**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana ciepła w lotnictwie

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Maciej Jaworski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

NK328

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2011/2012

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Wykład - 45 h
Samodzielnie wykonywane ćwiczenia rachunkowe - 40 h
przygotowanie do kolokwiów - 15 h

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2
samodzielne rozwiązywanie problemów obliczeniowych
przygotowanie do kolokwiów

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

ZNK429 - Mechanika płynów (1506)
NW116 - Termodynamika 1 (TERMA1)

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Po zaliczeniu przedmiotu student będzie potrafił
- zidentyfikować złożony proces wymiany ciepła oraz ocenić udział elementarnych mechanizmów transportu ciepła w tym procesie,
- przeprowadzić szacunkowe obliczenia cieplne (pola temperatury, strumienie ciepła) dla prostych elementów urządzeń cieplnych i prostych systemów cieplnych,
- opracować model do obliczeń cieplnych przy użyciu komercyjnych programów obliczeniowych (m.in. poprawnie określić warunki brzegowe),
- będzie znał i rozumiał zasady działania technik i urządzeń stosowanych w systemach kontroli termicznej obiektów kosmicznych, oraz w lotnictwie.

**Treści kształcenia:**

Treści merytoryczne przedmiotu:
• Podstawy wymiany ciepła
 - Mechanizmy, podstawowe prawa, właściwości termofizyczne różnych substancji,
 - Metody rozwiązywania problemów wymiany ciepła,
• Przewodzenie ciepła
 – Równanie przewodzenia ciepła,
 – Przewodzenie ciepła w stanie ustalonym i nieustalonym,
 – Opory cieplne,
 – Powierzchnie użebrowane,
• Wybrane zagadnienia przejmowania ciepła (konwekcja)
 – Przejmowanie ciepła przy konwekcji wymuszonej i swobodnej. Opływy i przepływy w kanałach, laminarne i burzliwe,
 – Wymiana ciepła przy dużych szybkościach przepływu, w gazach rozrzedzonych,
 – Wymiana ciepła przy wrzeniu i skraplaniu,
 – Chłodzenie ablacyjne i transpiracyjne.
• Podstawy promieniowania cieplnego
 – Podstawowe prawa,
 – Metody obliczeniowe.

**Metody oceny:**

Podstawą zaliczenia jest sumaryczna ocena (suma punktów) z trzech kolokwiów obejmujących materiał teoretyczny oraz proste zadania obliczeniowe. Do zaliczenia niezbędne jest 50% maksymalnej liczby punktów.
Na ostatnich zajęciach przeprowadzane jest dodatkowe kolokwium obejmujące cały zakres materiału (sprawdzian poprawkowy) dla osób, które nie uzyskały zaliczenia.
Praca własna:
Rozwiązywania zadań (problemy obliczeniowe) przygotowanych przez prowadzącego i zamieszczonych w materiałach pomocniczych (na stronie internetowej).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

- Wiśniewski S, Wiśniewski T.S.: Wymiana ciepła. WNT.
- Staniszewski B.: Wymiana ciepła. PWN.
- Domański R. i in.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki w ujęciu komputerowym. PWN, 2000.
- Materiały z wykładów publikowane na stronach internetowych Wydziału
- Cengel Y.A.: Heat Transfer. A practical approach. MacGraw-Hill, 2003.
- Heat Transfer Handbook (www.bg.pw.edu.pl).

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt EW1:**

Zna podstawowe mechanizmy wymiany ciepła oraz związane z nimi prawa fizyczne

Weryfikacja:

Kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02

**Efekt EW2:**

Zna równania transportu opisujące procesy przewodzenia ciepła jak również warunki brzegowe charakterystyczne dla zagadnień wymiany ciepła

Weryfikacja:

Kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02

**Efekt EW3:**

Posiada wiedzę dotyczącą szczególnych przypadków konwekcyjnej wymiany ciepła, w tym wymiany ciepła przy dużych szybkościach przepływu

Weryfikacja:

Kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02

**Efekt EW4:**

Posiada wiedzę na temat stosowanych w lotnictwie metod ochrony przed przegrzaniem powierzchni elementów silników poddawanych dużym obciążeniom cieplnym

Weryfikacja:

Kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02

**Efekt EW5:**

Zna modele matematyczne wymiany ciepła na drodze promieniowania, rozumie pojęcie współczynnika konfiguracji, potrafi określić istotne dla wymiany ciepła właściwości radiacyjne powierzchni

Weryfikacja:

Kolokwium 3, Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt EU1:**

Potrafi wykorzystać prawa rządzące podstawowymi mechanizmami wymiany ciepła do rozwiązywania złożonych zagadnień przepływu ciepła

Weryfikacja:

Kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09

**Efekt EU2:**

Potrafi wykorzystać równanie przewodzenia ciepła w odpowiedniej postaci do opisu prostych przypadków wymiany ciepła oraz rozwiązać problem metodami analitycznymi

Weryfikacja:

Kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09

**Efekt EU3:**

Potrafi zastosować równania kryterialne do opisu zagadnień konwekcyjnej wymiany ciepła

Weryfikacja:

Kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09

**Efekt EU4:**

Potrafi wykonać obliczenia wymiany ciepła na drodze promieniowania dla prostej konfiguracji geometrycznej

Weryfikacja:

Kolokwium 3

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09