

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Ciągarstwo				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	NIMN-1-509-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 posiada charakter technologiczny i obejmuje charakterystykę procesu ciągnięcia z elementami teorii w zakresie wynikającym z przedmiotu Podstawy teoretyczne przeróbki plastycznej. Główne treści dotyczą istoty i rodzaju procesów ciągnięcia, narzędzi, ciągarok i środowiska technologicznego oraz rodzaju wyrobów i wymagań norm odnośnie ich własności i jakości.

### 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 rodzaje procesów ciągnięcia, schematy odkształcenia i naprężenia, zna zasady projektowania procesu ciągnięcia	IMN1A_W03, IMN1A_W02	Egzamin
M_W002	Student zna rodzaje narzędzi (ciągadła, trzpienie), materiały narzędziowe, rodzaje smarów	IMN1A_W03, IMN1A_W02	Egzamin
M_W003	Student zna rodzaje maszyn ciągniczych i zasady ich kinematycznego działania	IMN1A_W03, IMN1A_W02	Egzamin
Umiejętności: potrafi			

M_U001	Student potrafi określić wpływ różnych wielkości procesowych na wartość siły ciągnięcia, temperaturę i własności wyrobów ciągniętych z metali nieżelaznych	IMN1A_U03, IMN1A_U02	Zaliczenie laboratorium
M_U002	Student potrafi zaprojektować schemat odkształcenia metali nieżelaznych dla pojedynczego ciągu i dla wielociągów o różnej kinematyce pracy	IMN1A_U03, IMN1A_U02	Zaliczenie laboratorium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Student potrafi wykonać eksperymenty z zakresu procesu ciągnięcia i konstruować technologiczne krzywe umocnienia metali nieżelaznych i je wykorzystywać do projektowania procesu i kształtowania własności mechanicznych materiału	IMN1A_U06, IMN1A_U03, IMN1A_U02	Zaliczenie laboratorium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student posiada kompetencje do pracy kolektywnej i kreowania sposobów różnych interpretacji uzyskanych wyników analiz teoretycznych i wyników badań eksperymentalnych procesu ciągnięcia metali nieżelaznych	IMN1A_K01, IMN1A_K02	Udział w dyskusji, Studium przypadków
M_K002	Student posiada kompetencje i potrzebę w zakresie pracy grupowej bez udziału pracownika dydaktycznego nad rozwiązywaniem nieskomplikowanych zagadnień z procesu ciągnięcia metali nieżelaznych	IMN1A_K01, IMN1A_K02	Zaliczenie laboratorium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_K003	Student posiada kompetencje do samodzielnego formułowania i analitycznego rozwiązywania zagadnień z procesu ciągnięcia metali nieżelaznych	IMN1A_K01, IMN1A_K02	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

### 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	0	30	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 rodzaje procesów ciągnięcia, schematy odkształcenia i naprężenia, zna zasady projektowania procesu ciągnięcia	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student zna rodzaje narzędzi (ciągadła, trzpienie), materiały narzędziowe, rodzaje smarów	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student zna rodzaje maszyn ciągniczych i zasady ich kinematycznego działania	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi określić wpływ różnych wielkości procesowych na wartość siły ciągnięcia, temperaturę i własności wyrobów ciągniętych z metali nieżelaznych	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi zaprojektować schemat odkształcenia metali nieżelaznych dla pojedynczego ciągu i dla wielociągów o różnej kinematyce pracy	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi wykonać eksperymenty z zakresu procesu ciągnięcia i konstruować technologiczne krzywe umocnienia metali nieżelaznych i je wykorzystywać do projektowania procesu i kształtowania własności mechanicznych materiału	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student posiada kompetencje do pracy kolektywnej i kreowania sposobów różnych interpretacji uzyskanych wyników analiz teoretycznych i wyników badań eksperymentalnych procesu ciągnięcia metali nieżelaznych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student posiada kompetencje i potrzebę w zakresie pracy grupowej bez udziału pracownika dydaktycznego nad rozwiązywaniem nieskomplikowanych zagadnień z procesu ciągnięcia metali nieżelaznych	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_K003	Student posiada kompetencje do samodzielnego formułowania i analitycznego rozwiązywania zagadnień z procesu ciągnięcia metali nieżelaznych	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
--------	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	60 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	147 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS

## Pozostałe informacje

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

#### Wykład

Proces ciągnięcia jest jednym z pięciu konwencjonalnych procesów przeróbki plastycznej metali nieżelaznych wykorzystywany do wytwarzania drutów, prętów i rur o różnych kształtach i wymiarach wykorzystywanych we wszystkich działach gospodarki w zależności od rodzaju materiału i wymaganych właściwości, a w szczególności w przemyśle elektrotechnicznym i elektroenergetycznym do przesyłu energii elektrycznej (druty z miedzi i jej stopów, druty z aluminium i jego stopów), w przemyśle budowlanym - wysokowytrzymałe druty ze stopów aluminium, miedzi), do nakładania w charakterze antykorozyjnych warstw ochronnych metodą metalizacji natryskowej (stopy cynk-aluminium), w przemyśle zbrojeniowym, medycynie, jubilerstwie (metale szlachetne, złoto, srebro i inne), miedziane rury instalacyjne dla budownictwa, w przemyśle AGD oraz w wielu innych aplikacjach.

W ramach wykładu zostaną omówione teoretyczne i technologiczne aspekty procesu ciągnięcia umożliwiające studentowi samodzielne rozwiązywanie zagadnień projektowych w zakresie procesu ciągnięcia.

Wykład 1. Charakterystyka ogólna procesu ciągnięcia, schemat i istota procesu, rodzaje procesów ciągnięcia (proces ciągnięcia profili pełnych, procesy ciągnięcia rur). Narzędzia i urządzenia niezbędne do prowadzenia procesu ciągnięcia.

Wykład 2. Kinematyka plastycznego płynięcia materiału w kotlinie odkształcenia, schemat stanu odkształcenia i naprężenia w procesie kołowo-symetrycznego ciągnięcia pełnych profili okrągłych, wskaźniki i miary odkształcenia, zastosowanie prawa stałości objętości do procesu ciągnięcia, równanie ciągłości strugi, przykłady

obliczeniowe.

Wykład 3. Umocnienie materiału podczas procesu ciągnięcia, funkcje materiałowe, przykłady obliczeniowe.

Wykład 4. Zastosowanie Elementarnej Teorii Przeróbki Plastycznej do wyznaczania parametrów siłowych procesu ciągnięcia (siła, naprężenie ciągnięcia, moc). Tarcie w procesie ciągnięcia. Przykłady obliczeniowe.

Wykład 5. Bilans energetyczny procesu ciągnięcia, praca idealna, praca sił tarcia, praca zbędna. Definicje, istota, interpretacja, przykłady obliczeniowe.

Wykład 6. Bilans cieplny procesu ciągnięcia, relacje praca odkształcenia plastycznego, a temperatura, praca sił tarcia, a temperatura, praca zbędna, a temperatura, przykłady obliczeniowe.

Wykład 7. Budowa ciągadła, geometria kotliny odkształcenia, zasady projektowania wielkości odkształcenia jednostkowego, jednostkowego odkształcenia krytycznego, przykłady liczbowe.

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

Wykład 9. Omówienie zasady pracy wielociągu z indywidualnym i ze zblokowanym napędem. Projektowanie schematu odkształcenia na wielociągach wielostopniowych, obliczanie sił i naprężeń ciągnięcia, zapotrzebowania energetycznego na moc, przykłady obliczeń.

Wykład 10. Rodzaje ciągarok i osprzętu.

Wykład 11. Smary stosowane w procesie ciągnięcia.

wykład 12. Procesy ciągnięcia rur (proces swobodnego ciągnięcia rur, proces ciągnięcia rur na korku swobodnym, na trzpieniu zamocowanym, na trzpieniu długim).

Wykład 13. Naprężenia własne w wyrobach ciągnionych

Wykład 14. Wady wyrobów ciągnionych

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

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

Blok 1 – 12 godzin

Badania siłowo- kinematycznych parametrów procesu ciągnięcia profili pełnych dla różnych materiałów, różnych schematów odkształcenia i różnej geometrii ciągadła

1.Pomiar siły ciągnięcia

2.Badania współczynnika tarcia

3.Pomiar temperatury ciągnionego materiału

4.Badania własności mechanicznych materiałów (Krzywe rozciągania, twardość)

5.Konstrukcja krzywych umocnienia

6.Konstrukcja krzywych materiałowych

7.Analiza energetyczna procesu ciągnięcia

8.Weryfikacja modeli teoretycznych oceny siły ciągnięcia

9.Projekt procesu ciągnięcia drutów na wielociągu

10.Opracowanie kompleksowe wyników badań i analiza uzyskanych wyników

Blok 2 – 6 godzin

Badania naprężeń własnych w ciągnionych prętach okrągłych metodą trepanacji

Blok 3 – 6 godzin

Badania siłowo-kinematycznych parametrów procesu swobodnego ciągnięcia rur dla różnych materiałów i ich parametry geometrycznych

1.Pomiar siły ciągnięcia

2.Pomiar zmian grubości ścianki w funkcji wielkości odkształcenia, wielkości redukcji średnicy, grubościenności rury

3.Opracowanie kompleksowe wyników badań i analiza uzyskanych wyników

Blok 4 – 6 godzin

## Badania siłowo-kinematycznych parametrów procesu ciągnięcia rur na trzpieniu zamocowanym dla różnych materiałów

### **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 laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **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 laboratoryjnych

Ćwiczenia laboratoryjne:

- a)pozytywna ocena z zagadnień teoretycznych przed przystąpieniem do każdego bloku laboratoryjnego
- b)pozytywna ocena ze sprawozdania z zamykającego temat badawczy objęty blokiem

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

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Tak
- 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 laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak
- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa: średnia z oceny uzyskanej z egzaminu i z ćwiczeń laboratoryjnych

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

kolokwium z zakresu objętego zaległymi zajęciami

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Wymagania wstępne:

- 1.Znajomość zagadnień z przedmiotu Metody i techniki pomiarowe
- 2.Znajomość zagadnień z przedmiotu Statystyka dla inżynierów
- 3.Znajomość zagadnień z przedmiotu Podstawy Teoretyczne Przeróbki Plastycznej
- 4.Znajomość zagadnień z przedmiotu Teoria Sprężystości i Plastyczności
- 5.Znajomość zagadnień z przedmiotu Wstęp do nauki o materiałach i technologii materiałowe

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

- 1.Hosford W., Caddel R., Metal Forming, Mechanic and Metallurgy – third edition, wyd. Cambridge 2007,
- 2.Wright R., Wire Technology – Process Engineering and Metallurgy, USA 2011

3.Łuksza J., Elementy Ciągarstwa, Wyd. AGH, Kraków 2001;

4.Knych T. Obszary plastyczna i sprężyste w ciągnionych pełnych profilach okrągłych Rozprawy Monografie, nr 96, AGH Kraków, 2001

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1.T. Knych, A. Mamala, B. Smyrak, Współczesne trendy przetwórstwa aluminium i jego stopów dla sektora elektroenergetyki, Rudy i Metale Nieżelazne Recykling, 2018 R. 63 nr 9, s. 88-93

2.M.Jabłoński, T.Knych, A.Mamala, P.Kwaśniewski, G.Kiesiewicz, Określenie jednostkowej odkształcalności granicznej materiałów przewodowych w procesie ciągnięcia, Hutnik Wiadomości Hutnicze, 2015 t. 82 nr 1, s. 36-41

3.M.Jabłoński, T.Knych, A.Mamala, B.Smyrak, B.Ciejka Research of the laboratory wire drawing process of zinc, Key Engineering Materials, 2016 vol. 682, s. 367-371

4.B.Smyrak, T.Knych, A.Mamala, A.Kawecki, M.Jabłoński, K.Korzeń, B.Jurkiewicz, M.Gniełczyk, M.Zasadzińska, E.Sieja-Smaga, Badania wpływu wielkości kąta otwarcia stożka roboczego ciągadła na jakość powierzchni drutów EN AW-1370 i Cu-ETP, Hutnik Wiadomości Hutnicze, 2017 t. 82 nr 1, s. 73-75

5.M.Walkowicz, P.Osuch, B.Smyrak, A.Mamala, M.Zasadzińska, T.Knych, Analiza technologii produkcji materiałów wsadowych i drutów z miedzi wysokiej czystości chemicznej przeznaczonych na cele elektryczne, Hutnik Wiadomości Hutnicze, 2017 t. 82 nr 1, s. 82-84

6.P. Kwaśniewski, G. Kiesiewicz, T. Knych, A. Mamala, M. Gniełczyk, A. Kawecki, B. Smyrak, W. Ścieżor, E. Smaga-Sieja, Research and characterization of Cu-graphene, Cu-CNT's composites obtained by mechanical synthesis, Archives of Metallurgy and Materials, 2015 vol. 60 iss. 3A, s. 1929-1933

7.M.Walkowicz, P.Osuch, B.Smyrak, T.Knych, P.Czarnecki, B.Lipińska, Analiza wad powstałych w procesie ciągnięcia drutów miedzianych, Rudy i Metale Nieżelazne Recykling, 2015 R. 60 nr 1, s. 30-33

8.T.Knych, A.Mamala, A.Kawecki, P.Kwaśniewski, B.Smyrak, K.Korzeń, M.Jabłoński, G.Kiesiewicz, E.Sieja-Smaga, M.Gniełczyk, B.Jurkiewicz, Jakub Siemieński, M.Tokarski, Krzywe umocnienia i własności elektryczne drutów uzyskanych z prętów odlewanych metodą ciągłą z granulatu złomu pokablowego, Hutnik Wiadomości Hutnicze, 2017 t. 82 nr 1, s. 21-23

### **Informacje dodatkowe**

Brak