

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: P

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria spajania materiałów

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Materiały inżynierskie i materiałoznawstwo spawalnicze
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Materials Engineering and Materials Welding
KOD PRZEDMIOTU	P309
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	6.00
SEMESTRY	7

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
7	30	0	15	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o strukturze i właściwości materiałów metalicznych, charakterystykach czystych metali oraz stopów metali, podstawowych układach i sieciach krystalograficznych metali. Wyjaśnienie różnicy w procesie krystalizacji czystych metali i stopów metali. Zapoznanie się z podstawowym podziałem stopów metali i faz, ogólną informacją o układach równowagi fazowej metali, a w szczególności o układzie żelazo-węgiel, podziałem pierwiastków stopowych i cele ich wprowadzania do stali.

- Cel 2** Zapoznanie z klasyfikacją stopów żelaza z węglem, podstawowymi przemianami austenitu w stopach żelaza z węglem i ogólną charakterystyką metody badania tych przemian, podstawowymi pierwiastkami wchodzącymi w skład stali węglowych i stopowych.
- Cel 3** Przedstawienie definicji stali oraz podstawowych sposobów wytwarzania stali oraz stosowanych w tych procesach urządzeń, podziału i klasyfikacji stali.
- Cel 4** Zapoznanie się z metalurgicznymi podstawami spawania wszystkich typów stali konstrukcyjnych. Wyjaśnienie pojęć pole temperatur, cykl cieplny spawania, spawalność metali. Wyjaśnienie wpływu procesu spawania na właściwości złącza spawanego. Zapoznanie z podstawowymi procesami i zjawiskami zachodzącymi podczas krzepnięcia i krystalizacji metalu spoiny w złączu spawanym oraz charakterystyką strefy wpływu ciepła w złączu spawanym.
- Cel 5** Zdobywanie podstawowej wiedzy o przyczynach powstawania pęknięć w stalach i złączach spawanych (zimnych, gorących, wyżarzeniowych i lamelarnych), sposobów zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz prób stosowanych do oceny skłonności stali do pęknięcia. Inicjowanie i rozwój pęknięć plastycznych i kruchych oraz pęknięć zmęczeniowych, analiza powierzchni przelomów różnych typów pęknięć.
- Cel 6** Zapoznanie z rodzajami obróbki cieplnej materiałów podstawowych i złączy spawanych. Wyjaśnienie przemian struktury i zmian właściwości materiału podczas procesów obróbki cieplnej. Zapoznanie się z wytycznymi technologicznymi do obróbki cieplnej, procedurami i urządzeniami do obróbki cieplnej.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student potrafi wymienić podstawowe cechy charakterystyczne metali; krótko scharakteryzować procesy technologiczne metali; podać podstawową różnicę pomiędzy monokryształami a polikryształami; wymienić podstawowe grupy wad budowy krystalicznej, które charakteryzują rzeczywistą strukturę krystaliczną metali; wymienić podstawowe rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; podać definicję pierwiastka polimorficznego oraz scharakteryzować odmiany alotropowe pierwiastka; krótko scharakteryzować pojęcie szkła metalicznego; wymienić odmiany alotropowe żelaza i podać podstawowe informacje na ich temat; krótko scharakteryzować austenit; wymienić nazwy przemian austenitu przechłodzonego w stali w funkcji szybkości chłodzenia; krótko scharakteryzować ferryt, cementyt, perlit, bainit i martenzyt; krótko scharakteryzować przemianę perlityczną, bainityczną, martenzytyczną; dokonać ogólnej charakterystyki odkształcenia plastycznego metali; wyjaśnić zjawisko zgniotu metali; krótko scharakteryzować pojęcie rekrytalizacji metali; podać określenie własności mechanicznych metali oraz umie wymienić podstawowe własności mechaniczne metali,
- EK2 Wiedza** Student potrafi wymienić podstawowe cechy charakterystyczne metali; wymienić podstawowe rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; ogólnie przedstawić mechanizm krystalizacji czystych metali i stopów metali; podać określenie roztworu stałego i wymienić jego rodzaje; podać podstawowe cechy charakterystyczne faz międzymetalicznych i wymienić kilka ich rodzajów; podać określenie mieszaniny faz; podać podstawowe informacje o układach równowagi fazowej i wymienić kilka ich rodzajów; podać określenie temperatur likwidusu i solidusu; wymienić i ogólnie scharakteryzować podstawowe składniki strukturalne układu żelazo-węgiel; podać określenie dodatków stopowych oraz wymienić główne cele wprowadzania ich do stali; okonać podziału pierwiastków stopowych na pierwiastki austenito- i ferrytotwórcze oraz podać parę przykładów pierwiastków z każdej z tych grup,
- EK3 Umiejętności** Student umie dokonać klasyfikacji stopów żelaza z węglem; wymienić przemiany strukturalne austenitu przechłodzonego zachodzące w stopach żelaza z węglem; wymienić zjawiska fizyczne, które mogą być wykorzystywane w metodach badania przemian fazowych w stalach; ogólnie scharakteryzować wykresy przemian austenitu w warunkach chłodzenia izotermicznego CTP; ogólnie scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym CTP; ogólnie scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym dla warunków spawalniczych CTP-S oraz wymienić metody wyznaczania tych wykresów; wyjaśnić pojęcie czasu stygnięcia $t_{8/5}$; wymienić pierwiastki podstawowe, domieszki oraz zanieczyszczenia występujące w stalach konstrukcyjnych węglowych oraz krótko je scharakteryzować podać przykłady najważniejszych pierwiastków stopowych i krótko je scharakteryzować,

EK4 Umiejętności Student umie podać definicję stali; wymienić kolejne etapy wytwarzania stali; ogólnie scharakteryzować proces wielkopieczowy produkcji surowki; ogólnie scharakteryzować proces świeżenia stali; wymienić podstawowe sposoby wytapiania stali; dokonać podziału procesów konwertorowych wytapiania stali; ogólnie scharakteryzować procesy wytapiania stali w piecach elektrycznych i wymienić rodzaje tych pieców; ogólnie scharakteryzować proces wykańczania (rafinacji) stali; ogólnie omówić proces odlewania stali i wymienić sposoby odlewania; krótko scharakteryzować proces odtleniania stali i dokonać podziału stali ze względu na stopień odtlenienia; wymienić strefy strukturalne występujące we wlewku stali uspokojonej; porównać strefy wlewka stali uspokojonej i nieuspokojonej; wymienić podstawowe czynniki, od których zależy jakość wytopionej stali, wyjaśnić wpływ zanieczyszczeń i składu chemicznego na właściwości mechaniczne stali, przedstawić klasyfikację stali,

EK5 Umiejętności Student umie podać definicję pola temperatur i krótko scharakteryzować pojęcie pola temperatur; podać definicję cyklu cieplnego spawania; wymienić rodzaje cykli cieplnych spawania; wskazać podstawowe różnice pomiędzy cyklem cieplnym spawania a cyklem cieplnym typowej obróbki cieplnej; wymienić czynniki wpływające na kształt cykli cieplnych spawania; ogólnie scharakteryzować parametry cyklu cieplnego spawania; podać definicję spawalności metali oraz umie krótko scharakteryzować pojęcia pokrewne takie, jak: wrażliwość na spajanie, warunki spajania oraz użyteczność; ogólnie scharakteryzować wpływ procesu spawania na własności złącza spawanego; podać określenie łuku elektrycznego, jeziorka spawalniczego, a także umie ogólnie scharakteryzować procesy zachodzące podczas krzepnięcia i krystalizacji metalu spoiny; określić podstawowe rodzaje struktur tworzących się w czasie krystalizacji metalu spoiny; ogólnie scharakteryzować pod względem strukturalnym i własności obszar SWC w złączu spawanym.

EK6 Wiedza Student potrafi wymienić czynniki powodujące powstawanie pęknięć zimnych w SWC i w spoinie, sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz podstawowe próby technologiczne stosowane do oceny skłonności stali do pękania zimnego; wymienić podstawowe czynniki powodujące powstawanie pęknięć gorących (krystalizacyjnych i likwacyjnych), sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz metody badań stosowane do oceny skłonności stali do pękania; scharakteryzować pęknięcia wyżarzeniowe i podać przyczyny ich powstawania, podać sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz oceny skłonności stali do pękania pod wpływem obróbki cieplnej; podać przyczynę powstawania pęknięć lamelarnych w złączach spawanych, opisać sposób oceny skłonności stali do pękania lamelarnego oraz wymienić sposoby zapobiegania powstawania tych pęknięć; wyjaśnić różnicę między pękaniem plastycznym i kruchym; pękanie zmęczeniowe; zidentyfikować typ pęknięcia na podstawie analizy powierzchni przełomu

EK7 Umiejętności Student umie wyjaśnić podstawowe procesy obróbki cieplnej i ich cele; wyjaśnić mechanizmy zmian strukturalnych, które mają miejsce podczas obróbki cieplnej; przewidzieć konieczność przeprowadzenia obróbki cieplnej po spawaniu w zależności od rodzaju i grubości spawanego materiału.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wyznaczenie energii liniowej łuku oraz cyklu cieplnego spawania w wyznaczonym obszarze SWC złącza spawanego.	2
L2	Wpływ cyklu cieplnego spawania na strukturę SWC złącza spawanego stali niestopowych.	2
L3	Wpływ cyklu cieplnego spawania na twardość i udarność SWC złącza spawanego stali niestopowych.	2
L4	Wpływ obróbki cieplnej po spawaniu na strukturę i twardość połączeń spawanych stali niestopowych.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L5	Wpływ cyklu cieplnego spawania na strukturę SWC złącza spawanego stali stopowych.	2
L6	Wpływ cyklu cieplnego spawania na twardość i udarność SWC złącza spawanego stali stopowych.	2
L7	Wpływ obróbki cieplnej po spawaniu na strukturę i twardość połączeń spawanych stali stopowych.	2
L8	Zaliczenie	1

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Przeprowadzenie teoretycznej analizy spawalności wybranego gatunku stali niskostopowej.	3
P2	Wyznaczenie optymalnych warunków termicznych spawania wybranego gatunku stali niskostopowej.	2
P3	Opracowanie pWPS dla określonego typu złącza spawanego wybranego gatunku stali niskostopowej.	2
P4	Przeprowadzenie teoretycznej analizy spawalności wybranego gatunku stali stopowej.	3
P5	Wyznaczenie optymalnych warunków termicznych spawania wybranego gatunku stali stopowej.	2
P6	Opracowanie pWPS dla określonego typu złącza spawanego wybranego gatunku stali stopowej.	2
P7	Zaliczenie	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Struktura i właściwości metali; struktura krystaliczna metali, typy struktury, wady struktury krystalicznej metali, odkształcenie sprężyste i plastyczne, odkształcenie na zimno i na gorąco, zgniot i rekrytalizacja, procesy starzenia, właściwości metali i wpływ na nie temperatury, prędkości obciążenia, środowiska.	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W2	Stopy i wykresy fazowe; podziałem stopów metali i faz, ogólną informacją o układach równowagi fazowej metali, a w szczególności o układzie żelazo-węgiel, podziałem pierwiastków stopowych i cel ich wprowadzania do stali.	4
W3	Stopy żelaza z węglem; Krzepnięcia żelaza i zmiany w stanie stałym, wykres żelazo-węgiel, wpływ pierwiastków stopowych na wykres Fe C, przemiany fazowe, wykresy CTPI, CTPc, wpływ dodatków stopowych na strukturę i właściwości, obróbka cieplna.	4
W4	Wytwarzanie i klasyfikacja stali; wprowadzenie do hutnictwa stali, procesy wytwarzania stali, przetwarzanie produktów stalowych; skład chemiczny, zanieczyszczenia i właściwości stali, nieciągłości i wady stali,; klasyfikacja stali, oznaczenia stali, produkty ze stali, świadectwa.	4
W5	Zachowanie się stali konstrukcyjnych podczas spawania; moc cieplna i energia liniowa łuku, cykl cieplny spawania, wielkości charakterystyczne cyklu cieplnego spawania, strefa wpływu ciepła i jej właściwości, równoważnik węgla, jeziorko spawalnicze, kształt spoiny, procesy dyfuzyjne, struktura stopiwa, wpływ spawania wielościowego, rozkład temperatur i jego obliczanie, krzepnięcie jeziorka, struktura spoiny, struktura a właściwości wytrzymałościowe, temperatura przejścia plastyczno-kruchego.	4
W6	Zjawiska pęknięcia w złączach spawania: mechanizmy pęknięcia spoin i SWC, pęknięcie gorące, zimne, lamelarne, pod wpływem powtórnego nagrzewania; wpływ mikrostruktury, naprężeń, utwardzenia, wodoru, podgrzewania wstępnego, pierwiastków stopowych, wyznaczenie temperatury podgrzewania i temperatury międzyścięgowej, badania skłonności do pęknięć.	4
W7	Pęknięcia eksploatacyjne, rodzaje pęknięć; mechanizmy pęknięcia i metody zapobiegania, metody badań.	2
W8	Obróbka cieplna materiałów podstawowych i złączy spawanych: Obróbka cieplna materiałów podstawowych, złączy spawanych i zgrzewanych: grzanie w procesie spawania, wyżarzanie po spawaniu: wyżarzanie normalizujące, odpężające, hartowanie, ulepszanie cieplne, rekrytalizacja, utwardzanie, urządzenia do obróbki cieplnej, procedury obróbki cieplnej, metody pomiaru temperatury.	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Konsultacje

N5 Dyskusja

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	4
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	6
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	94
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	6.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Zdanie egzaminu pisemnego oraz zaliczenie laboratorium i projektu

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wymienić podstawowe cechy charakterystyczne metali; krótko scharakteryzować procesy technologiczne metali; podać podstawową różnicę pomiędzy monokryształami a polikryształami; wymienić podstawowe grupy wad budowy krystalicznej, które charakteryzują rzeczywistą strukturę krystaliczną metali; wymienić podstawowe rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; podać definicję pierwiastka polimorficznego oraz scharakteryzować odmiany alotropowe pierwiastka; krótko scharakteryzować pojęcie szkła metalicznego; wymienić odmiany alotropowe żelaza i podać podstawowe informacje na ich temat; krótko scharakteryzować austenit; wymienić nazwy przemian austenitu przechłodzonego w stali w funkcji szybkości chłodzenia; krótko scharakteryzować ferryt, cementyt, perlit, bainit i martenzyt; krótko scharakteryzować przemianę perlityczną, bainityczną, martenzytyczną; dokonać ogólnej charakterystyki odkształcenia plastycznego metali; wyjaśnić zjawisko zgniotu metali; krótko scharakteryzować pojęcie rekrytalizacji metali; podać określenie własności mechanicznych metali oraz umie wymienić podstawowe własności mechaniczne metali,
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wymienić cechy charakterystyczne metali; scharakteryzować procesy technologiczne metali; podać różnicę pomiędzy monokryształami a polikryształami; wymienić grupy wad budowy krystalicznej, które charakteryzują rzeczywistą strukturę krystaliczną metali; wymienić rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; podać definicję pierwiastka polimorficznego oraz scharakteryzować odmiany alotropowe pierwiastka; scharakteryzować pojęcie szkła metalicznego; wymienić odmiany alotropowe żelaza i podać informacje na ich temat; scharakteryzować austenit; wymienić nazwy przemian austenitu przechłodzonego w stali w funkcji szybkości chłodzenia; scharakteryzować ferryt, cementyt, perlit, bainit i martenzyt; scharakteryzować przemianę perlityczną, bainityczną, martenzytyczną; dokonać charakterystyki odkształcenia plastycznego metali; wyjaśnić zjawisko zgniotu metali; scharakteryzować pojęcie rekrytalizacji metali; podać określenie własności mechanicznych metali oraz umie wymienić własności mechaniczne metali,
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wymienić cechy charakterystyczne metali i omówić ich znaczenie; scharakteryzować procesy technologiczne metali; podać różnicę pomiędzy monokryształami a polikryształami i odnieść je do możliwości zastosowań w technice; wymienić grupy wad budowy krystalicznej, które charakteryzują rzeczywistą strukturę krystaliczną metali; wymienić rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; podać definicję pierwiastka polimorficznego oraz scharakteryzować odmiany alotropowe pierwiastka; scharakteryzować pojęcie szkła metalicznego; wymienić odmiany alotropowe żelaza i podać informacje na ich temat; scharakteryzować austenit; wymienić nazwy przemian austenitu przechłodzonego w stali w funkcji szybkości chłodzenia; scharakteryzować ferryt, cementyt, perlit, bainit i martenzyt; scharakteryzować przemianę perlityczną, bainityczną, martenzytyczną; dokonać szczegółowej charakterystyki odkształcenia plastycznego metali; wyjaśnić zjawisko zgniotu metali; scharakteryzować pojęcie rekrytalizacji metali; podać określenie własności mechanicznych metali oraz wymienić własności mechaniczne metali,
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	

NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wymienić podstawowe cechy charakterystyczne metali; wymienić podstawowe rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; ogólnie przedstawić mechanizm krystalizacji czystych metali i stopów metali; podać określenie roztworu stałego i wymienić jego rodzaje; podać podstawowe cechy charakterystyczne faz międzymetalicznych i wymienić kilka ich rodzajów; podać określenie mieszaniny faz; podać podstawowe informacje o układach równowagi fazowej i wymienić kilka ich rodzajów; podać określenie temperatur likwidusu i solidusu; wymienić i ogólnie scharakteryzować podstawowe składniki strukturalne układu żelazo-węgiel; podać określenie dodatków stopowych oraz wymienić główne cele wprowadzania ich do stali; okonać podziału pierwiastków stopowych na pierwiastki austenito- i ferrytotwórcze oraz podać parę przykładów pierwiastków z każdej z tych grup,
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wymienić cechy charakterystyczne metali; wymienić rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; ogólnie przedstawić mechanizm krystalizacji czystych metali i stopów metali; podać określenie roztworu stałego i wymienić jego rodzaje; podać podstawowe cechy charakterystyczne faz międzymetalicznych i wymienić kilka ich rodzajów; podać określenie mieszaniny faz; podać informacje o układach równowagi fazowej i wymienić kilka ich rodzajów; podać określenie temperatur likwidusu i solidusu; wymienić i scharakteryzować składniki strukturalne układu żelazo-węgiel; podać określenie dodatków stopowych oraz wymienić główne cele wprowadzania ich do stali; dokonać podziału pierwiastków stopowych na pierwiastki austenito- i ferrytotwórcze oraz podać przykłady pierwiastków z każdej z tych grup,
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wymienić i omówić cechy charakterystyczne metali; wymienić rodzaje sieci krystalograficznych układu regularnego; przedstawić mechanizm krystalizacji czystych metali i stopów metali; podać określenie roztworu stałego i wymienić jego rodzaje; podać cechy charakterystyczne faz międzymetalicznych i wymienić kilka ich rodzajów oraz ich wpływ na własności stopów; podać określenie mieszaniny faz; podać informacje o układach równowagi fazowej i wymienić kilka ich rodzajów; podać określenie temperatur likwidusu i solidusu; wymienić i scharakteryzować składniki strukturalne układu żelazo-węgiel; podać określenie dodatków stopowych oraz wymienić główne cele wprowadzania ich do stali; dokonać podziału pierwiastków stopowych na pierwiastki austenito- i ferrytotwórcze oraz podać przykłady pierwiastków z każdej z tych grup,
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Student umie dokonać klasyfikacji stopów żelaza z węglem; wymienić przemiany strukturalne austenitu przechłodzonego zachodzące w stopach żelaza z węglem; wymienić zjawiska fizyczne, które mogą być wykorzystywane w metodach badania przemian fazowych w stalach; ogólnie scharakteryzować wykresy przemian austenitu w warunkach chłodzenia izotermicznego CTP; ogólnie scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym CTP; ogólnie scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym dla warunków spawalniczych CTP-S oraz wymienić metody wyznaczania tych wykresów; wyjaśnić pojęcie czasu stygnięcia $t_{8/5}$; wymienić pierwiastki podstawowe, domieszki oraz zanieczyszczenia występujące w stalach konstrukcyjnych węglowych oraz krótko je scharakteryzować podać przykłady najważniejszych pierwiastków stopowych i krótko je scharakteryzować,

NA OCENĘ 4.0	Student umie dokonać klasyfikacji stopów żelaza z węglem; wymienić przemiany strukturalne austenitu przechłodzonego zachodzące w stopach żelaza z węglem; wymienić zjawiska fizyczne, które mogą być wykorzystywane w metodach badania przemian fazowych w stalach; scharakteryzować wykresy przemian austenitu w warunkach chłodzenia izotermicznego CTP; scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym CTP; scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym dla warunków spawalniczych CTP-S oraz wymienić metody wyznaczania tych wykresów; wyjaśnić pojęcie czasu stygnięcia $t_{8/5}$; wymienić pierwiastki podstawowe, domieszki oraz zanieczyszczenia występujące w stalach konstrukcyjnych węglowych oraz krótko je scharakteryzować podać przykłady najważniejszych pierwiastków stopowych i krótko je scharakteryzować,
NA OCENĘ 5.0	Student umie dokonać klasyfikacji stopów żelaza z węglem; wymienić przemiany strukturalne austenitu przechłodzonego zachodzące w stopach żelaza z węglem; wymienić zjawiska fizyczne, które mogą być wykorzystywane w metodach badania przemian fazowych w stalach; wnikliwie scharakteryzować wykresy przemian austenitu w warunkach chłodzenia izotermicznego CTP; wnikliwie scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym CTP; wnikliwie scharakteryzować wykresy przemian austenitu przy chłodzeniu ciągłym dla warunków spawalniczych CTP-S oraz omówić metody wyznaczania tych wykresów; wyjaśnić pojęcie czasu stygnięcia $t_{8/5}$; wymienić pierwiastki podstawowe, domieszki oraz zanieczyszczenia występujące w stalach konstrukcyjnych węglowych oraz je scharakteryzować, podać przykłady najważniejszych pierwiastków stopowych i wnikliwie je scharakteryzować,
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Student umie podać definicję stali; wymienić kolejne etapy wytwarzania stali; ogólnie scharakteryzować proces wielkopiecowy produkcji surówki; ogólnie scharakteryzować proces świeżenia stali; wymienić podstawowe sposoby wytapiania stali; dokonać podziału procesów konwertorowych wytapiania stali; ogólnie scharakteryzować procesy wytapiania stali w piecach elektrycznych i wymienić rodzaje tych pieców; ogólnie scharakteryzować proces wykańczania (rafinacji) stali; ogólnie omówić proces odlewania stali i wymienić sposoby odlewania; krótko scharakteryzować proces odtleniania stali i dokonać podziału stali ze względu na stopień odtlenienia; wymienić strefy strukturalne występujące we wlewkach stali uspokojonej; porównać strefy wlewków stali uspokojonej i nieuspokojonej; wymienić podstawowe czynniki, od których zależy jakość wytopionej stali, wyjaśnić wpływ zanieczyszczeń i składu chemicznego na właściwości mechaniczne stali, przedstawić klasyfikację stali,
NA OCENĘ 4.0	Student umie podać definicję stali; wymienić kolejne etapy wytwarzania stali; scharakteryzować proces wielkopiecowy produkcji surówki; scharakteryzować proces świeżenia stali; wymienić podstawowe sposoby wytapiania stali; dokonać podziału procesów konwertorowych wytapiania stali; scharakteryzować procesy wytapiania stali w piecach elektrycznych i wymienić rodzaje tych pieców; scharakteryzować proces wykańczania (rafinacji) stali; omówić proces odlewania stali i wymienić sposoby odlewania; scharakteryzować proces odtleniania stali i dokonać podziału stali ze względu na stopień odtlenienia; wymienić strefy strukturalne występujące we wlewkach stali uspokojonej; porównać strefy wlewków stali uspokojonej i nieuspokojonej; wymienić czynniki, od których zależy jakość wytopionej stali, wyjaśnić wpływ zanieczyszczeń i składu chemicznego na właściwości mechaniczne stali, przedstawić klasyfikację stali,

NA OCENĘ 5.0	Student umie podać definicję stali; wymienić kolejne etapy wytwarzania stali; wnikliwie scharakteryzować proces wielkopiecowy produkcji surówki; wnikliwie scharakteryzować proces świeżenia stali; wymienić podstawowe sposoby wytapiania stali; dokonać podziału procesów konwertorowych wytapiania stali; wnikliwie scharakteryzować procesy wytapiania stali w piecach elektrycznych i wymienić rodzaje tych pieców; wnikliwie scharakteryzować proces wykańczania (rafinacji) stali; omówić proces odlewania stali i wymienić sposoby odlewania; scharakteryzować proces odtleniania stali i dokonać podziału stali ze względu na stopień odtlenienia; wymienić strefy strukturalne występujące we wlewkach stali uspokojonej; porównać strefy wlewków stali uspokojonej i nieuspokojonej; wymienić czynniki, od których zależy jakość wytopionej stali, wyjaśnić wpływ zanieczyszczeń i składu chemicznego na właściwości mechaniczne stali, przedstawić klasyfikację stali,
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Student umie podać definicję pola temperatur i krótko scharakteryzować pojęcie pola temperatur; podać definicję cyklu cieplnego spawania; wymienić rodzaje cykli cieplnych spawania; wskazać podstawowe różnice pomiędzy cyklem cieplnym spawania a cyklem cieplnym typowej obróbki cieplnej; wymienić czynniki wpływające na kształt cykli cieplnych spawania; ogólnie scharakteryzować parametry cyklu cieplnego spawania; podać definicję spawalności metali oraz umie krótko scharakteryzować pojęcia pokrewne takie, jak: wrażliwość na spajanie, warunki spajania oraz użyteczność; ogólnie scharakteryzować wpływ procesu spawania na własności złącza spawanego; podać określenie łuku elektrycznego, jeziora spawalniczego, a także umie ogólnie scharakteryzować procesy zachodzące podczas krzepnięcia i krystalizacji metalu spoiny; określić podstawowe rodzaje struktur tworzących się w czasie krystalizacji metalu spoiny; ogólnie scharakteryzować pod względem strukturalnym i własności obszar SWC w złączu spawanym.
NA OCENĘ 4.0	Student umie podać definicję pola temperatur i scharakteryzować pojęcie pola temperatur; podać definicję cyklu cieplnego spawania; wymienić rodzaje cykli cieplnych spawania; wskazać różnice pomiędzy cyklem cieplnym spawania a cyklem cieplnym typowej obróbki cieplnej; wymienić czynniki wpływające na kształt cykli cieplnych spawania; scharakteryzować parametry cyklu cieplnego spawania; podać definicję spawalności metali oraz scharakteryzować pojęcia pokrewne takie, jak: wrażliwość na spajanie, warunki spajania oraz użyteczność; scharakteryzować wpływ procesu spawania na własności złącza spawanego; podać określenie łuku elektrycznego, jeziora spawalniczego, a także scharakteryzować procesy zachodzące podczas krzepnięcia i krystalizacji metalu spoiny; określić rodzaje struktur tworzących się w czasie krystalizacji metalu spoiny; scharakteryzować pod względem strukturalnym i własności obszar SWC w złączu spawanym.

NA OCENĘ 5.0	Student umie podać definicję pola temperatur i scharakteryzować pojęcie pola temperatur; podać definicję cyklu cieplnego spawania; wymienić rodzaje cykli cieplnych spawania; wyczerpująco wskazać różnice pomiędzy cyklem cieplnym spawania a cyklem cieplnym typowej obróbki cieplnej; szczegółowo wymienić czynniki wpływające na kształt cykli cieplnych spawania; scharakteryzować parametry cyklu cieplnego spawania i omówić ich wpływ na strukturę złącza; podać definicję spawalności metali oraz scharakteryzować pojęcia pokrewne takie, jak: wrażliwość na spajanie, warunki spajania oraz użyteczność; scharakteryzować wpływ procesu spawania na własności złącza spawanego; podać określenie łuku elektrycznego, jeziora spawalniczego, a także scharakteryzować procesy zachodzące podczas krzepnięcia i krystalizacji metalu spoiny; określić rodzaje struktur tworzących się w czasie krystalizacji metalu spoiny; scharakteryzować pod względem strukturalnym i własności obszar SWC w złączu spawanym.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wymienić czynniki powodujące powstawanie pęknięć zimnych w SWC i w spoinie, sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz podstawowe próby technologiczne stosowane do oceny skłonności stali do pęknięcia zimnego; wymienić podstawowe czynniki powodujące powstawanie pęknięć gorących (krystalizacyjnych i likwacyjnych) , sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz metody badań stosowane do oceny skłonności stali do pęknięcia; scharakteryzować pęknięcia wyżarzeniowe i podać przyczyny ich powstawania, podać sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz oceny skłonności stali do pęknięcia pod wpływem obróbki cieplnej; podać przyczynę powstawania pęknięć lamelarnych w złączach spawanych, opisać sposób oceny skłonności stali do pęknięcia lamelarnego oraz wymienić sposoby zapobiegania powstawania tych pęknięć; wyjaśnić różnicę między pękaniem plastycznym i kruchym; pękanie zmęczeniowe; zidentyfikować typ pęknięcia na podstawie analizy powierzchni przelomu
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wymienić czynniki powodujące powstawanie pęknięć zimnych w SWC i w spoinie, sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz próby technologiczne stosowane do oceny skłonności stali do pęknięcia zimnego; wymienić czynniki powodujące powstawanie pęknięć gorących (krystalizacyjnych i likwacyjnych) , sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz metody badań stosowane do oceny skłonności stali do pęknięcia; scharakteryzować pęknięcia wyżarzeniowe i podać przyczyny ich powstawania, podać sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz oceny skłonności stali do pęknięcia pod wpływem obróbki cieplnej; podać przyczynę powstawania pęknięć lamelarnych w złączach spawanych, opisać sposób oceny skłonności stali do pęknięcia lamelarnego oraz wymienić sposoby zapobiegania powstawania tych pęknięć; wyjaśnić różnicę między pękaniem plastycznym i kruchym; pękanie zmęczeniowe; zidentyfikować typ pęknięcia na podstawie analizy powierzchni przelomu.

NA OCENĘ 5.0	Student potrafi omówić szczegółowo czynniki powodujące powstawanie pęknięć zimnych w SWC i w spoinie, wnikliwie omówić sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz próby technologiczne stosowane do oceny skłonności stali do pęknięcia zimnego; szczegółowo omówić czynniki powodujące powstawanie pęknięć gorących (krystalizacyjnych i likwacyjnych), sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz metody badań stosowane do oceny skłonności stali do pęknięcia; szczegółowo scharakteryzować pęknięcia wyżarzeniowe i podać przyczyny ich powstawania, podać sposoby zapobiegania powstawaniu tych pęknięć oraz oceny skłonności stali do pęknięcia pod wpływem obróbki cieplnej; podać przyczynę powstawania pęknięć lamelarnych w złączach spawanych, opisać sposób oceny skłonności stali do pęknięcia lamelarnego oraz wymienić sposoby zapobiegania powstawania tych pęknięć; szczegółowo wyjaśnić różnicę między pękaniem plastycznym i kruchym; pękanie zmęczeniowe; zidentyfikować typ pęknięcia na podstawie analizy powierzchni przełomu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 3.0	Student umie wyjaśnić podstawowe procesy obróbki cieplnej i ich cele; wyjaśnić mechanizmy zmian strukturalnych, które mają miejsce podczas obróbki cieplnej; przewidzieć konieczność przeprowadzenia obróbki cieplnej po spawaniu w zależności od rodzaju i grubości spawanego materiału.
NA OCENĘ 4.0	Student umie wyjaśnić procesy obróbki cieplnej i ich cele; wyjaśnić mechanizmy zmian strukturalnych, które mają miejsce podczas obróbki cieplnej; przewidzieć konieczność przeprowadzenia obróbki cieplnej po spawaniu w zależności od rodzaju i grubości spawanego materiału.
NA OCENĘ 5.0	Student umie szczegółowo wyjaśnić procesy obróbki cieplnej i ich cele; wnikliwie wyjaśnić mechanizmy zmian strukturalnych, które mają miejsce podczas obróbki cieplnej; przewidzieć konieczność przeprowadzenia obróbki cieplnej po spawaniu w zależności od rodzaju i grubości spawanego materiału.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2	W1 W2	N1	P1
EK2		Cel 1 Cel 2	W1 W2	N1	P1
EK3		Cel 3	W3	N1	P1
EK4		Cel 3	W4	N1	P1
EK5		Cel 4	L1 L8 P2 P5 P7 W5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1 P2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK6		Cel 5	L3 L6 L8 P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1 P2
EK7		Cel 6	L4 L7 L8 P2 P3 P5 P6 P7 W8	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1 P2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Jan Pilarczyk — *Poradnik Inżyniera. Spawalnictwo*, Warszawa, 2005, WNT
- [2] | Jan Pilarczyk — *Metaloznawstwo spawalnicze*, Warszawa, 1977, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej
- [3] | Janusz Miś — *Analityczne metody oceny spawalności stali*, Kraków, 2001, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [4] | Edmund Tasak — *Metalurgia spawania*, Kraków, 2008, Wydawnictwo JAK

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Myśliwiec M. — *Ciepłno-mechaniczne podstawy spawalnictwa*, Warszawa, 1972, WNT
- [2] | Miś J., Bachula K., Habel J. — *Program MATSPAW - Podręcznik użytkownika*, Kraków, 2015, Wydawnictwa PK

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Janusz Miś (kontakt: jamikula@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Janusz Miś (kontakt: jamikula@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....