**Nazwa przedmiotu:**

Teoria silników cieplnych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Dmytro Samoilenko

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-PE000-ISP-0306

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 62,
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 15 godz.;
c) laboratorium- 15 godz.;
d) konsultacje - 2 godz.;

2) Praca własna studenta - 55
a) Studia literaturowe, wykład - 15 godz.;
b) Studia literaturowe, ćwiczenia - 15 godz.;
c) Przygotowanie do zajęć, laboratorium - 5 godz.;
d) Sprawozdania, laboratorium - 10 godz.
e) Przygotowywanie się studenta do kolokwiów - 10 godz.

3) RAZEM – 117 godz.

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

 2,5 punktów ECTS – liczba godzin kontaktowych - 62, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 15 godz.;
c) laboratorium- 15 godz.;
d) konsultacje - 2 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS – 50 godz., w tym:
1) ćwiczenia audytoryjne – 15 godz.;
2) laboratorium - 15 godz.;
3) studia literaturowe, ćwiczenia - 15 godz.;
4) przygotowanie do zajęć, laboratorium - 5 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa znajomość zagadnień z fizyki dotyczących energetycznych efektów wszelkich przemian fizycznych i chemicznych, które wpływają na zmiany energii wewnętrznej analizowanych układów (z zakresu szkoły średniej).

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

W: Rozwiązywanie problemów technicznych w oparciu o teorię silników cieplnych.
U: Umiejętność zastosowania teorii silników cieplnych do opisu zjawisk fizycznych oraz modelowania matematycznego wymiany ciepła w procesach technologicznych.
KS: Umiejętność pracować indywidualnie i w zespole.

**Treści kształcenia:**

Wykład: 1. Gaz jako czynnik termodynamiczny, prawa gazowe, prawo Boyle'a-Mariotte'a, prawo Gay-Lussaca, prawo Avogadra, równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego, ciepło właściwe, stała gazowa, bilans energii, pierwsza zasada termodynamiki, przemiany termodynamiczne, energia wewnętrzna układu, praca przemiany, praca bezwzględna, praca użyteczna, praca techniczna, ciepło przemiany, entalpia i entropia, pierwsza zasada termodynamiki, bilans energii przemiany termodynamicznej, bilans energii maszyny przepływowej, przemiany charakterystyczne gazów doskonałych oraz półdoskonałych, izobara, izochora, izoterma, izentropa (adiabata), praca bezwzględna, politropa. Obiegi termodynamiczne, druga zasada termodynamiki, obiegi termodynamiczne, obiegi prawo- i lewobieżne, praca obiegu i ciepło obiegu, sprawność i efektywność obiegu, typowe porównawcze obiegi gazowe, wybrane zagadnienia z wymiany ciepła, podstawowe pojęcia, podstawowe sposoby przenoszenia ciepła, konwekcja, przewodzenie, promieniowanie, zasada działania silnika spalinowego tłokowego o ZI i o ZS, obiegi rzeczywiste silników cieplnych i parametry ich pracy, wymiana ładunku i układ rozrządu silnika, paliwa silnikowe i zasilanie silników, proces spalania paliwa, emisja zanieczyszczeń i doładowanie silników, charakterystyki tłokowych silników spalinowych.
Ćwiczenia: Prawa gazów doskonałych. Mieszaniny gazów doskonałych, Ciepło właściwe gazów. I zasada termodynamiki, Przemiany charakterystyczne. Obiegi termodynamiczne. Obliczenia cieplne silnika spalinowego.
Laboratorium: Badanie nieustalonej wymiany ciepła. Badanie sprężarki tłokowej. Badanie układu klimatyzacji samochodowej. Wykres indykatorowy. Charakterystyka prędkościowa silnika spalinowego. Charakterystyka obciążeniowa silnika spalinowego. Badanie emisji oraz stężeń składników toksycznych spalin.

**Metody oceny:**

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych jest uzyskanie pozytywnych ocen z dwóch sprawdzianów pisemnych. Ocena końcowa z ćwiczeń audytoryjnych jest średnią arytmetyczną ocen z sprawdzianów pisemnych. Warunkiem zaliczenia wykładu jest uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu. Warunkiem zaliczenia laboratorium jest uzyskanie pozytywnych ocen z zaliczenia wszystkich ćwiczeń przewidzianych w harmonogramie. Ocena końcowa z laboratorium jest średnią arytmetyczną ocen z poszczególnych ćwiczeń. W zakresie ćwiczeń laboratoryjnych kompetencje ma Kierownik Laboratorium Teorii Silników Cieplnych. Oceny z egzaminu, ćwiczeń laboratoryjnych i ćwiczeń audytoryjnych wpływają na ocenę łączną (zintegrowaną) z przedmiotu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1) Ambrozik A. (red.): Laboratorium z termodynamiki i dynamiki przepływów, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1995,
2) Ambrozik A.: Wybrane zagadnienia procesów cieplnych w tłokowych silnikach spalinowych, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2003,
3) Banaszek J. i in.: Termodynamika. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998,
4) Dowkontt J.: Teoria silników cieplnych, WKiŁ 1973,
5) Nagórski Z., Sobociński R.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki technicznej. Zbiór zadań, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008,
6) Pomiary cieplne - praca zbiorowa, WNT, Warszawa, 1995,
7) Szargut J., Guzik A., Górniak H.: Programowany zbiór zadań z termodynamiki technicznej, PWN, Warszawa 1979,
8) Wajand J.: Tłokowe silniki spalinowe średnio- i szybkoobrotowe. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2005,
9) Luft S.: Podstawy budowy silników. WKŁ Warszawa 2011,
10) Niewiarowski K.: Tłokowe silniki spalinowe, Wydawnictwo Naukowo–Techniczne, Warszawa 1996.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 1150-PE000- ISP -0306\_W2:**

Potrafi sformułować równania opisujące procesy związane z teorią silników cieplnych

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-PE000- ISP -0306\_W1:**

Potrafi identyfikować procesy związane z teorią silników cieplnych w technice, które z wystarczającą dokładnością można opisywać odpowiednimi modelami

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1150-PE000-ISP-0306\_U1:**

Potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia niezbędne do odpowiedniego doboru parametrów w procesach związanych z teorią silników cieplnych

Weryfikacja:

Egzamin, ocena sprawozdań

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U24

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-PE000-ISP-0306\_U2:**

Potrafi wykonać proste pomiary w zakresie podstawowych parametrów związanych z silnikami cieplnymi

Weryfikacja:

Ocena sprawozdań

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U24

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka 1150-PE000-ISP-0306\_K1:**

Umie pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

Ocena sprawozdań

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**