**Nazwa przedmiotu:**

Wytrzymałość silników lotniczych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Dominik Głowacki

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS650

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) wykład - 30 godz.,
b) konsultacje - 5 godz.,
2. Praca własna studenta - 65 godz., w tym:
a) prace domowe - 20 godz.,
b) studiowanie literatury - 25 godz.,
c) przygotowanie się do kolokwium zaliczeniowego - 20 godz.
Łącznie -. 100 godzin.

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

1,5 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) wykład - 30 godz.,
b) konsultacje - 5 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: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

min. 15 studentów

**Cel przedmiotu:**

Student powinien potrafić przeprowadzić podstawowe analizy wytrzymałościowe głównych elementów silników turbinowych.

**Treści kształcenia:**

Elementy wytrzymałościowe tłokowych i turbinowych silników lotniczych. Obciążenia. Wymagania wytrzymałościowe. Łopatki, tarcze wirujące. Praca wytrzymałościowa zespołów płyt tarcz i powłok. Drgania giętne i skrętne, obroty krytyczne wykresy Campbela i SAFE. Podstawy wytrzymałości zmęczeniowej w zakresie nisko i wysokocyklowym. Wybrane zagadnienia wytrzymałości zmęczeniowej i mechaniki pękania w zakresie obliczeń analitycznych oraz symulacji numerycznych.
Zajęcia prowadzone są z wykorzystaniem oprogramowania wspomagającego obliczenia inżynierskie ANSYS i Mathematica

**Metody oceny:**

Zaliczenie na podstawie:
Zadań domowych, sprawozdań z obliczeń numerycznych i projektów obliczeniowych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Lipka J.: Wytrzymałość Maszyn Wirnikowych, Wyd. Naukowo- Techniczne 1967.
2. Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krzesiński G., Zagrajek T.: Mechanika Materiałów i Konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
3. Brzoska Z.: Wytrzymałość Materiałów, PWN, Warszawa, 1979.
4. Praca zbiorowa pod red. St. Szczecińskiego: Lotnicze Silniki turbinowe i konstrukcja-eksploatacja-diagnostyka, wyd Ilot 2012 tom 1, tom 2
5. Marek Dębski, Daniel Dębski: Wybrane zagadnienia wytrzymałości zmęczeniowej konstrukcji lotniczych, , Wyd Ilot 2014

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS650\_W1:**

Zna budowę i sposób modelowania podstawowych elementów konstrukcyjnych lotniczego silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_W2:**

Zna podstawowe obciążenie elementów silnika (siły masowe, obciążenia ciśnieniem, obciążenia termiczne).

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_W3:**

Zna metody analityczne i metody przybliżone (MES) do obliczenia naprężeń, przemieszczeń i odkształceń w tarczach wirujących.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_W4:**

Zna analityczne metody określania sił wewnętrznych odkształceń i przemieszczeń w płytach kołowych, powłokach walcowych i kulistych.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_W5:**

Zna sposoby modelowania i wytrzymałościowej analizy złożonych ustrojów osiowo-symetrycznych.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W10, LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS650\_U1:**

Potrafi zastosować proste modele matematyczne do analizy elementów silników turbinowych.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01, LiK2\_U02, LiK2\_U03, LiK2\_U05, LiK2\_U09, LiK2\_U11, LiK2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_U2:**

Umie wyznaczyć metodami analitycznymi przemieszczenia, naprężenia, odkształcenia w tarczach poddanych różnego typu obciążeniom.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U03, LiK2\_U05, LiK2\_U09, LiK2\_U11, LiK2\_U18, LiK2\_U01, LiK2\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_U3:**

Umie analizować pracę wytrzymałościową płyt kołowych i powłok cylindrycznych i kulistych metodami analitycznymi.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01, LiK2\_U02, LiK2\_U03, LiK2\_U05, LiK2\_U09, LiK2\_U11, LiK2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_U4 :**

Potrafi modelować i obliczać złożone konstrukcje, gdzie współpracują ze sobą tarcze, płyty i powłoki.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01, LiK2\_U02, LiK2\_U03, LiK2\_U05, LiK2\_U09, LiK2\_U11, LiK2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS650\_U5:**

Potrafi stosować przybliżone metody numeryczne (MES) do obliczania np. tarcz o zmiennej grubości, silnie nagrzanych, pracujących poza granicami plastyczności pól.

Weryfikacja:

Weryfikacja na podstawie zadań domowych i kolokwium zaliczeniowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01, LiK2\_U02, LiK2\_U03, LiK2\_U05, LiK2\_U09, LiK2\_U11, LiK2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**