**Nazwa przedmiotu:**

Drgania mechaniczne

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

213

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

60 z udziałem nauczyciela, 30 samodzielnej pracy

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

4

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Ćwiczenia laboratoryjne – 1

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wiedza i umiejętności dotyczące rachunku wektorowego, macierzy i ich podstawowych właściwości, rachunku różniczkowego i całkowego, podstaw równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.Wiedza i umiejętności dotyczące praw mechaniki klasycznej, w tym praw zmienności pędu, krętu i energii kinetycznej punktu materialnego, bryły i układu mechanicznego; umiejętność układania równań ruchu układów dyskretnych z wykorzystaniem równań Lagrange’a II rodzaju.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Uzyskanie przez studentów wiedzy i umiejętności dotyczących modelowania układów drgających dyskretnych i ciągłych, budowania równań ruchu, podstawowych metod ich rozwiązywania w przypadku drgań swobodnych i wymuszonych. Poznanie zjawisk rezonansowych oraz metod amortyzacji i rejestracji drgań liniowych. Poznanie efektów nieliniowości w układach dyskretnych.

**Treści kształcenia:**

Wykład:

1. Wiadomości wstępne (2 godz.)
Znaczenie drgań w budowie maszyn i pojazdów. Modele układów drgających i procesów drgań. Ruch harmoniczny. Składanie drgań harmonicznych. Elementy analizy harmonicznej funkcji. Klasyfikacja drgań. Metody układania równań ruchu.

2. Drgania układów liniowych o jednym stopniu swobody (6 godz.).
Drgania swobodne. Tłumienie wiskotyczne. Drgania podkrytyczne, krytyczne i nadkrytyczne. Logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone siłą harmoniczną. Rezonans. Charakterystyki częstościowe. Drgania przy wymuszeniu siłą okresową nieharmoniczną i nieokresową. Impulsowa funkcja przejścia. Drgania wymuszone kinematycznie. Rejestracja drgań za pomocą czujnika sejsmicznego. Amortyzacja drgań. Zastosowanie zmiennej zespolonej do badania drgań przy wymuszeniu harmonicznym.

3. Badanie drgań na płaszczyźnie fazowej (4 godz.)
Płaszczyzna fazowa. Trajektorie fazowe. Obraz fazowy. Punkty osobliwe. Typy punktów osobliwych w układach liniowych i ich stateczność. Krzywe separujące. Izokliny. Metody wyznaczania trajektorii fazowych. Szkicowanie obrazów fazowych.

4. Drgania układów liniowych o skończonej liczbie stopni swobody (6 godz.)
Drgania swobodne nietłumione. Częstości własne. Postacie drgań własnych. Rozwiązanie ogólne równań ruchu. Drgania swobodne tłumione. Drgania wymuszone. Krzywe rezonansowe. Dynamiczny eliminator drgań.

5. Analiza i właściwości drgań nieliniowych układów o jednym stopniu swobody (4 godz.)
Metody linearyzacji. Właściwości nieliniowych drgań swobodnych. Tłumienie drgań tarciem suchym. Metoda Galerkina analizy drgań nieliniowych. Nieliniowe drgania przy wymuszeniu harmonicznym.

6. Drgania liniowych jednowymiarowych układów ciągłych (6 godz.)
Równania drgań struny, pręta, wału i belki. Zagadnienie początkowo-brzegowe. Wartości własne, częstości własne, funkcje własne. Warunki brzegowe i początkowe. Warunki ortogonalności funkcji własnych. Drgania wymuszone siłą rozłożoną. Drgania wymuszone kinematycznie. Metody dyskretyzacji Rayleigha i Galerkina.

7. Liniowe drgania parametryczne (2 godz.)
Istota, występowanie i znaczenie drgań parametrycznych. Równanie Hilla i równanie Mathieu. Analiza drgań parametrycznych opisanych równaniem Mathieu. Zjawisko rezonansu parametrycznego.

Ćwiczenia audytoryjne:
1. Składanie ruchów harmonicznych. Elementy analizy harmonicznej. Układanie równań ruchu.
2. Drgania swobodne układów liniowych o jednym stopniu swobody. Obliczanie częstości własnej i logarytmicznego dekrementu tłumienia.
3. Obliczanie amplitud drgań wymuszonych siłą harmoniczną. Drgania wymuszone kinematycznie. Drgania wymuszone bezwładnościowo. Krzywe rezonansowe.
4. Badanie drgań na płaszczyźnie fazowej. Trajektorie fazowe. Punkty osobliwe.
5. Drgania swobodne układów o dwóch stopniach swobody. Częstości własne, postacie drgań własnych.
6. Drgania wymuszone. Dynamiczny eliminator drgań.

Laboratorium:
1. Drgania poprzeczne belki traktowanej jako układ o jednym stopniu swobody. Krzywa rezonansowa belki przy wymuszeniu siłami bezwładności niewyrównoważonych ciał wirujących.
2. Badanie drgań na płaszczyźnie fazowej. Trajektorie fazowe. Obrazy fazowe wybranych układów liniowych i nieliniowych.
3. Drgania swobodne układów liniowych o dwóch stopniach swobody. Częstości własne, postacie drgań własnych. Doświadczalne wyznaczanie częstości drgań własnych.
4. Drgania wymuszone układów o dwóch stopniach swobody. Eksperymentalne badanie dynamicznego eliminatora drgań.
5. Badanie drgań belki wspornikowej przy wymuszeniu kinematycznym. Częstości i formy drgań własnych.

**Metody oceny:**

W ramach ćwiczeń pisemne sprawdziany praktycznych umiejętności rozwiązywania zadań o tematyce z zakresu wykładów.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Podręczniki podstawowe:
Z. Osiński, Teoria drgań, PWN, 1978.
Z. Osiński (red.), Zbiór zadań z teorii drgań, PWN, 1989.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

Brak formalnych wymagań wstępnych dotyczących zaliczeń. Zalecane zaliczenie przedmiotów z zakresu matematyki przewidzianych w planie studiów jako wcześniejsze oraz zdanie egzaminów z Mechaniki ogólnej I i Mechaniki ogólnej II.

## Efekty przedmiotowe