**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana ciepła i masy

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Joanna Rucińska; dr inż. Dariusz Ksionek; dr inż. Anna Komerska

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Podstawowe

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOW-MSP-1205

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

wykłady - 15 godzin,
przygotowanie do egzaminu - 15 godzin,
projekt - 15 godzin,
przygotowanie do kolokwium - 15 godzin,
przygotowanie projektu - 10 godzin,
Razem - 70 godzin.

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

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

nie dotyczy

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika płynów, termodynamika techniczna, wymiana ciepła.

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Obliczanie przeponowych wymienników ciepła, przejmowanie ciepła przy skraplaniu pary, wymiana ciepła przez promieniowanie, procesy wymiany ciepła dla zaizolowanych rurociągów i wymienników ciepła.

**Treści kształcenia:**

Obliczanie przeponowych wymienników ciepła: średnia potęgowa różnica temperatury, średnia różnica temperatury dla nagrzewnic i chłodnic powietrza. Zasady obliczania przeponowych wymienników ciepła typu woda-powietrze (nagrzewnice i chłodnice powietrza). Przejmowanie ciepła przy skraplaniu pary: przejmowanie ciepła przy kondensacji błonkowej na powierzchni pionowej, rurze poziomej i pęczkach rur poziomych, przejmowanie ciepła przy skraplaniu pary przegrzanej. Zasady obliczania przeponowych wymienników ciepła typu para-woda i woda-para. Przejmowanie ciepła przy wrzeniu cieczy: przejmowanie ciepła a rodzaje wrzenia, fizyka wrzenia pęcherzykowego, przejmowanie ciepła przy wrzeniu pęcherzykowym w warunkach konwekcji swobodnej i wrzeniu czynników przepływających w przewodach (konwekcji wymuszonej). Procesy wymiany ciepła dla zaizolowanych rurociągów i wymienników ciepła. Wymiana ciepła przez promieniowanie pomiędzy powierzchnią niewklęsłą i powierzchnią ją otaczającą. Wymiana ciepła przez promieniowanie pomiędzy powierzchniami szarymi dowolnie umieszczonymi w przestrzeni. Promieniowanie gazów i par.
Przykłady obliczeniowe przekazywania ciepłą przez ścianki ożebrowane: temperatura żebra prostego, współczynnik przejmowania ciepła dla żebra, efektywność żebra, sprawność cieplna żebra, sprawność cieplna ścianki ożebrowanej, pozorny współczynnik przejmowania ciepła dla ścianki ożebrowanej. przenikanie ciepła przez cylindryczną ściankę ożebrowaną. Przykład obliczania przeponowego wymiennika ciepła typu woda-powietrze. Przykłady obliczeniowe dla obliczania ciepła przy skraplaniu pary: przejmowanie ciepła przy kondensacji błonkowej na powierzchni pionowej i pochyłej, na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni rur poziomych i pęczków rur poziomych. Przykłady obliczeniowe dla obliczania przejmowania powietrza przy wrzeniu pęcherzykowym. przykłady obliczeniowe dotyczące zagadnień wymiany ciepła dla zaizolowanych przewodów. Przykłady obliczeniowe strumieni przekazywanego ciepła pomiędzy powierzchnią nie wklęsłą i powierzchnią ją otaczającą. Wykonanie projektu przeponowego wymiennika ciepła typu woda-powietrze.

**Metody oceny:**

WYKŁADY: Zdanie egzaminu.
ĆWICZENIA PROJEKTOWE: Zaliczenie projektu i zaliczenie kolokwium.
OCENA ZINTEGROWANA: 0,6 W + 0,4 P

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

B. Staniszewski: Wymiana ciepła, PWN, 1980.
S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: Wymiana ciepła, WNT, 2000.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna sposób obliczania przeponowych wymienników ciepła: woda-powietrze, para-woda i woda-para. Posiada wiedzę o procesach: przejmowania ciepła przy skraplaniu pary i przejmowania ciepła przy wrzeniu cieczy. Zna metody obliczania współczynników przejmowania ciepła przez konwekcję dla układów: przy kondensacji błonkowej na powierzchniach ciała stałego (pionowych, ukośnych i rurze poziomej), pęczkach rur poziomych dla pary suchej nasyconej i pary przegrzanej. Posiada wiedzę o rodzajach wrzenia i zna metodę obliczania współczynnika przenikania ciepła przy wrzeniu pęcherzykowym w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. Posiada wiedzę i potrafi opisać oraz ocenić wpływ grubości izolacji na warunki przekazywania ciepła dla izolowanych układów termodynamicznych (rurociągów, wymienników ciepła itp.). Ma wiedzę i potrafi opisać wymianę ciepła przez promieniowanie dla układów: pomiędzy powierzchnią niewklęsłą i ją otaczającą, pomiędzy powierzchniami szarymi dowolnie zlokalizowanymi. Zna właściwości promieniowania gazów i par czynników termodynamicznych.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny z całości materiału

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W19, IS\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi opisać, obliczyć i ocenić ścianki ożebrowane jako układy przekazujące ciepło (sprawność cieplną ścianki, współczynnik przenikania ciepła, strumień przekazywanego ciepła). Umie opracować projekt przeponowego wymiennika ciepła typu woda-powietrze. Umie obliczyć i ocenić współczynniki przejmowania ciepła przez konwekcję dla układów: skraplanie pary suchej nasyconej i pary przegrzanej na powierzchniach pionowych i pochyłych, na powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej rur poziomych i pęczków rur poziomych, przy wrzeniu pęcherzykowym cieczy w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. Umie obliczyć i ocenić wpływ grubości izolacji na przekazywanie ciepła zaizolowanych rurociągów i przeponowych wymienników ciepła. Potrafi obliczyć wymianę ciepła przez promieniowanie pomiędzy powierzchnią niewklęsłą i powierzchnią ją otaczającą.

Weryfikacja:

Obrona projektu i pisemne kolokwium z całości materiału.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U01, IS\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Ma świadomość wagi pozatechnicznych skutków działalności inżynierskiej, także wpływu na środowisko i rozumie potrzebę systematycznego dokształcania się w celu podnoszenia swoich kompetencji zawodowych.

Weryfikacja:

WYKŁADY: Zdanie egzaminu.
ĆWICZENIA PROJEKTOWE: Zaliczenie projektu i kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK

**Charakterystyka K02:**

Rozumie potrzebę systematycznego dokształcania się w celu podnoszenia swoich kompetencji zawodowych.

Weryfikacja:

WYKŁADY: Zdanie egzaminu.
ĆWICZENIA PROJEKTOWE: Zaliczenie projektu i kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK