**Nazwa przedmiotu:**

Teoria maszyn cieplnych I

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Andrzej Wolff, ad., Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, Zakład Eksploatacji i Utrzymania Pojazdów

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Transport

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

TR.SIS406

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

50 godzin, w tym: praca na wykładach 30 godz., studiowanie literatury przedmiotu 8 godz., konsultacje 2 godz., przygotowanie się do egzaminu z wykładu 10 godz.

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

1,5 pkt. ECTS (32 godz., w tym: praca na wykładach 30 godz., konsultacje 2 godz.)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

Matematyka, fizyka, mechanika

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Poznanie wielkości fizycznych występujących w maszynach cieplnych oraz podstawowych praw z dziedziny termodynamiki (w tym wymiany ciepła) oraz procesów pracy tłokowego silnika spalinowego.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
Własności gazów doskonałych i rzeczywistych. Gazy i ich parametry. Równanie stanu gazu. Mieszaniny gazów. Bilans energetyczny przemian termodynamicznych. Energia wewnętrzna i entalpia statyczna gazu doskonałego. Praca absolutna, użyteczna i techniczna. Pierwsza zasada termodynamiki. Entropia gazu doskonałego. Wykres ciepła. Przemiany politropowe. Charakterystyczne przemiany gazów: izochoryczna, izobaryczna, izotermiczna, izentropowa. Politropa uogólniona. Wywiązywanie ciepła przez spalanie. Paliwa i ich własności. Równania stechiometryczne teoretycznego spalania. Zapotrzebowanie tlenu i powietrza przy spalaniu. Skład spalin. Druga zasada termodynamiki. Odwracalność i nieodwracalność przemian. Obieg gazowy i jego sprawność. Druga zasada termodynamiki. Teoretyczne obiegi gazowe silników. Obiegi: Carnot’a, Otto, Diesel’a, Sabathe’go. Procesy wymiany ciepła. Przewodzenie, konwekcja i promieniowanie i ich opisy matematyczne. Sprężarki tłokowe i wirnikowe. Objętościowy współczynnik zasysania oraz spręż graniczny. Sprężanie stopniowe. Rodzaje sprężarek wirnikowych. Obiegi rzeczywiste oraz procesy pracy tłokowych silników spalinowych. Wykresy indykatorowe silników spalinowych z zapłonem iskrowym (ZI) oraz samoczynnym (ZS). Proces napełniania cylindra i wydechu spalin. Procesy sprężania i rozprężania. Charakterystyka procesów spalania w silnikach ZI i ZS. Wskaźniki pracy silnika spalinowego. Średnie ciśnienie indykowane i efektywne. Moc indykowana i efektywna. Sprawność silnika: teoretyczna, indykowana, mechaniczna i ogólna. Godzinowe i jednostkowe zużycie paliwa. Charakterystyki silników spalinowych. Charakterystyki: w funkcji prędkości obrotowej, w funkcji obciążenia silnika, ogólna (warstwicowa) oraz regulacyjne.

**Metody oceny:**

Organizowane są 2 kolokwia - każde z 2 wspomnianych kolokwiów zaliczeniowych ma formę pisemną stanowiącą albo test składający się z kilkunastu pytań zamkniętych, albo sprawdzian obejmujący kilka pytań otwartych (zwykle 2-3). Czas trwania każdego kolokwium wynosi średnio 30 – 40 min. Wymagane jest udzielenie poprawnych odpowiedzi na poziomie, co najmniej 51%. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z obu kolokwiów. Wówczas ocena końcowa jest średnią arytmetyczną uzyskanych ocen.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1) Górzyński J.: Termodynamika. Wykłady i zadania z rozwiązaniami, Oficyna Wydawnicza P.W., Warszawa 2014;
2) Rychter T., Teodorczyk A.: Teoria silników tłokowych, seria podręczników, WKŁ, Warszawa 2006;
3) Wajand J.A., Wajand J.T.: Tłokowe silniki spalinowe średnio- i szybkoobrotowe, WNT, Warszawa 2000;
4) Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna, WNT, Warszawa 2012.
5) Wrzesiński Z.: Termodynamika. Zbiór zagadnień i zadań z rozwiązaniami, Oficyna Wydawnicza P.W., Warszawa 2014;

**Witryna www przedmiotu:**

www.wt.pw.edu.pl

**Uwagi:**

O ile nie powoduje to zmian w zakresie powiązań danego przedmiotu z kierunkowymi efektami uczenia się w treściach kształcenia mogą być wprowadzane na bieżąco zmiany związane z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć naukowych.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Ma wiedzę teoretyczną z termodynamiki przydatną do opisów procesów towarzyszących pracy maszyn cieplnych.

Weryfikacja:

wykład - 2 kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W02:**

Zna podstawowe parametry stanów termodynamicznych i wielkości energetyczne charakteryzujące funkcjonowanie maszyn cieplnych.

Weryfikacja:

wykład - 2 kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W06, Tr1A\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W03:**

Ma wiedzę teoretyczną dotyczącą własności gazów i ich mieszanin i związanych z tym zależności matematycznych. Zna podstawowe zasady termodynamiki (I i II) umożliwiające bilansowanie energetyczne procesów cieplnych. Ma wiedzę teoretyczną o podstawowych przemianach gazowych i obiegach silników cieplnych oraz zna charakteryzujące je wykresy (pracy p-v i ciepła T-s). Posiada wiedzę o procesach wywiązywania się ciepła przez spalanie oraz wymiany ciepła (przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie). Ma wiedzę teoretyczną o działaniu sprężarek tłokowych i wirnikowych oraz charakteryzujące je wykresy p-v.

Weryfikacja:

wykład - 2 kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, I.P6S\_WK

**Charakterystyka W04:**

Zna obieg rzeczywisty i procesy pracy tłokowego silnika spalinowego. Ma wiedzę o wyznaczaniu wskaźników pracy silnika i zna podstawowe charakterystyki silnika spalinowego.

Weryfikacja:

wykład - 2 kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_W10, Tr1A\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG, I.P6S\_WK

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi pozyskać informacje z literatury dotyczące teorii maszyn cieplnych.

Weryfikacja:

wykład - 2 kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U01, Tr1A\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, I.P6S\_UK

**Charakterystyka U02:**

Potrafi stosować odpowiednie metody analityczne do rozwiązywania zagadnień termodynamicznych.

Weryfikacja:

wykład - 2 kolokwia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr1A\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.2.o, I.P6S\_UW