**Nazwa przedmiotu:**

Współczesne metody pomiarowe

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Tomasz Wiśniewski, prof. PW.

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty obieralne

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 32 godz. w tym:
a) wykład - 15 godz.,
b) laboratorium - 15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.
2) Praca własna studenta- 20 godzin, przygotowywanie się do laboratoriów i kolokwiów.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,2 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 32 godz. w tym:
a) wykład - 15 godz.,
b) laboratorium - 15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1,4 punktu ECTS - 35 godz, w tym:
a) udział w laboratorium - 15 godz.,
b) przygotowywanie się do laboratoriów i kolokwiów - 20 godzin.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Poznanie współczesnych metod pomiaru temperatury i gęstości strumieni ciepła. Poznanie podstaw termografii w podczerwieni i jej zastosowanie do badań nieniszczących. Poznanie postaw termografii ciekłokrystalicznej i zastosowania ciekłych kryształów do jednoczesnego pomiaru pola prędkości i temperatury. Poznanie współczesnych metod pomiaru właściwości cieplnych ciał stałych, cieczy i gazów.
Poznanie metod badania procesów spalania i detonacji oraz metod badania silników spalinowych i turbinowych.
Poznanie współczesnych metod pomiaru ciśnienia i pomiaru pola prędkości metodami optycznymi – PIV oraz zastosowanie efektu Dopplera. Pomiary podstawowych własności materiałów. Przybliżenie metod pomiarów przemieszczeń i odkształceń. Poznanie metod optycznych w pomiarach mechanicznych.

**Treści kształcenia:**

Pomiary temperatury i gęstości strumienia ciepła.
Współczesne czujniki temperatury i strumienia ciepła. Pomiar gęstości strumieni ciepła. Pomiary wielkości szybkozmiennych. Metody wyznaczania współczynników przejmowania ciepła. Metody pomiaru termicznego oporu kontaktowego.
Termografia w podczerwieni. Podstawy. Budowa kamer termowizyjnych. Metoda cienkiej ogrzewanej folii. Wyznaczanie rozkładu współczynnika przejmowania ciepła.
 Zastosowanie termografii w podczerwieni do badań nieniszczących. Termografia impulsowa. Metoda Lock-in.
Termografia ciekłokrystaliczna. Jednoczesny pomiar pola prędkości i temperatury za pomocą ciekłych kryształów. Termografia fosforowa.
Współczesne metody pomiaru właściwości cieplnych ciał stałych, cieczy i gazów.

Badania procesów spalania i detonacji.
Metody pomiarów i wizualizacji procesów spalania i detonacji. W szczególności metody wizualizacji: bezpośrednia, cieniowa, smugowa, interferometryczna. Podstawy fizyczne, zasady konstrukcji przyrządów do wizualizacji i zakres zastosowań. Laserowa diagnostyka płomieni, tj. metody jak PIV, LIF, LDV. Konstrukcja sprzętu laserowego, zakres zastosowania poszczególnych metod, sposoby obróbki komputerowej i przetwarzania danych pomiarowych. Tomografia pojemnościowa w spalaniu. Metody pomiaru szybkozmiennych ciśnień, stosowane w badaniach wybuchów, detonacji, i w silnikach tłokowych. Metody pomiaru składu gazów, w tym składu spalin.
Badania silników spalinowych i turbinowych.
Metody badania stosowane w silnikach spalinowych i turbinowych. Metody pomiaru mocy i momentu obrotowego lub ciągu.

Pomiary ciśnień.
Metody pomiaru ciśnień stosowane w aerodynamice, rodzaje czujników oraz warstwy aktywne PSP.
Pomiar pola prędkości metodami optycznymi – PIV oraz zastosowanie efektu Dopplera.
Metody pomiaru oraz analiza wyników i obróbka danych z PIV w aerodynamice. Metoda LDA. Zaawansowane konfiguracje w pomiarach turbulencji.
Pomiary podstawowych własności materiałów.
Próba quasi stycznego rozciągania; próba cyklicznego rozciągania; pomiar twardości; pomiar udarności.
Podstawowe metody pomiaru własności materiałów konstrukcyjnych. Rodzaje próbek, warunki prowadzenia pomiarów, metody opracowania wyników.
Pomiary przemieszczeń i odkształceń.
Urządzenia i metody pomiaru kształtu, przemieszczeń i odkształceń: ekstensometry 1D: mechaniczne; tensometryczne; piezoelektryczne; światłowodowe, optyczne 1D i 2D. Możliwości i ograniczenia, porównanie metod.
Metody optyczne w pomiarach mechanicznych.
Dokładniejsze omówienie głównych optycznych metod pomiarowych dających wyniki polowe: elastooptyka; mora; interferometria, metody plamkowe (w tym: ESPI).

**Metody oceny:**

2 kolokwia, ocena przygotowania się studenta do laboratorium, ocena wykonywanych przez studenta zadań w ramach laboratorium.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.WMP\_W1:**

 Posiada wiedzę na temat nowoczesnych metod pomiaru temperatury i gęstości strumienia ciepła oraz właściwości termofizycznych ciał.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.WMP\_W2:**

 Posiada wiedzę na temat termografii w podczerwieni i termografii ciekłokrystalicznej i ich zastosowań.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.WMP\_W3:**

 Posiada wiedzę na temat nowoczesnych metod pomiarów pól prędkości.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.WMP\_W4:**

 Posiada podstawową wiedzę na temat współczesnych metod badań silników spalinowych i procesów spalania.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.WMP\_W5:**

 Zna metody pomiarów podstawowych właściwości mechanicznych materiałów, metody pomiaru przemieszczeń i odkształceń, w tym: metody optyczne.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena przygotowania się studenta do laboratorium, ocena wykonywanych przez studenta zadań w ramach laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.WMP\_U1:**

 Potrafi wykorzystać metody współczesnej fizyki w badaniach eksperymentalnych i pomiarach.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena przygotowania się studenta do laboratorium, ocena wykonywanych przez studenta zadań w ramach laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.WMP\_U2:**

 Potrafi zaplanować eksperymenty w obszarze mechaniki, mechaniki płynów i wymiany ciepła z wykorzystaniem współczesnych metod pomiarowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena przygotowania się studenta do laboratorium, ocena wykonywanych przez studenta zadań w ramach laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**