paliw: analiza spalania paliw w płomieniu kinetycznym i dyfuzyjnym, obliczenia parametrów równowagowych procesu spalania, wyznaczenie laminarnej prędkości spalania, pomiar długości płomienia dyfuzyjnego, analiza rozkładu związków toksycznych i temperatury w płomieniu wirowym.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.

Cwiczenia audytoryjne: prezentacja multimedialna, ilustrowana rozwiązywanie problemów inżynierskich i przykładami podawanymi na tablicy.

Ćwiczenia laboratoryjne: wykonanie przez studentów zadań praktycznych wskazanych przez prowadzącego.

### Literatura

Podstawowa

Dobski, T.: Combustion Gases in Modern Technologies, 2scd Ed., Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej

Jarosiński J.: Techniki czystego spalania, WNT, Warszawa 1996

Molenda J.: Gaz ziemny. Paliwo i surowiec, WNT, Warszawa 2004

Andrzej Kowalkiewicz: Podstawy procesów spalania

Stefan Wisniewski, Termodynamika Techniczna,

Uzupełniająca

Lefebvre: Gas Turbine Combustion,

Warnatz J., Maas U., Dibble R.W.: Combustion, Springer-Verlag, Berlin?Heidelberg 1999

Ecbert: Laser Diagnostic for combustion processes

Thierry Poinso: Theoretical and numerical combustion



### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	66	2,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń audytoryjnych, opracowanie raportów przygotowanie do kolokwiiów, konsultacje) <sup>1</sup>	34	1,5

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności