



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie i symulacje układów mechanicznych.

Przedmiot

Kierunek studiów

Mechatronika

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

0

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

0

Inne (np. online)

0

Liczba punktów ECTS

5

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. Tomasz Stręć, prof. uczelni

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

tomasz.strek (at) put.poznan.pl

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Roman Starosta

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

roman.starosta (at) put.poznan.pl



Wymagania wstępne

Wiadomości z matematyki, mechaniki, mechaniki płynów, wytrzymałości materiałów, wymiany ciepła oraz równań różniczkowych, metody elementów skończonych.

Cel przedmiotu

Poznanie wiadomości teoretycznych i nabycie praktyki obliczeniowej z wykorzystaniem metody elementów skończonych do rozwiązywania problemów stacjonarnych i niestacjonarnych w zagadnieniach wymiany ciepła w inżynierii mechanicznej. Nabycie umiejętności uwzględniania w projektowaniu urządzeń i konstrukcji właściwości termicznych i/lub termiczno-mechanicznych materiałów. Poszerzenie wiedzy z mechaniki o elementy mechaniki analitycznej. Kształcenie umiejętności korzystania z systemów algebry komputerowej do rozwiązywania i analizy ruchu układów mechanicznych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1) Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą budowania modeli obliczeniowych w mechanice oraz zastosowań najpopularniejszych komputerowych metod obliczeniowych. 2) Student rozumie złożoność modelowania układów mechanicznych, w tym założenia upraszczające, formułowanie modelu fizycznego i matematycznego, a także metody rozwiązywania i weryfikacji modelu. 3) Student ma wiedzę na temat komputerowego wspomaganie projektowania z zastosowaniem systemów MES oraz systemów CAD/CAE.

Student potrafi wyjaśnić podstawowe pojęcia mechaniki analitycznej dotyczące nieswobodnego układu materialnego i podać odpowiednie przykłady ich zastosowania, potrafi objaśnić znaczenie i warunki stosowalności zasady prac wirtualnych i zasady Dirichleta oraz równań Lagrange I i II rodzaju.

Umiejętności

1) Student potrafi posługiwać się oprogramowaniem typu CAD/CAE do realizacji zadań projektowania i obliczeniowej analizy układów mechanicznych. 2) Student potrafi skutecznie przeprowadzić proces modelowania i symulacji komputerowej, weryfikować poprawność przyjętego modelu, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. 3) Student potrafi przygotowywać krótkie opracowania naukowe i raporty z przeprowadzonych badań symulacyjnych. 4) Student potrafi wyznaczyć położenia równowagi trwałej układu o kilku stopniach swobody wokół których zachodzą małe drgania liniowe układu. 5) potrafi wyprowadzić równania ruchu układu o kilku stopniach swobody posługując się równaniami Lagrange oraz rozwiązać je przy pomocy systemu algebry komputerowej i dokonać analizy ruchu zarówno na podstawie wykresów zmian czasowych położenia i prędkości, jak i trajektorii ruchu w przestrzeni fazowej.

Kompetencje społeczne

1) Student rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi organizować proces uczenia się i pracować w grupie. 2) Student potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania.



Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Zaliczenie w formie pisemnej na podstawie pytania lub pytań ogólnych punktowanych (zaliczenie w przypadku uzyskania więcej niż 50% punktów: >50% – dst, >60% – dst plus, >70% – db, >80% – db plus, >90% punktów – bdb) przeprowadzane na koniec semestru.

Laboratorium / projekt: Zaliczenie na podstawie wykonanego projektu przedstawiającego rozwiązanie i analizę problemu/zagadnienia z zakresu treści zagadnień wykonywanych na zajęciach laboratoryjnych. Oceniana jest forma oraz jakość przygotowanych materiałów (opis zagadnień, teoria, metoda, wyniki, analiza oraz literatura).

Treści programowe

Wykład (A): Wymiana ciepła przez przewodzenie, konwekcje i promieniowanie. Wymiana ciepła w płynie. Podstawowe prawa przewodzenia ciepła i naprężeń cieplnych. Modele matematyczne wymiany ciepła i naprężeń cieplnych. Warunki brzegowe i początkowe. Metoda elementów skończonych w zagadnieniach wymiany ciepła. Projektownie urządzeń i konstrukcji z uwzględnieniem wymiany ciepła i naprężeń cieplnych. Budowa, zasada działania i modelowanie wymienników ciepła (np. płaszczowo-rurowych, typu cross-flow). Modelowanie i analiza: pola temperatury w kołnierzu chłodzącym, laserowego nagrzewania materiałów, właściwości izolacyjnych materiałów i konstrukcji, wymiany ciepła i naprężeń cieplnych w kompozytach i metamateriałach, kompozytowej bariery termicznej. Projektowanie materiałów o zerowym lub ujemnym współczynniku rozszerzalności cieplnej. Zagadnienia inżynierii odwrotnej w wymianie ciepła. Identyfikacja właściwości termicznych materiałów i konstrukcji. Przedstawienie innych systemów obliczeniowych.

Laboratorium (A): Rozwiązywanie problemów inżynierskich w zakresie treści wykładu w programie MES. Do przedstawionych na wykładzie treści na zajęciach laboratoryjnych przygotowane zostaną modele komputerowe oraz matematyczne (równania z warunkami początkowo-brzegowymi) problemów praktycznych. Zagadnienia: (1) podstawowe zagadnienia wymiany ciepła, zagadnienia stacjonarne (ustalone) w wymianie ciepła, (2) analiza pola temperatury w kołnierzu chłodzącym, (3) transfer ciepła w wymienniku ciepła (radiatorze), (4) analiza przepływowego wymiennika ciepła, (5) naprężenia cieplnych w wymienniku ciepła, wpływ naprężeń cieplnych na konstrukcje kompozytu warstwowego, (6-7) konstrukcja wymiennika ciepła do zastosowań mechatronicznych oraz analiza jego właściwości termiczno-mechanicznych, (8) wykonanie projektu zaliczeniowego.

Wykład (B): Swobodne i nieswobodne układy materialne. Klasyfikacja i analityczna postać więzów. Analiza strukturalna złożonych układów mechanicznych. Określanie liczby stopni swobody układu. Więzy geometryczne dwustronne: gradient więzów w punkcie, warunki nałożone na prędkości i przyspieszenia punktów układu. Położenia, prędkości i przesunięcia możliwe oraz przesunięcia wirtualne punktów układu. Więzy doskonałe. Współrzędne uogólnione i prędkości uogólnione. Siły uogólnione. Zasada prac wirtualnych. Warunki równowagi w zachowawczym polu sił. Zasada Dirichleta. Równania Lagrange'a II rodzaju. Równania Lagrange'a II rodzaju w potencjalnym oraz zachowawczym polu sił. Równania Lagrange'a I rodzaju. Prawo zmienności energii kinetycznej układu ograniczonego więzami niestacjonarnymi.



Laboratorium (B): Rozwiązywanie zadań z mechaniki technicznej w komputerowym systemie obliczeniowym w obszarze zagadnień: (1) wprowadzenie do komputerowego systemu przekształceń symbolicznych i rozwiązywanie zaawansowanych zadań z dynamiki punktu materialnego, (2) badanie ruchu nieliniowych układów mechanicznych - równanie Duffinga, (3) wyznaczanie położenia równowagi układów mechanicznych pod działaniem sił zachowawczych oraz ocena ich stabilności - zasada Dirichleta, (4) statyka analityczna - zasada prac wirtualnych, (5) dynamika układów mechanicznych pod działaniem sił potencjalnych - równania Lagrange'a drugiego rodzaju, (6) dynamika przekładni planetarnych, (7) dynamika układów niepotencjalnych, (7) kolokwium zaliczeniowe.

Metody dydaktyczne

Wykład: wykład / wykład problemowy / wykład z prezentacją multimedialną.

Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień oraz symulacjami komputerowymi..

Laboratorium komputerowe: metoda projektów (projekt badawczy, wdrożeniowy, praktyczny) / praca w grupach / rozwiązywanie zadań; rozwiązywanie zadań w komputerowym systemie przekształceń symbolicznych, obliczenia numeryczne, dyskusja.

Literatura

Podstawowa

Stefan Wiśniewski, Tomasz S. Wiśniewski, Wymiana ciepła (wyd 6), PWN, Warszawa, 2017.

Wiesław Pudlik, Wymiana i wymienniki ciepła, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2012 (źródło: <http://pbc.gda.pl/Content/4404/wymiana-i-wymienniki-final.pdf>)

Adrian Bejan, Allan D. Kraus, Heat Transfer Handbook, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor , The Finite Element Method, Volume 1-3, 5th edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000. (7th edition - 2013: <https://www.elsevier.com/books/the-finite-element-method-its-basis-and-fundamentals/zienkiewicz/978-1-85617-633-0>)

William B. J. Zimmerman, Multiphysics Modeling With Finite Element Methods, Series on Stability Vibration and Control of Systems, Series A - Vol. 18, 2006.

J.Leyko, Mechanika ogólna, tom II, PWN, Warszawa, 2008

Z. Gutowski, Mechanika analityczna, PWN, Warszawa, 1971

M.Łunc, A.Szaniawski, Zarys mechaniki ogólnej, PWN, Warszawa, 1959.

W. Szcześniak, Mechanika klasyczna, analityczna i Mathematica w zadaniach i przykładach obliczeniowych, OWPW, Warszawa 2003



Uzupełniająca

Taler J., Duda P.: Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła, WNT, Warszawa 2003.

Mechanika techniczna. Komputerowe metody ciał stałych, pod red. M. Kleibera, PWN, Warszawa, 1995.

Andriy Milenin, Podstawy metody elementów skończonych. Zagadnienia termomechaniczne, Wydawnictwo AGH, 2010.

A.Bedford, W.Fowler, Engineering mechanics, Prentice Hall, New Jersey, 2002

D.J.McGill, Engineering Mechanics, PWS Publishers, Boston, 1985

J.Awrejcewicz, Mechanika techniczna, Warszawa WNT 2009

E. Ott, Chaos w układach dynamicznych, WNT, Warszawa, 1997.

G.K. Susłow, Mechanika teoretyczna, PWN, Warszawa 1960.

W. Rubinowicz, W. Królikowski, Mechanika teoretyczna, PWN

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
łącznie nakład pracy	125	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	62	2,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do zaliczenia) ¹	63	2,5

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności