



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Dynamika i wytrzymałość zmęczeniowa konstrukcji pojazdów

Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

niestacjonarne

Rok/semestr

4/8

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

Liczba godzin

Wykład

10

Ćwiczenia

0

Laboratoria

8

Projekty/seminaria

0

Inne (np. online)

0

Liczba punktów ECTS

3

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Mikołaj Spadło

e-mail: mikolaj.spadlo@put.poznan.pl

tel. 61-665 22 22

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wymagania wstępne

WIEDZA: Zna podstawy konstrukcji maszyn, zna metody komputerowego wspomagania projektowania,



zna podstawy wytrzymałości materiałów i metaloznastwa, zna podstawy mechaniki konstrukcji (statyka, stateczność i dynamika).

UMIĘTNOŚCI: Potrafi posługiwać się oprogramowaniem typu CAD w zakresie generowania modeli wirtualnych części oraz złożeń. Potrafi budować proste modele obliczeniowe MES, w tym: potrafi uruchomić solver obliczeniowy i wygenerować wyniki w postaci map naprężeń.

KOMPETENCJE SPOŁECZNE: Zdolność do samodzielnego formułowania problemów analizy mechanicznej konstrukcji i rozstrzygania dylematów z tym związanych. Zdolność do poprawnego zaplanowania i terminowego wykonywania działań przy realizacji przedsięwzięć obliczeniowych. Ponadto rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się.

Cel przedmiotu

Przekazanie studentom wiedzy z zakresu wykorzystania nowoczesnych systemów CAE do symulowania odpowiedzi dynamicznej struktur nośnych maszyn i urządzeń poddawanych działaniu sił zmiennych w czasie, a także przetwarzania wyników symulacji dla celów szacowania trwałości zmęczeniowej.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Zna podstawy teoretyczne z zakresu metod obliczeniowych, stosowanych do oceny zachowań dynamicznych części maszyn i urządzeń.
2. Zna podstawy teoretyczne z zakresu metod analizy zmęczeniowej.

Umiejętności

1. Umie wykorzystać metodę elementów skończonych do projektowania wytrzymałości doraźnej i zmęczeniowej części maszyn i urządzeń.
2. Umie określić warunki brzegowe i początkowe oraz zdefiniować obciążenia, przy realizacji analiz z zastosowaniem komputerowych metod obliczeniowych.
3. Umie przeprowadzić inżynierską analizę i ocenę wyników uzyskanych z symulacji komputerowych.
4. Potrafi dobrać metody analizy zmęczeniowej i przeprowadzić wnioskowanie w kierunku ustalenia odporności struktur nośnych na działanie obciążeń zmiennych w czasie.

Kompetencje społeczne

1. Ma świadomość znaczenia stosowania metod komputerowych dla optymalizacji procesów projektowania maszyn i urządzeń.
2. Rozumie potrzebę ciągłej aktualizacji wiedzy z zakresu oprogramowania wspomagającego procesy projektowania.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Egzamin pisemny weryfikujący znajomość metod analizy zmęczeniowej oraz procedur realizacji analiz dynamicznych przy użyciu MES.



Ćwiczenia: nd.

Laboratorium: Bieżąca ocena postępów prac po każdej zakończonej jednostce na podstawie sprawozdań oraz zaliczenie obejmujące przeprowadzenie symulacji i obliczeń zmęczeniowych dla wybranego przypadku.

Projekt: nd.

Treści programowe

Wykłady:

Wykład 1 - Rola analiz zmęczeniowych w kształtowaniu nośności konstrukcji

Omówienie roli i znaczenia analiz zmęczeniowych w ocenie wytrzymałości części maszyn i urządzeń. Także omówienie roli analiz dynamicznych w procesie generowania informacji niezbędnych do przeprowadzenia szacowania trwałości zmęczeniowej.

Wykład 2 - Symulacyjne dynamiczne we współczesnym systemie komputerowym

Omówienie procedur realizacji komputerowej analizy dynamicznej, metodą "krok po kroku" na wybranym przykładzie w systemie NX Siemens. Zapoznanie z podstawowymi technikami definiowania warunków brzegowych, budowy modelu obliczeniowego, modeli tłumienia i generowania wyników.

Wykład 3 - Metody definiowania tłumienia w symulacjach odpowiedzi dynamicznej

Omówienie problematyki definiowania tłumienia w symulacjach odpowiedzi dynamicznej. Zapoznanie z podstawowymi pojęciami, w tym z tłumieniem wiskotycznym, histerezowym oraz z metodą Rayleigha. Zapoznanie z analizą modalną, jako narzędziem do ustalania rzeczywistych współczynników tłumienia.

Wykład 4 - Analiza zmęczeniowa - podstawowe pojęcia

Omówienie zjawiska zmęczenia metali. Zapoznanie z podstawowymi hasłami i pojęciami, w tym m.in.: rodzaje naprężeń i odkształceń, zmęczeniowe charakterystyki materiałowe, elementy mechaniki pęknięcia, źródła intensyfikacji procesu zużycia (karb, temperatura, częstotliwość obciążeń itp.)

Wykład 5 - Metody analizy zmęczeniowej

Omówienie nowoczesnych metod analizy zmęczeniowej, w tym: metody schematyzacji naprężeń losowych (metoda Rainflow), hipotez kumulacji uszkodzeń, metod ujmowania wpływu naprężeń średnich, liczby cykli i wielowymiarowości tensora naprężeń. Przeprowadzenie dyskusji nad źródłem i skalą błędów w procesie szacowania trwałości. Przedstawienie procedury ustalania trwałości zmęczeniowej.

Laboratoria:

Laboratorium 1 - Interfejs oprogramowania NX Siemens i budowa modelu wirtualnego



Zapoznanie z interfejsem oprogramowania NX Siemens i sposobami jego obsługi. Opracowanie geometrii wybranych części maszyn, nakładanie siatek elementów skończonych i realizacja wstępnych analiz w zakresie statycznym.

Laboratorium 2 - Przygotowanie obliczeń symulacyjnych i generowanie odpowiedzi dynamicznej struktury.

Zadawanie wymuszeń i realizacja analiz dynamicznych. Generowanie zmiennych w czasie charakterystyk, w tym: sił w węzłach, reakcji w podporach i naprężeń von Mises oraz naprężeń głównych. Wizualizacja zachowań struktury.

Laboratorium 3 - Szacowanie trwałości zmęczeniowej wybranych węzłów konstrukcyjnych

Przeprowadzenie analiz zmęczeniowych z wykorzystaniem przetworzonych przebiegów naprężeń i podstawowych charakterystyk zmęczeniowych, takich jak wykres Wohlera.

Laboratorium 4 - ZALICZENIE: Samodzielna praca studenta obejmująca oszacowanie wytrzymałości zmęczeniowej dla wybranego przez prowadzącego fragmentu maszyny roboczej.

Metody dydaktyczne

1. Wykład z prezentacją multimedialną
2. Laboratoria - własna praca projektowo - analityczna z zastosowaniem oprogramowania NX Siemens

Literatura

Podstawowa

Wykład:

1. Reiner Anderl, Peter Binde Simulations with NX, Hanser Publications, 2018
2. Łodygowski T., Kąkol W., Metoda elementów skończonych w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji inżynierskich, Poznań, WPP 1994
3. Kocańda S., Szala J.: Podstawy obliczeń zmęczeniowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1997.
4. Bendat J.S., Piersol A.G.: Random Data: Analysis and Measurement Procedures, 4th Edition
2010
5. User manual oprogramowania NX Siemens w wersji 2020 (dostępny po zainstalowaniu systemu)

Uzupełniająca

1. Kleiber M., Wprowadzenie do metody elementów skończonych, Poznań, WPP 1984



2. Kleiber M., Numeryczna analiza statycznych i dynamicznych zagadnień stateczności konstrukcji, Poznań, WPP 1987

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	19	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	56	2,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności