**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika elementów laminowanych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Bogumił Chiliński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150- MBKCI-ISP-0321

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych – 48 godz., w tym:
• wykład - 30 godz.;
• laboratorium - 15 godz;
• konsultacje – 1 godz.;
• egzamin – 2 godz.
2) Praca własna studenta – 55 godz., w tym:
• studia literaturowe: 25 godz.
• przygotowanie do zajęć: 15 godz.
• przygotowanie do egzaminu: 15 godz.
3) RAZEM – 103 godz.

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

2 punkty ECTS – liczba godzin kontaktowych – 46 godz., w tym:
• wykład - 30 godz.;
• laboratorium - 15 godz;
• konsultacje – 1 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,2 punktu ECTS – 30 godz., w tym:
• laboratorium - 15 godz.;
• przygotowanie do zajęć: 15 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstawowych zagadnień z mechaniki laminatów, kompozytów oraz struktur warstwowych. Nabycie przez studentów umiejętności wykonania podstawowych analiz laminowanych, kompozytowych oraz warstwowych struktur o prostej geometrii.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Wiadomości wstępne: rodzaje, właściwości i zastosowania kompozytów, laminaty, materiały anizotropowe, ortotropia.
2. Właściwości warstwy ortotropowej: stan naprężenia, stan odkształcenia, równania konstytutywne.
3. Właściwości wytrzymałościowe laminatu: założenia teorii laminatów cienkich, stan przemieszczeń, związki geometryczne, naprężenia i siły wewnętrzne, uproszczenia macierzy sztywności.
4. Wytężenie laminatu: wytężenie materiału izotropowego, wytężenie warstwy ortotropowej, hipotezy wytężeniowe dla warstwy ortotropowej w płaskim stanie naprężenia.
5. Równania równowagi płyt laminowanych: przemieszczenia, warunki brzegowe.
6. Jednowymiarowe zagadnienia płyt laminowanych: zginanie walcowe płyty, belki laminowane.
7. Obliczenia wytrzymałościowe laminowanych płyt prostokątnych: przemieszczenia, wyboczenie, drgania swobodne.
Laboratorium:
1. Statyczna próba rozciągania pręta cienkościennego - porównanie charakterystyk dla elementów wykonanych z metalu i laminatu.
2. Wyboczenie prętów cienkościennych - porównanie charakterystyk dla elementów wykonanych z metalu i laminatu.
3. Praca konstrukcji półskorupowych - praca w stanie pokrytycznym.
4. Badanie częstotliwości drgań własnych jednostronnie utwierdzonej cienkościennej belki wykonanej z laminatu.
5. Badanie częstotliwości drgań własnych cienkościennej belki wykonanej z laminatu zamocowanej przegubowo, jako belka z odciągiem.
6. Porównanie stanów krytycznych wału stalowego i wału wykonanego z kompozytu węglowego.

**Metody oceny:**

Wykład: Egzamin - część pisemna i/lub odpowiedź ustna.
Laboratorium: Trzy sprawdziany oceniane zgodnie z obowiązującą skalą ocen.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Mechanika elementów laminowanych, Oficyna Wydaw. Politech. Warszawskiej, 1997, ISBN 8387012238

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150- MBKCI-ISP-0321\_W1:**

Student posiada podstawową wiedzę o rodzajach, właściwościach i zastosowaniu kompozytów.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W03

**Efekt 1150- MBKCI-ISP-0321\_W2:**

Student posiada wiedzę o właściwościach wytrzymałościowych i równaniach konstytutywnych warstw ortotropowych. Zna równania równowagi płyt laminowanych.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W03

**Efekt 1150- MBKCI-ISP-0321\_W3:**

Student posiada wiedzę o założeniach teorii laminatów, podstawowych związkach geometrycznych występujących w laminatach, siłach wewnętrznych oraz wytężeniu laminatów. Zna założenia teorii laminatów cienkich. Zna podstawowe hipotezy wytężeniowe warstw ortotropowych..

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W03

**Efekt 1150- MBKCI-ISP-0321\_W4:**

Student rozumie zagadnienia związane z wpływem anizotropii na postacie własne, częstotliwości drgań własnych i siły krytyczne.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150- MBKCI-ISP-0321\_U1:**

Student potrafi przeprowadzić analizę stanu naprężeń o odkształceń warstwy ortotropowej.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150- MBKCI-ISP-0321\_U2:**

Potrafi przeprowadzić podstawowe analizy wytrzymałościowe dla płyt i belek laminowanych.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150- MBKCI-ISP-0321\_U3:**

Student potrafi zbadać wpływem anizotropii na postacie własne, częstotliwości drgań własnych i siły krytyczne. Potrafi zastosować odpowiednie metody pomiarowe adekwatne do postawionego zadania. Potrafi dokonać selekcji przydatnych informacji o badanym obiekcie dla realizacji określonego zadania. Umie porównać wyniki uzyskane eksperymentalnie z wynikami teoretycznymi.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U03, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16