**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowana wymiana ciepła w konstrukcji

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. dr hab. inż. Tomasz Wiśniewski, prof. dr hab. inż. Piotr Furmański

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

ML.NS745

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

3 punkty ECTS - 75 godzin, w tym:
1. Liczba godzin kontaktowych: 48, w tym:
d) wykład – 30 godz.,
e) ćwiczenia – 15 godz.,
f) konsultacje – 3 godz.
2. Praca własna studenta – 28 godzin, w tym:
a) 10 godz. – bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń i wykładów (analiza literatury),
b) 18 godz. - przygotowywanie się do 2 kolokwiów.

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

1,8 ECTS - 48 godzin, w tym:
a) wykład – 30 godz.,
b) ćwiczenia – 15 godz.,
c) konsultacje – 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymiana ciepła I.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Nauczenie rozróżniania i matematycznego opisu złożonych procesów wymiany ciepła w zachodzących w różnych urządzeniach i materiałach.

**Treści kształcenia:**

1.Proste i złożone mechanizmy wymiany ciepła.
2. Wyznaczanie rozkładów temperatury w ciałach stałych.
3. Metody wizualizacji pól temperatury. 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.
4. Termografia ciekłokrystaliczna. Jednoczesny pomiar pola prędkości i temperatury za pomocą ciekłych kryształów.
5. Rozszerzalność cieplna. Konsekwencje rozszerzalności termicznej materiałów w technice.
6. Naprężenia cieplne.
7. Termiczny opór kontaktowy. Przyczyny istnienia termicznego oporu kontaktowego i czynniki wpływające na jego wartość. Metody kontroli termicznego oporu kontaktowego.
Metody pomiaru termicznego oporu kontaktowego.
8. Wymiana ciepła przy przepływach turbulentnych i dwufazowych. Równania opisujące konwekcyjna wymianę ciepła. Równania kryterialne.
9. Wymiana ciepła w zagadnieniach zmiany fazy (krzepniecie, szronienie, obladzanie).
10. Wymiana ciepła podczas kondensacji i wrzenia.
11. Wymienniki ciepła. Podstawowe konstrukcje. Metody obliczeń i optymalizacji.
12. Rury cieplne. Zasada działania. Rozwiązania konstrukcyjne. Metody obliczeń.
13. Promieniowanie cieplne w ośrodkach przezroczystych i oddziałujących z promieniowaniem.
14. Wymiana ciepła w ośrodkach porowatych i zawiesinach.
15. Izolacje cieplne i ochrona przed wysoką i niską temperaturą. Mechanizmy wymiany ciepła w izolacjach. Właściwości cieplne izolacji.
16. Metody pomiarów gęstości strumienia ciepła. Współczesne czujniki strumienia ciepła. Budowa i zasada działania czujników strumienia ciepła.

**Metody oceny:**

2 kolokwia.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS745\_W1:**

 Ma podstawową wiedzę z zakresu rozszerzalności cieplnej i naprężeń cieplnych oraz termicznego oporu kontaktowego.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03, MiBM2\_W04, MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS745\_W2:**

 Znajomość złożonych mechanizmów wymiany ciepła i metod wizualizacji pól temperatury.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03, MiBM2\_W04, MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS745\_W3:**

 Ma wiedzę z zakresu wymiany ciepła podczas zmiany fazy, konstrukcji wymienników ciepła i rur cieplnych.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03, MiBM2\_W04, MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS745\_W4:**

 Ma wiedzę z zakresu izolacji cieplnych i wymiany ciepła w ośrodkach porowatych.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W03, MiBM2\_W04, MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS745\_U1:**

 Potrafi rozpoznawać różne sposoby wymiany ciepła w procesach i urządzeniach oraz formułować zagadnienia z wymiany ciepła.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09, MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS745\_U2:**

 Potrafi przeprowadzać obliczenia związane z określaniem rozkładu temperatury i strumieni cieplnych w urządzeniach i procesach.

Weryfikacja:

Kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09, MiBM2\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**