

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Mechanika plastycznego płynięcia				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	NIMN-1-506-s	Punkty ECTS:	5
Wydział:	Metali Nieżelaznych				
Kierunek:	Inżynieria Metali Nieżelaznych	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	5
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. dr hab. inż. Knych Tadeusz (tknych@agh.edu.pl)				

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Wykład obejmuje zagadnienia teoretyczne z zakresu sprężystości i plastyczności materiałów metalicznych umożliwiające sformułowanie problemu sprężystego i plastycznego i analizę metod pozwalających na jego rozwiązanie dla różnych założeń upraszczających. Omówione zostanie uogólnione prawo Hooke'a, a w zakresie dużych odkształceń plastycznych Elementarna Teoria Plastyczności i Teoria Potencjału Plastycznego oraz przykłady jej zastosowań do rozwiązywania wybranych zagadnień praktycznych.

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	Zna pojęcie sprężystości i plastyczności oraz modele ciał i ich charakterystyki w funkcji odkształcenia, temperatury i prędkości odkształcenia	IMN1A_W03, IMN1A_W02	Egzamin
M_W002	Zna równania konstytutywne w zakresie odkształceń sprężystych i plastycznych i sposoby ich klasyfikowania	IMN1A_W03, IMN1A_W02	Egzamin
M_W003	Zna ograniczenia stosowalności różnych teorii plastyczności i uproszczone metody ich rozwiązywania	IMN1A_W03, IMN1A_W02	Egzamin

Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi określić schemat stanu odkształcenia materiału na podstawie znajomości stanu naprężenia lub dewiatora stanu naprężenia	IMN1A_U03, IMN1A_U02	Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium
M_U002	Potrafi wyliczyć energię właściwą odkształcenia materiału i jej część aksjatorową i dewiatorową	IMN1A_U03	Kolokwium
M_U003	Potrafi określić liczbowe wartości parametrów siłowych procesu w oparciu o założenia elementarnej Teorii Plastyczności	IMN1A_U03, IMN1A_U02	Kolokwium
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Posiada kompetencje do pracy kolektywnej i kreowania sposobów różnych interpretacji uzyskanych wyników analiz teoretycznych	IMN1A_K01	Wykonanie ćwiczeń
M_K002	Posiada kompetencje do samodzielnego formułowania i analitycznego rozwiązywania zagadnień z obszaru sprężystości i plastyczności materiałów metalicznych	IMN1A_K03, IMN1A_K02	Aktywność na zajęciach
M_K003	Posiada kompetencje i potrzebę w zakresie pracy grupowej bez udziału pracownika dydaktycznego nad rozwiązywaniem nieskomplikowanych zagadnień z teorii sprężystości i plastyczności	IMN1A_K03, IMN1A_K02	Aktywność na zajęciach

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
60	30	30	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	Zna pojęcie sprężystości i plastyczności oraz modele ciał i ich charakterystyki w funkcji odkształcenia, temperatury i prędkości odkształcenia	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Zna równania konstytutywne w zakresie odkształceń sprężystych i plastycznych i sposoby ich klasyfikowania	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Zna ograniczenia stosowalności różnych teorii plastyczności i uproszczone metody ich rozwiązywania	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi określić schemat stanu odkształcenia materiału na podstawie znajomości stanu naprężenia lub dewiatora stanu naprężenia	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi wyliczyć energię właściwą odkształcenia materiału i jej część aksjatorową i dewiatorową	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi określić liczbowe wartości parametrów siłowych procesu w oparciu o założenia elementarnej Teorii Plastyczności	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Posiada kompetencje do pracy kolektywnej i kreowania sposobów różnych interpretacji uzyskanych wyników analiz teoretycznych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Posiada kompetencje do samodzielnego formułowania i analitycznego rozwiązywania zagadnień z obszaru sprężystości i plastyczności materiałów metalicznych	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K003	Posiada kompetencje i potrzebę w zakresie pracy grupowej bez udziału pracownika dydaktycznego nad rozwiązywaniem nieskomplikowanych zagadnień z teorii sprężystości i plastyczności	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
Przygotowanie do zajęć	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	127 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS

Pozostałe informacje**Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)****Wykład**

W ramach przedmiotu zostaną przedstawione podstawy mechaniki procesów plastycznego formownia materiałów metalicznych w interakcji z własnościami odkształcanych materiałów. Przedstawione zostaną zagadnienia związane z plastycznością i umocnieniem odkształceniowym, niestateczność plastycznego płynięcia, zależności temperaturowo-prędkościowe, bilans energetyczny procesu plastycznego odkształcenia na przykładach różnych procesów rzeczywistych i modelowych stanach naprężeń i odkształceń, tarcie i metody szacowania parametrów siłowych, odkształcalność i anizotropia plastyczna oraz wybrane testy odkształcalności. Na wykładzie student osiąga podstawy dojrzałości intelektualnej dostarczonych treści, natomiast na ćwiczeniach audytoryjnych biegłość formalną jej wykorzystania. Przedmiot obejmuje 30 godzin wykładu i 30 godzin ćwiczeń audytoryjnych o łącznej sumie punktów ECTS – 5, co oznacza przeciętny nakład pracy własnej studenta w semestrze na poziomie 60 godzin (4 godz./tydzień). W czasie ćwiczeń rachunkowych obowiązkowe są 3 pozytywnie zaliczone kolokwia. Ćwiczenia rachunkowe kończą się zaliczeniem, wykład po uzyskaniu pozytywnego zaliczenia kończy się egzaminem. Wykłady nie są obowiązkowe, jednakże zalecane i bardzo pomocne do zrozumienia treści merytorycznych przedmiotu.

Wykład 1. Naprężenia i odkształcenia

Tensor naprężenia, transformacja naprężeń, naprężenia główne, koła Mohra, tensor odkształcenia, sprężystość izotropowa, energia odkształcenia sprężystego, równowaga sił i momentów, warunki brzegowe, przykłady obliczeniowe

Wykład 2 Plastyczność

Kryteria płynięcia, praca odkształcenia plastycznego, intensywność naprężenia, intensywność odkształcenia, prawa plastycznego płynięcia, reguła ortogonalności, przykłady obliczeniowe

Wykład 3 Umocnienie odkształceniowe

Krzywa rozciągania, krzywa spęczania, przejście sprężystość – plastyczność, odkształcenie inżynierskie, odkształcenie rzeczywiste, funkcje naprężenie-

odkształcenie, przykłady obliczeniowe

Wykład 4 Niestateczność

Próba jednoosiowego i dwuosiowego rozciągania, efekt niejednorodności kształtu, przykłady obliczeniowe

Wykład 5 Zależności temperatura-prędkość odkształcenia naprężenie płynięcia

Prędkość odkształcenia, superplastyczność, zależności odkształcenie-prędkość odkształcenia-naprężenie płynięcia, przyrost temperatury podczas odkształcenia, praca odkształcenia na gorąco, alternatywne opisy zależności odkształcenie - prędkość odkształcenia - naprężenie płynięcia,

Wykład 6 Bilans energetyczny

Praca idealna, wyciskanie, ciągnięcie, efektywność procesów, maksymalna redukcja w procesie ciągnięcia, wpływ kąta i redukcji przekroju na efektywność procesu ciągnięcia

Wykład 7 Analiza płaskiego odkształcenia, tarcie

Ciągnięcie taśm, ciągnięcie drutów i prętów, tarcie w procesie dwuosiowego ściskania, tarcie poślizgowe, tarcie przylgowe, tarcie poślizgowo-przylgowe, tarcie suche, walcowanie w warunkach płaskiego odkształcenia, spłaszczanie walców, zginanie walców, smary, test pierścieniowy

Wykład 8 Repetytorium śródsemestralne z zakresu materiału omówionego na W1-W7.

Wykład 9 Geometria strefy odkształcenia

Parametr kształtu kotliny odkształcenia, , tarcie, odkształcenie zbędne, niejednorodność odkształcenia, pęknięcia wewnętrzne, naprężenia własne,

Wykład 10 Odształcalność

Plastyczność, czynniki strukturalne, naprężenie hydrostatyczne, testy odształcalności

Wykład 12 Gięcie

Gięcie blach, oś obojętna, odsprężynowanie po zdjęci obciążeń zewnętrznych, odkształcenia graniczne przy gięciu,

Wykład 13 Anizotropia plastyczna

Podstawy krystalograficzne, definicja i pomiar współczynnika R, teoria Hilla anizotropii plastycznej, nie kwadratowe kryteria płynięcia

Wykład 14 Repetytorium śródsemestralne z zakresu materiału omówionego na W9-W14.

Wykład 15. Repetytorium śródsemestralne z zakresu materiału omówionego na W9-W14.

Ćwiczenia audytoryjne

Ćw. 1 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 1

Ćw. 2 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 2

Ćw. 3 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 3

Ćw. 4 Kolokwium

Ćw. 5 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 5

Ćw. 6 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 6

Ćw. 7 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 7

1.Ćw. 8 Kolokwium/ kolokwium poprawkowe

Ćw. 9 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień

będących przedmiotem wykładu 9

Ćw. 10 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 10

Ćw. 11 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 11

Ćw. 12 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 12

Ćw. 13 Rozwiązywanie zadań i problemów y projektowych w ramach zagadnień będących przedmiotem wykładu 13

Ćw. 14 kolokwium poprawkowe

Ćw. 15 Kolokwium

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:

Wykład: egzamin pisemny pod warunkiem pozytywnej oceny z ćwiczeń audytoryjnych

Ćwiczenia audytoryjne:

Pozytywna ocena z każdego kolokwium

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 z oceny uzyskanej z egzaminu i z ćwiczeń audytoryjnych

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

indywidualne ustalenia

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

1.Znajomość matematyki, fizyki i mechaniki na poziomie I roku technicznych studiów I stopnia

2.Znajomość podstaw inżynierii materiałowej materiałów metalicznych

Zalecana literatura i pomoce naukowe

- 1.W. F. Hosford, R. M. Caddel, Metal forming-mechanics and metallurgy, Cambridge University Press, 2008
- 2.J. Lubliner, Plasticity Theory, Dover Publications, New York, 2006
- 3.T. Knych, Obszary plastyczne i sprężyste w ciągnionych pełnych profilach okrągłych, Rozprawy i Monografie 96, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2001
- 4.D. C. Stouffer, L. T. Dame, Inelastic deformation of metals, John Wiley & Sons, New York, 1996
- 5.H. Lippmann, Mechanik des Plastischen Fliessen, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1981
- 6.M. Morawiecki, L. Sadok, E. Wosiek, Teoretyczne podstawy technologicznych procesów przeróbki plastycznej, Wydawnictwo Śląsk, Katowice, 1977
- 7.W. Szczepiński, Wstęp do analizy procesów obróbki plastycznej, PWN Warszawa, 1967
- 8.M. T. Huber, Stereomechanika techniczna, PWN, Warszawa 1958
- 9.Henry S. Valberg: Applied metal forming. Including FEM analysis. Cambridge University Press.2010.

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

- 1.Nowak S., Knych T.: Kompleksowa analiza stanu naprężenia i odkształcenia w procesie swobodnego ciągnięcia rur. Rudy i Metale R. 25 (1980) 10, s. 467-472
- 2.Nowak S., Gocał J., Knych T.: Rozrzut własności mechanicznych folii Al i jego wpływ na stabilność procesu walcowania. Metalurgia i Odlewnictwo, T.7, Z.1, (1981), s. 51-67
- 3.Nowak S., Knych T.: Grundlage der Wellenentstehung im Langswalzenprozeß am zu bearbeitenden Band, Masschinenmarkt, 88 (1982) 44, s. 896-899
- 4.Nowak S., Knych T.: Grosse der Vorwärtzugspannungen im Längswalzenprozeß bringen kleinere Enddicken. Maschinenmarkt 88 (1982) 53, s. 1104-1106
- 5.Nowak S., Knych T., Gocał J.: Metoda analogii elektrycznej w projektowaniu technologii ciągnięcia złożonych profili. Rudy i Metale R.27 (1982) 8, s. 391-39
- 6.Nowak S., Knych T.:Całkowite odkształcenia zastępcze w procesie ciągnięcia rur na trzpieniu. Rudy i Metale R.27 (1982) 9, s. 429-432
- 7.Nowak S., Knych T.: Verformung und Verfestigung beim freien Ziehen von Rohren. BBR 24 (1983) 10, s. 277-281
- 8.Nowak S., Knych T.: Charakteristische Merkmale des Walzens von Al-Folien. BBR 24 (1983) 11, s. 306-308
- 9.Nowak S., Knych T., Zasadzinski J.: Niektóre problemy procesu ciągnięcia rur grubościennych o małych średnicach. Rudy i Metale R.28 (1983) 11, s. 435-439
- 10.Nowak S., Knych T.: Analysis of rolled stock waviness in the rolling process. Metalurgia i Odlewnictwo T.9 (1983) 3, s. 253-265
- 11.Nowak S., Knych T.: Technology of drawing metals difficult to form. Wire World Inter. vol. 25 XI/XII (1983) 6, s. 243-246
- 12.Nowak S., Knych T.: Steuerbare Einflussgrößen beim Walzen von Al-Folien. BBR (1983) 12, s. 339-340
- 13.Nowak S., Knych T.: Hydrodynamisches Ziehen beeinflusst Drahteigenschaften. Drahtwelt 70 (1984) 2, s. 37-39
- 14.Nowak S., Knych T., Wojtas M., Świątek B.: Optymalizacja parametrów modelu swobodnego ciągnięcia rur. Rudy i Metale R.39 (1994), 10 s. 287-289
- 15.Knych T., Nowak S., Tatar J.: Istota pracy wielociągu. Rudy i Metale R 41 (1996), 8 s. 343-347
- 16.Knych T., Pluta J., Podsiadło A., Micek P.: Układ sterowania dyskretnego hydrauliczną maszyną wytrzymałościową. Maszyny Górnicze (1996) nr 6/60, s. 61-68
- 17.Osika J., Knych T., Nowak S.: Modelowanie matematyczne pielgrzymowania na zimno rur ze stali chromowych żaroodpornych i żarowytrzymałych. Rudy i Metale R43, (1998), 10, s. 496-505
- 18.Osika J., Knych T., Grzesiak J.: Badania i analiza pracy układu napędowego walcarki pielgrzymowej KPW75VMR do walcowania rur na zimno. Rudy i Metale R43, (1998), 10, s. 506-514
- 19.Nowak S., Knych T., Wróbel M.: Korozyjne awarie rur ze stali austenitycznej 1H18N10T. Rudy i Metale R43, (1998), 10, s. 514-520
- 20.Nowak S., Knych T.: Odkształcalność stopów AlMgSi w warunkach ciągnięcia. Rudy i Metale R47, (2002), 3, s. 130-135 (udział własny - 50%)
- 21.Knych T.: Obszary plastyczne i sprężyste w ciągnionych pełnych profilach okrągłych - streszczenie rozprawy habilitacyjnej. Rudy i Metale R47, (2002), 12, s. 643-644 (udział własny - 100%)
- 22.Knych T., Mamala A., Nowak S.: Analiza wymagań stawianych drutom i przewodom z aluminium i ze stopów AlMgSi Rudy i Metale R48, (2003), 8, s. 375-392 (udział własny - 50%)
- 23.Knych T., Nowak S.: Analiza teoretyczna procesu przetwarzania bimetalu Al.-Cu i AlMgSi-Cu na druty przeznaczone na przewody AlMgSi Rudy i Metale R48, (2003), 9, s. 431-434
- 24.Knych T., Kawecki A., Mamala A., Kiesiewicz P.: Projektowanie kształtu ciągadeł do przewodów jezdnych typu trolej, II Międzynarodowa Konferencja Ciągarska „Nowoczesne technologie oraz

- modelowanie procesów ciągnięcia i wytwarzania wyrobów metalowych” 1-3 marca, Zakopane 2007
- 25.Knych T., Mamala A., Uliasz P.: Odporne cieplnie druty ze stopu AlZr do napowietrznych przewodów elektroenergetycznych typu HTLS, II Międzynarodowa Konferencja Ciągarska „Nowoczesne technologie oraz modelowanie procesów ciągnięcia i wytwarzania wyrobów metalowych” 1-3 marca, Zakopane 2007
- 26.Smyrak B., Knych T., Mamala A., Kędziora A., Pawluśkiewicz M.: Wpływ stopnia odkształcenia na własności reologiczne drutów z przewodowych stopów AlMgSi, II Międzynarodowa Konferencja Ciągarska „Nowoczesne technologie oraz modelowanie procesów ciągnięcia i wytwarzania wyrobów metalowych” 1-3 marca, Zakopane 2007
- 27.Rudy i Metale Nieżelazne ; ISSN 0035-9696 – Beata Smyrak, Tadeusz Knych, Andrzej Mamala, Piotr Uliasz, Michał Jabłoński, Piotr Osuch, Marzena Piwowarska, Andrzej Nowak, Badania nad nową generacją funkcjonalnych stopów aluminium dla energetyki —2010 R. 55 nr 7 s. 441-447
- 28.Uliasz P., Knych T., Mamala A.: New method of manufacturing the gradient structure materials on the industrial scale and their application, Archives of Metallurgy and Materials, 2009, volume 54, Issue 3,
- 29.Jabłoński M., Knych T., Smyrak B.: New aluminium alloys for electrical wires of fine diameter for automotive industry, Archives of Metallurgy and Materials - 2009 - volume 54, Issue 3,
- 30.Zasadziński J., Knych T., Dziedzic E.: Badania procesu wyciskania metodą Conform w produkcji wyrobów i recyklingu aluminium i jego stopów, Rudy i Metale R52 (2007),11, s. 757-767

Informacje dodatkowe

Brak