

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Mechanika ciał stałych				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	MIMT-2-205-s	Punkty ECTS:	5
Wydział:	Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej				
Kierunek:	Inżynieria Materiałowa	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	2
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. dr hab. inż. Szczepanik Stefan (szczepan@metal.agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł zawiera zagadnienia związane z opisem stanem naprężenia i odkształcenia, prawa plastycznego płynięcia i ich zastosowanie do modelowania, elementy teorii pękania, pełzania i teorie pełzania, elementy mechaniki kompozytów, elementy mechaniki metalicznych ciał ściśliwych.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Student zna: opis stanu naprężenia i odkształcenia, podstawowe prawa plastycznego płynięcia, mechanizmów pękania i kryteria pękania oraz stanu mechanicznego w obszarze pękania, zagadnienia związane z pełzaniem oraz prawa pełzania, elementy mechaniki kompozytów wzmocnionych włóknami i umocnionych cząstkami oraz mechaniki metalicznych ciał ściśliwych.	IMT2A_W03	Egzamin, Kolokwium
M_W002	Student potrafi przeprowadzić analizę płynięcia materiałów sprężysto-plastycznych, sztywno-plastycznych i lepko-plastycznych.	IMT2A_W02	Egzamin, Kolokwium

M_W003	Student zna metodologię wyprowadzania równań opisujących związki pomiędzy naprężeniami i odkształceniami w stanie sprężystym, plastycznym i sprężysto- plastycznym	IMT2A_W01	Egzamin, Kolokwium
M_W004	Student zna podstawowe zagadnienia z teorii sprężystości i plastyczności	IMT2A_W04	Kolokwium, Egzamin
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi dokonać analizy stanu naprężenia i odkształcenia w stanie sprężystym i plastycznym, określić odporność na kruche pękanie oraz odkształcenie pełzania, analizować przyczyny pękania, projektować własności kompozytów.	IMT2A_U01	Kolokwium, Egzamin

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
56	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Student zna: opis stanu naprężenia i odkształcenia, podstawowe prawa plastycznego płynięcia, mechanizmów pękania i kryteria pękania oraz stanu mechanicznego w obszarze pękania, zagadnienia związane z pełzaniem oraz prawa pełzania, elementy mechaniki kompozytów wzmocnionych włóknami i umocnionych cząstkami oraz mechaniki metalicznych ciał ściśliwych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Student potrafi przeprowadzić analizę płynięcia materiałów sprężysto-plastycznych, sztywno-plastycznych i lepko-plastycznych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student zna metodologię wyprowadzania równań opisujących związki pomiędzy naprężeniami i odkształceniami w stanie sprężystym, plastycznym i sprężysto-plastycznym	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Student zna podstawowe zagadnienia z teorii sprężystości i plastyczności	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi dokonać analizy stanu naprężenia i odkształcenia w stanie sprężystym i plastycznym, określić odporność na kruche pękanie oraz odkształcenie pełzania, analizować przyczyny pękania, projektować własności kompozytów.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	56 godz
Przygotowanie do zajęć	28 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Inne	15 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	126 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Mechanika Ciał Stałych

I.Elementy teorii sprężystości:

1. opis stanu naprężenia, tensor naprężenia, aksjator i dewiator stanu naprężenia,

niezmienniki stanu naprężenia.

2. Maksymalne naprężenia styczne i płaszczyzny ich działania.

3. Opis stanu odkształcenia: tensory odkształceń skończonych w zapisie Lagrange i Eulera i tensory odkształceń nieskończone małych, geometryczna interpretacja składowych stanu odkształcenia.

4. Tensor prędkości odkształcenia, tensor przyrostów odkształcenia, tensor odkształceń logarytmicznych,

5. Związki pomiędzy naprężeniami i odkształceniami dla ciał: izotropowych sprężystości, anizotropowych sprężystości, równania Lamé, tensor stałych sprężystości.

II. Elementy teorii plastyczności:

6. Umocnienie odkształceniowe, krzywa umocnienia.

7. Praca i moc odkształcenia plastycznego. Warunki plastyczności Hubera, Tresca.

8. Prawa plastycznego płynięcia: Levy-Misesa, Prandtl-Reussa, czułość materiałów na prędkość odkształcenia. Modele ciał, równania opisujące model mechaniczny odkształcenia.

III. Zarys mechaniki pękania:

9. Kryteria pękania i niektóre przypadki pęknięć oraz sposoby obciążenia. przełomy dla pękania kruchego, ciągliwego i mieszanego.

10. Pole naprężeń i odkształceń wokół wierzchołka szczeliny w ośrodku liniowo-sprężystym, współczynnik koncentracji naprężeń i intensywności naprężeń.

11. Pole mechaniczne u wierzchołka szczeliny, równanie Williamsa-Irwina, strefa plastyczna przed wierzchołkiem szczeliny – model Irwina, współczynnik intensywności

IV. Zarys mechaniki pełzania

12. Podstawowe pojęcia i teorie pełzania: teoria płynięcia, teoria starzenia, teoria Nádai, teoria Boltzmana, funkcja relaksacji naprężeń, teoria płynięcia a pełzanie.

V. Elementy teorii plastyczności metalicznych ciał porowatych

13. Modele ciał porowatych, warunki przejścia w stan plastyczny, energetyczny warunek plastyczności, graficzne przedstawienie warunków plastyczności. Związki pomiędzy parametrami odkształcenia a wybranymi własnościami porowatych materiałów metalicznych.

VI. Elementy mechaniki kompozytów

14. Podział materiałów kompozytowych, związki między naprężeniami i odkształceniami, reguła mieszanin; mechanizmy umocnienia kompozytów wzmocnionych włóknami długimi lub włóknami krótkimi i kompozytów umocnionych cząstkami. Moduł Younga i elementy mechaniki pękania kompozytów.

Ćwiczenia audytoryjne

Mechanika Ciał Stałych

1. Wyznaczanie składowych tensora odkształcenia.

2. Wyznaczanie składowych tensora prędkości odkształcenia.

3. Obliczanie energii odkształcenia sprężystego.

4. Obliczanie podstawowych problemów związanych z odkształcaniem plastycznym.

5. Wyznaczanie składowych stanu naprężenia w oparciu o uogólnione prawo Hooke'a.

6. Zastosowanie teorii Levy-Misesa do analizy wybranych procesów plastycznego płynięcia.

7. Obliczanie z zakresu mechaniki pękania.

8. Obliczanie z zakresu mechaniki kompozytów.

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do

prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Sposób obliczania oceny końcowej

Średnia ważona: $0,4 \cdot \text{ocena z ćwiczeń audytoryjnych} + 0,6 \cdot \text{ocena z egzaminu}$

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Brak

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1.Y.C. Fung: „Podstawy mechaniki ciała stałego”, PWN, Warszawa, 1969.

2.T. Bednarski: „Mechanika plastycznego płynięcia w zarysie”, PWN, Warszawa, 1995.

3.M. Morawiecki, L. Sadok, E. Wosiek: „Przeróbka plastyczna – Podstawy Teoretyczne”, Wydawnictwo Śląskie, 1986.

4.D. Frederick: „Continuum mechanics”, Boston, 1965.

5.A. Neimitz: „Mechanika pękania”, PWN, Warszawa, 1998.

6.M. Blicharski: „Odkształcenie i pęknięcie”. Wydawnictwo Nauk-Dydakt. AGH, Kraków, 2002.

7.J. Majta: Odkształcanie i własności. Stale mikrostopowe. Wybrane zagadnienia. Wydawnictwa AGH. Kraków 2008.

8. Łuksza J.: Mechanika ośrodków ciągłych – wybrane zagadnienia, Wyd. AGH, 2014.

9.T. Fudzi, M. Djako: Mechanika rozruszenia kompozycyjnych materiałów. Moskwa, Mir 1982 (tł. z j. japońskiego).

10. S. Szczepanik: Mechanika ośrodków ciągłych – wykład w latach 2003-2007.

11. S. Szczepanik: Przeróbka plastyczna materiałów spiekanych z proszków i kompozytów. AGH UWN-D, Kraków 2003

12. F.C. Campbell: Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials, Elsevier 2006. Metal Matrix Composites. Ed K. Kainer, Wiley –VCH Weinheim 2006

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

<http://www.bpp.agh.edu.pl/>

1.Łuksza J.: Mechanika ośrodków ciągłych – wybrane zagadnienia, Wyd. AGH, 2014.

Informacje dodatkowe

Brak