



POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH
Wydział Mechaniczny Technologiczny
KATEDRA SPAWALNICTWA

STUDIA PODYPLOMOWE

***Technologie spawalnicze i kontrola
jakości***

Kierownik studiów podyplomowych:
Prof. dr hab. inż. Andrzej Klimpel

GLIWICE – 2011/2012

- SPIS TREŚCI –

I. Opis studiów podyplomowych.....	3
II. Założenia ogólne studiów podyplomowych.....	4
III. Ramowy program studiów podyplomowych.....	5
IV. Szczegółowy program studiów podyplomowych	8
IV. 1. P5T/K1. Metalurgia i materiałoznawstwo spawalnicze.....	8
IV. 2. P5T/K2. Urządzenia i stanowiska spawalnicze.....	9
IV. 3. P5T/K3. Technologia spawania i cięcia termicznego.....	10
IV. 4. P5T/K4. Badania nieniszczące złączy konstrukcji.....	11
IV. 5. P5T/K5. Technologia lutowania.....	12
IV. 6. P5T/K6. Technologia zgrzewania.....	13
IV. 7. P5T/K7. Badania niszczące złączy konstrukcji.....	14
IV. 8. P5T/K8. Spawalnicze technologie nakładania powłok.....	15
IV. 9. P5T/K9. Projektowanie konstrukcji spawanych, zgrzewanych i lutowanych.....	16
IV. 10. P5T/K10. Organizacja kontroli i zapewnienie jakości procesów spawalniczych.....	18
IV. 11. P5T/K11. Normy spawalnicze.....	19
IV. 12. P5T/K12. Praca końcowa.....	20

I. OPIS STUDIÓW PODYPLOMOWYCH

1. Nazwa studiów

Technologie spawalnicze i kontrola jakości

2. Nazwa Wydziału prowadzącego studia

Wydział Mechaniczny Technologiczny

3. Charakterystyka studium podyplomowego

Studium przeznaczone jest dla magistrów inżynierów i inżynierów, specjalizujących się w technologiach spawalniczych, kontroli jakości oraz zapewnieniu i zarządzaniu jakością produkcji spawalniczej.

3.1. Ramowy plan i program studiów, zgodnie z wytycznymi Senatu

w załączeniu

4. Czas trwania i system prowadzenia zajęć

2 semestry, studia prowadzone są w systemie zaocznym

5. Przewidywany termin rozpoczęcia zajęć

*zgłoszenia przyjmowane są do 30.09.2011
zajęcia rozpoczynają się cyklicznie po utworzeniu grupy*

6. Warunki rekrutacji

O przyjęciu na studia mogą ubiegać się osoby legitymujące się dyplomem ukończenia studiów wyższych, posiadające tytuł zawodowy licencjata, inżyniera, magistra inżyniera, magistra lub tytuł równorzędny. Kandydaci ubiegający się o przyjęcie na studia składają następujące dokumenty: kwestionariusz osobowy, odpis dyplomu ukończenia studiów wyższych. Warunkiem przyjęcia na studia podyplomowe jest: zawarcie umowy o odpłatności za studia, złożenie dowodu wpłaty za pierwszy semestr studiów.

7. Preliminarz studiów wg ustalonego wzoru kalkulacji kosztów, sporządzony dla minimalnej liczby słuchaczy warunkującej samofinansowanie się studiów (Zał. Nr 1)

8. Zasady odpłatności

studia są płatne semestralnie w ciągu 7 dni od otrzymania umowy

9. Przewidywana liczba uczestników lub limit przyjęć

34 osoby

10. Nazwisko i imię, stopień lub tytuł naukowy osoby proponowanej na kierownika studiów spośród osób posiadających co najmniej stopień naukowy doktora, zatrudnionych na pełnym etacie w jednostce prowadzącej studia

Prof. dr hab. inż. Andrzej Klimpel

II. ZAŁOŻENIA OGÓLNE STUDIUM PODYPLOMOWEGO

Studium przeznaczone jest dla magistrów inżynierów, magistrów, inżynierów oraz osób z licencjatem specjalizujących się w technologii spawania, zgrzewania, lutowania i cięcia metali oraz w kontroli, zapewnieniu i zarządzaniu jakością produkcji spawalniczej a także specjalizujących się w innych dziedzinach technologii przemysłowych.

Zadaniem Studium jest:

- podniesienie kwalifikacji w specjalności wyuczonej w czasie studiów,
- uzupełnienie i aktualizacja wiedzy w związku z postępem wiedzy i techniki,
- uzyskanie wiedzy przygotowującej do rozpoczęcia procedury ubiegania się o specjalność inżynierską (IWE/EWE – Międzynarodowy/Europejski Inżynier Spawalnik; kryteria naboru na kurs IWE/EWE ustalane są niezależnie przez Instytut Spawalnictwa w Gliwicach).

Studium trwa dwa semestry i prowadzone jest systemem zaocznym. O przyjęciu na Studium zdecyduje Komisja Kwalifikacyjna powołana przez Dziekana Wydziału Mechanicznego Technologicznego. Komisja kieruje się wynikami rozmów z kandydatami. Warunkiem ukończenia Studium będzie uzyskanie wszystkich wymaganych zaliczeń i zdanie przewidzianych programem egzaminów oraz wykonanie i zaliczenie pracy końcowej. Studium podyplomowe kończy się ustnym egzaminem dyplomowym. Na zakończenie Studium jego uczestnicy otrzymują zaświadczenia ukończenia Studium. Koszty prowadzenia Studium stosownie do odpowiednich zarządzeń pokrywa Zakład Pracy lub Słuchacz.

**III. RAMOWY PROGRAM STUDIÓW: DWUSEMESTRALNEGO STUDIUM PODYPLOMOWEGO
TECHNOLOGIE SPAWALNICZE I KONTROLA JAKOŚCI**

Rok akademicki 2011/2012; Kierownik Studium: prof. dr hab. inż. Andrzej Klimpel

Ozn.	NAZWA PRZEDMIOTU	Punkty ECTS	Sem. I h		Sem. II h			Łącznie h			Opis efektu kształcenia	Sposób weryfikacji efektu kształcenia	Dokumentacja efektu kształcenia
			W	L	W	L	P	W	L	P			
P5T/K1	Metalurgia i materiałoznawstwo spawalnicze	8	12 _E	10	-	-	-	12	10	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 9	Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium	Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu
P5T/K2	Urządzenia i stanowiska spawalnicze	4	14	10	-	-	-	14	10	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 10	Zaliczenie przedmiotu na podstawie kolokwium pisemnego z wykładu i laboratorium	Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z laboratorium i wykładu
P5T/K3	Technologia spawania i cięcia metali	8	14 _E	12	-	-	-	14	12	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 11	Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium	Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu
P5T/K4	Badania nieniszczące złączy spawanych	12	20 _E	8	-	-	-	20	8	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 12	Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium	Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu
P5T/K5	Technologia lutowania	3	6	4	-	-	-	6	4	-	W szczegółowym opisie	Zaliczenie przedmiotu na podstawie	Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z

											przedmiotu na stronie 13	kolokwium pisemnego z wykładu i laboratorium	laboratorium i wykładu
P5T/K6	Technologia zgrzewania	3	-	-	6	4	-	6	4	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 14	Zaliczenie przedmiotu na podstawie kolokwium pisemnego z wykładu i laboratorium	Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z laboratorium i wykładu
P5T/K7	Badania niszczące złączy spawanych	6	-	-	20 _E	10	-	20	10	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 15	Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium	Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu
P5T/K8	Spawalnicze technologie nakładania powłok	3	-	-	10	8	-	10	8	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 16	Zaliczenie przedmiotu na podstawie kolokwium pisemnego z wykładu i sprawozdań z laboratorium	Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z laboratorium i wykładu
P5T/K9	Projektowanie konstrukcji spawanych, zgrzewanych i lutowanych	5	-	-	16 _E	-	-	16	-	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 17	Zaliczenie przedmiotu na podstawie egzaminu pisemnego	Lista obecności, protokół egzaminu
P5T/K10	Organizacja kontroli i zapewnienie	3	-	-	12	-	-	12	-	-	W szczegółowym opisie	Zaliczenie przedmiotu na podstawie	Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z

	jakości procesów spawalniczych										przedmiotu na stronie 19	pisemnego kolokwium	wykładu
P5T/K11	Normy spawalnicze	3	-	-	10	-	-	10	-	-	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 19	Zaliczenie przedmiotu na podstawie pisemnego kolokwium	Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z wykładu
P5T/K12	Praca końcowa	12	-	-	-	-	10	-	-	10	W szczegółowym opisie przedmiotu na stronie 20	Zaliczenie pracy na podstawie oceny projektu wykonanego samodzielnie przez słuchacza	Projekt pracy końcowej w wersji drukowanej i elektronicznej z oświadczeniami o samodzielnym wykonaniu pracy
SUMA PUNKTÓW ECTS = 70			66	44	74	22	10	140	66	10	RAZEM = 216 h		

IV. SZCZEGÓŁOWY PROGRAM STUDIÓW PODYPLOMOWYCH

IV. 1. P5T/K1. Metalurgia i materiałoznawstwo spawalnicze – 12h W^E, 10h L, ECTS = 8

Prowadzący: Dr hab. inż. Andrzej Gruszczyk – Prof. Pol. Śl.

Cel: Zapewnić słuchaczom pogłębioną wiedzę o podstawowych zjawiskach fizycznych i chemicznych towarzyszących procesom spawalniczym, metalurgii tych procesów oraz spawalności i zgrzewalności nowoczesnych materiałów metalowych stosowanych na konstrukcje wytwarzane metodami spawalniczymi.

Program wykładów: Zjawiska cieplne i metalurgiczne w procesach spawalniczych. Podstawy metalurgii procesów spawalniczych. Rola żużla i osłon gazowych w procesach spawania. Reakcje utleniania, odtleniania i odsiarczania spoin. Wtrącenia niemetaliczne w spoinach. Reakcje gaz – metal, wodór i azot w metalurgii spawania. Porowatość spoin. Krystalizacja spoin. Spawalnicze źródła ciepła, zalety i zastosowanie źródeł ciepła o dużej gęstości mocy. Charakterystyka metalurgiczna głównych procesów spawania. Metalurgia spawania, zgrzewania i lutowania stali i metali nieżelaznych stosowanych na konstrukcje wytwarzane metodami spawalniczymi.

Własności i struktura podstawowych stali i metali nieżelaznych stosowanych na konstrukcje wytwarzane metodami spawalniczymi. Cykl cieplny spawania. Struktura złącza spawanego, strefa wpływu ciepła. Pojęcie spawalności. Wykresy CTPc-S. Obróbka cieplna połączeń spawanych. Pękanie połączeń spawanych w czasie spawania (zimne, gorące, lamelarne, relaksacyjne) i w czasie eksploatacji (kruche, zmęczeniowe, korozyjne, wodorowe). Problemy spawalności wybranych gatunków stali i metali nieżelaznych.

Program laboratorium: Badania własności spawalniczych elektrod otulonych oraz drutów proszkowych. Pomiarzy cykli cieplnych spawania i zgrzewania. Próby pęknięcia gorącego, zimnego i kruchego złącza spawanych. Doświadczalne metody określania spawalności. Empiryczne metody wyznaczania spawalności. Badania struktur złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych.

Wymagana literatura:

1. J. Węgrzyn - Fizyka i metalurgia spawania, Wyd. Pol. Śląskiej - 1990.
2. J. Pilarczyk - Metaloznawstwo spawalnicze, Wyd. Pol. Warszawskiej - 1984.
3. L. Dobrzański - Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach, WNT - 1996.
4. S. Butnicki - Spawalność i kruchość stali, WNT - 1975.
5. E. Tasak – Spawalność stali, Fotobit, Kraków – 2002.
6. J. Brózda, J. Pilarczyk, M. Zeman. Spawalnicze wykresy przemian austenitu Wyd. Śląsk, Katowice - 1983.
7. A. Klimpel – Technologie zgrzewania metali i tworzyw termoplastycznych, Wyd. Pol. Śląskiej – 1999.
8. A. Klimpel – Napawanie i natryskiwanie cieplne. Technologie. WNT – 2000.
9. A. Klimpel - Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. Technologie. WNT – 1999
10. E. Tasak – Metalurgia spawania. Wydawnictwo JAK. Kraków 2008

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu zna własności i strukturę podstawowych metali i stopów metali stosowanych na konstrukcje spawane. Rozumie wpływ spawalniczego cyklu cieplnego i procesów metalurgicznych zachodzących w czasie spawania na własności strefy wpływu ciepła i spoin połączeń spawanych. Potrafi dobrać optymalny materiał na konstrukcje spawane pracujące w różnych warunkach oraz parametry spawania i materiały dodatkowe do spawania tych materiałów zapewniające uzyskanie optymalnych własności złącza.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu

IV. 2. P5T/K2. Urządzenia i stanowiska spawalnicze – 14h W, 10h L, ECTS = 4

Prowadzący: Dr inż. Krzysztof Luksa

Cel: Zapoznać słuchaczy z aktualnym stanem wiedzy na temat budowy, działania, możliwości i kierunków rozwoju współczesnych urządzeń spawalniczych oraz zapoznać słuchaczy z budową i oprogramowaniem zautomatyzowanych i zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych.

Program wykładów: Źródła ciepła stosowane w procesach spawania, zgrzewania i lutowania. Parametry eksploatacyjne urządzeń do spawania łukowego. Budowa i obsługa urządzeń do spawania metodami GMA, GTA i PAW. Urządzenia do spawania laserowego. Urządzenia do spawania wiązką elektronów. Urządzenia do spawania łukowego ręcznego. Urządzenia do spawania łukiem krytym. Dobór urządzenia spawalniczego do wymagań procesu technologicznego. Urządzenia spawalnicze w normach europejskich. Urządzenia do zgrzewania doczołowego, punktowego i liniowego. Zgrzewarki kondensatorowe. Urządzenia do zgrzewania z mieszanym metalem zgrzeiny. Stanowiska do cięcia acetylenowo-tlenowego, plazmowego i laserowego.

Roboty przeznaczone do prowadzenia prac spawalniczych. Systemy bezpieczeństwa stanowisk spawalniczych. Programowanie robotów. Obrotniki i manipulatory zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. Urządzenia pomocnicze zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. Oprzyrządowanie zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. Przykłady stanowisk do spawania zautomatyzowanego i zrobotyzowanego. Oprogramowanie zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. Podatność procesu technologicznego na robotyzację. Monitorowanie procesów spawania. Wykorzystanie metod statystycznej kontroli jakości do analizy wyników monitorowana.

Program laboratorium: Budowa i obsługa urządzeń do spawania łukowego. Symulacja komputerowa obwodów zasilania spawalniczych źródeł prądu. Budowa i obsługa stanowisk do spawania i napawania laserowego. Budowa i obsługa zgrzewarek.

Programowanie robota SRV6. Programowanie manipulatorów modułowych. Obsługa urządzenia do monitorowania procesu spawania łukowego.

Wymagana literatura:

1. E. Dobaj - Maszyny i urządzenia spawalnicze. WNT. 2005.
2. J. Honczarenko - Roboty przemysłowe. WNT.2004.
3. G.G. Kost. Programowanie robotów przemysłowych. Wyd. Pol. Śl. 2000.
4. G.G. Kost. Układy sterowania robotów przemysłowych. Wyd. Pol. Śl. 2000.
5. S. Malzacher - Elektronika przemysłowa. Wyd. Pol. Śląskiej. 1989.
6. J. Zakrzewski - Czujniki i przetworniki pomiarowe, Wyd. Pol. Śl. 2004.
7. W. Kwiatkowski - Miernictwo elektryczne. Oficyna Wydawnicza Pol. Warszawskiej., 1999.
8. W. Cholewa, W. Moczulski W - Diagnostyka techniczna maszyn, pomiary i analiza sygnałów. Wyd. Pol. Śląskiej. 1993.
9. A. Klimpel - Technologie zgrzewania metali i tworzyw termoplastycznych. Wyd. Pol. Śląskiej. 1999.
10. A. Klimpel - Napawanie i natryskiwanie cieplne. Technologie. WNT. 2000.
11. A. Klimpel - Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. Technologie. WNT. 1999.
12. T. Skubis - Opracowanie wyników pomiarów. Wyd. Pol. Śl. 2003.

Opis efektu kształcenia

Uczestnik Studium po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę na temat budowy, własności eksploatacyjnych oraz obsługi urządzeń spawalniczych, zrobotyzowanych i zmechanizowanych stanowisk spawalniczych. Posiadana wiedza umożliwia podejmowanie decyzji w zakresie projektowania i budowy stanowisk spawalniczych, oceny podatności procesu technologicznego na robotyzację i mechanizację oraz wyboru urządzeń spawalniczych o własnościach spełniających wymagania procesu technologicznego.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Zaliczenie przedmiotu na podstawie kolokwium pisemnego z wykładu i laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z laboratorium i wykładu

IV. 3. P5T/K3. Technologia spawania i cięcia termicznego – 14h W^E, 12h L, ECTS = 8

Prowadzący: Dr inż. Jacek Górka

Cel: Zapoznać słuchaczy z nowoczesnymi technologiami spawania i cięcia termicznego oraz ich zastosowaniem w przemyśle do wytwarzania konstrukcji z nowoczesnych stali i metali nieżelaznych.

Program wykładów: Podstawy fizyczne procesów spawania. Spawanie elektrodami otulonymi - SMAW. Spawanie GTA i GMA. Spawanie drutem proszkowym osłonowym i samoosłonowym - FCAW. Spawanie łukiem krytym, elektrogazowe i elektrożużlowe. Spawanie plazmowe, elektronowe i laserowe. Cięcie i żłobienie gazowe, elektropowietrzne, plazmowe i laserowe. Plany technologiczne spawania konstrukcji. Technologia spawania typowych rozwiązań złączy konstrukcji ze spoinami czołowymi i pachwinowymi. Technologia spawania stali C-Mn, stali

niskostopowych o podwyższonej wytrzymałości, stali chromowych, stali austenitycznych, niklu i stopów niklu. Technologia spawania staliwa, żeliwa, aluminium i stopów aluminium, miedzi i stopów miedzi oraz stopów tytanu.

Program laboratorium: Spawanie elektrodami otulonymi. Spawanie GTA, GMA, drutami proszkowymi osłonowymi i samoosłonowymi. Spawanie łukiem krytym. Spawanie plazmowe. Cięcie i żłobienie gazowe, elektropowietrzne i plazmowe. Opracowanie procedur spawalniczych (WPS) dla wybranych gatunków materiałów i wykonanie złączy spawanych.

Wymagana literatura:

1. B. Piereżek, J. Lasociński - Spawanie łukowe stali w osłonach gazowych, WNT - 1987.
2. M. Jakubiec, K. Lesiński, H. Czajkowski - Technologia konstrukcji spawanych, WNT - 1980.
3. A. Klimpel - Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. Technologie. WNT – 1999.

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę na temat procesów spawania i cięcia oraz zakresu ich zastosowania. Potrafi dobrać parametry spawania dla poszczególnych technologii. Słuchacz potrafi podać zalecenia odnośnie spawania stali C-Mn, stali niskostopowych o podwyższonej wytrzymałości, stali chromowych, stali austenitycznych, niklu i stopów niklu. Zna technologię spawania staliwa, żeliwa, aluminium i stopów aluminium, miedzi i stopów miedzi oraz stopów tytanu.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu

IV. 4. P5T/K4. Badania nieniszczące złączy konstrukcji – 20h W^E, 8h L, ECTS = 12

Prowadzący: Dr hab. inż. Andrzej Szymański

Cel: Zapewnić słuchaczom wiedzę o nowoczesnych metodach badań nieniszczących złączy konstrukcji wytwarzanych metodami spawalniczymi.

Program wykładów: Wady (niezgodności) złączy konstrukcji wytwarzanych metodami spawalniczymi. Najważniejsze przyczyny powstawania wad. Oznaczenia wad. Wpływ wad na wytrzymałość złączy. Dopuszczalność wad w złączach spawanych. Metody zapobiegania tworzeniu się wad. Wymagana jakość konstrukcji spawanych w świetle wybranych przepisów i norm (naczynia ciśnieniowe, rurociągi, mosty stalowe, dźwignice, konstrukcje budowlane, statki itp). Typowe wady złączy konstrukcji wytwarzanych metodami spawalniczymi. Podstawy fizyczne i procedury badań wizualnych, badań szczelności, badań penetracyjnych, badań magnetyczno-proszkowych, badań radiograficznych, badań ultradźwiękowych, badań za pomocą emisji akustycznej.

Program laboratorium: Badania wizualne. Badania penetracyjne i magnetyczno-proszkowe. Badania prądami wirowymi. Badania radiologiczne. Badania ultradźwiękowe. Badania termowizyjne i za pomocą emisji akustycznej.

Wymagana literatura:

1. A. Klimpel - Kontrola i zapewnienie jakości w spawalnictwie, tom 1, Wyd. Pol. Śląskiej - 1998.
2. A. Szymański - Kontrola i zapewnienie jakości w spawalnictwie, tom 2, Wyd. Pol. Śląskiej - 1998.
3. A. Śliwiński - Ultradźwięki i ich zastosowanie, WNT - 1993.
4. G. Jezierski – Radiografia przemysłowa, WNT – 1993.

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę na temat podstawowych badań nieniszczących złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. Słuchacz zna zalety i wady poszczególnych metod badań. Potrafi przeprowadzić badania wizualne złączy spawanych. Zna wady i niezgodności spawalnicze i potrafi je ocenić w świetle norm spawalniczych.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu

IV. 5. P5T/K5. Technologia lutowania – 6h W, 4h L, ECTS = 3

Prowadzący: Dr hab. inż. Andrzej Gruszczyk – Prof. Pol. Śl.

Cel: Zapoznać studentów z podstawami procesu lutowania, zasadami projektowania połączeń lutowanych oraz nowoczesnymi technologiami lutowania stali, metali nieżelaznych, materiałów ceramicznych i ich zastosowaniem w przemyśle.

Program wykładów: Definicja, zakres zastosowań i zalety procesu lutowania. Podstawy fizyczne i chemiczne procesu lutowania. Rola zjawisk powierzchniowych w czasie lutowania, zwilżanie, praca adhezji, zjawiska zachodzące na granicy fazy stałej i ciekłej, dyfuzja, tworzenie nowych faz i stopów. Wnikanie kapilarne, rozpląwność. Charakterystyka lutów miękkich i lutów twardych. Metody oceny własności technologicznych lutów. Topniki do lutowania. Zasady doboru lutów i topników. Wytyczne projektowania połączeń lutowanych. Charakterystyka metody i urządzeń lutowania płomieniowego, kąpielowego, piecowego próżniowego oraz w atmosferach neutralnych i redukujących, indukcyjnego, laserowego, oporowego, kolbą lutowniczą, ultradźwiękowego. Technologia lutowania wybranych materiałów konstrukcyjnych.

Program laboratorium: Badania własności technologicznych lutów. Lutowanie miękkie. Lutowanie płomieniowe. Lutowanie indukcyjne. Technologia lutowania węglików spiekanych. Zmechanizowane stanowisko do lutowania. Opracowanie procedur lutowania wybranych materiałów i wykonanie złączy lutowanych.

Wymagana literatura:

1. T. Radomski, A. Ciszewski - Lutowanie, WNT - 1985.
2. J. Sianos - Technologia lutowania, Wyd. Pol. Śląskiej - 1980.
3. Brazing Handbook – American Welding Society – 1991.

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu zna istotę procesu lutowania i metody wpływania na jego przebieg. Zna rolę topników i atmosfer ochronnych stosowanych w czasie lutowania. Potrafi dobrać metody i parametry lutowania elementów pracujących w różnych warunkach z materiałów metalicznych o różnej aktywności względem tlenu. Potrafi w sposób właściwy zaprojektować połączenia lutowane.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Zaliczenie przedmiotu na podstawie kolokwium pisemnego z wykładu i laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z laboratorium i wykładu

IV. 6. P5T/K6. Technologia zgrzewania – 6h W, 4h L, ECTS = 3

Prowadzący: Dr inż. Tomasz Kik

Cel: Słuchacze powinni zdobyć wiedzę o nowoczesnych technologiach zgrzewania konstrukcji wytwarzanych z najnowszych materiałów metalowych oraz o typowych przykładach zastosowań przemysłowych technologii zgrzewania.

Program wykładów: Podstawy fizyczne zgrzewania elektrycznego oporowego. Technologia zgrzewania zwarcowego, iskrowego, punktowego, garbowego, liniowego, łukiem wirującym, prądami wielkiej częstotliwości i udarowego. Przykłady zastosowań przemysłowych technologii zgrzewania elektrycznego oporowego. Podstawy fizyczne zgrzewania w stanie stałym. Technologia zgrzewania tarcowego, ultradźwiękowego, dyfuzyjnego, wybuchowego i zgniotowego. Przykłady zastosowań przemysłowych technologii zgrzewania w stanie stałym. Zalecenia konstrukcyjne i technologiczne zgrzewania. Zastosowanie zgrzewarek oporowych do lutozgrzewania, spęczania i nitowania. Zastosowanie zgrzewarek tarcowych do kształtowania części maszyn.

Program laboratorium: Zgrzewanie oporowe doczołowe zwarcowe i iskrowe. Zgrzewanie oporowe punktowe. Zgrzewanie oporowe garbowe. Zgrzewanie liniowe. Zgrzewanie udarowe kondensatorowe. Zgrzewanie tarcowe. Lutozgrzewanie, nitowanie i spęczanie oporowe. Opracowanie procedur zgrzewania wybranych gatunków materiałów i wykonanie złączy zgrzewanych.

Wymagana literatura:

1. A. Klimpel - Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. Technologie. WNT – 1999.
2. A. Klimpel – Technologie zgrzewania metali i tworzyw termoplastycznych, Wyd. Pol. Śląskiej – 1999.

3. R. Michalski, Z. Kamiński - Zgrzewanie tarciove, WNT - 1975.
4. Praca Zbiorowa - Zgrzewanie dyfuzyjne, WNT -1974.
5. W. Walczak - Zgrzewanie wybuchowe metali, WNT - 1989.

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę pozwalającą na dobór odpowiedniej metody zgrzewania do wybranego rodzaju materiału i połączenia zgrzewanego. Słuchacz posiada wiedzę pozwalającą na prawidłowe określenie zaleceń technologicznych procesu, zapewniających uzyskanie wysokiej jakości wykonywania połączeń zgrzewanych.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Kolokwium z wykładu po zaliczeniu pisemnym laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół z kolokwium

IV. 7. P5T/K7. Badania niszczące złączy konstrukcji – 20h W^E, 10h L, ECTS = 6

Prowadzący: Dr hab. inż. Andrzej Szymański

Cel: Zapewnić słuchaczom obszerną wiedzę w zakresie badań niszczących jakości konstrukcji wytwarzanych metodami spawalniczymi.

Program wykładów: Badania metalograficzne makroskopowe oraz mikroskopowe złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz warstw nakładanych metodami spawalniczymi. Badania własności mechanicznych złączy. Badania odporności na pękanie zimne, gorące i kruche złączy spawanych i zgrzewanych. Badania odporności na korozję złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. Badania odporności na ścieranie i odporności na korozję warstw napawanych i natryskiwanych cieplnie. Analiza norm krajowych i międzynarodowych dotyczących badań niszczących złączy. Uproszczony opis mechaniki pękania. Dopuszczalność wad złączy spawanych i zgrzewanych według kryterium przydatności użytkowej konstrukcji. Przykłady obliczeń dopuszczalnych wielkości wad lub naprężeń.

Program laboratorium: Badania metalograficzne makroskopowe i mikroskopowe typowych złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. Badania makroskopowe i mikroskopowe napoin i warstw natryskanych cieplnie. Badania wytrzymałości i plastyczności złączy spawanych i zgrzewanych. Badania odporności na kruche pękanie złączy spawanych i zgrzewanych.

Wymagana literatura:

1. L. Dobrzański, R. Nowosielski - Badania własności fizycznych, WNT - 1987.
2. A. Klimpel - Kontrola i zapewnienie jakości w spawalnictwie, tom 1, Wyd. Pol. Śląskiej - 1998.
3. A. Szymański - Kontrola i zapewnienie jakości w spawalnictwie, tom 2, Wyd. Pol. Śląskiej - 1998.

4. M. Jakubiec, K. Lesiński, H. Czajkowski - Technologia konstrukcji spawanych, WNT - 1980.

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę odnośnie badań niszczących złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. Potrafi interpretować wyniki badań, dobrać zakres badań do prowadzonych prac spawalniczych. Zna podstawy mechaniki pęknięcia.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Egzamin pisemny po zaliczeniu pisemnym laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami z laboratorium, protokół egzaminu

IV. 8. P5T/K8. Spawalnicze technologie nakładania powłok – 10h W, 8h L, ECTS = 3

Prowadzący: Dr inż. Artur Czupryński

Cel: Zapewnić słuchaczom wiedzę o nowoczesnych technologiach regeneracji części maszyn i urządzeń metodami spawalniczymi jak i o technologiach produkcji gotowych wyrobów z zastosowaniem spawalniczych technologii nakładania powłok o specjalnych właściwościach.

Program wykładów: Mechanizmy zużywania części maszyn i urządzeń. Zasady techniczno - ekonomiczne regeneracji i produkcyjnego nakładania powłok. Spawalnicze technologie napawania i natryskiwania cieplnego powłok o specjalnych właściwościach eksploatacyjnych. Zasady doboru składu chemicznego materiału powłok w zależności od warunków eksploatacji i stosowanej technologii napawania lub natryskiwania cieplnego. Wybrane przykłady części maszyn i urządzeń regenerowanych metodami spawalniczymi. Wybrane przykłady produkcji części maszyn z zastosowaniem napawania lub natryskiwania cieplnego.

Program laboratorium: Natryskiwanie gazowe proszkowe na zimno i na gorąco. Napawanie elektrodami otulonymi. Napawanie GTA i GMA. Napawanie łukiem krytym. Napawanie drutem proszkowym samoosłonowym. Napawanie plazmowe. Napawanie laserowe. Badania mechaniczne i metalograficzne własności warstw natryskiwanych cieplnie i napawanych. Badania odporności na ścieranie i odporności na korozję warstw natryskiwanych cieplnie i napawanych. Opracowanie warunków technologicznych napawania wybranych części maszyn.

Zaliczenie przedmiotu na podstawie kolokwium z wykładu i laboratorium.

Wymagana literatura:

1. A. Klimpel - Technologie napawania i natryskiwania cieplnego, Wyd. Pol. Śląskiej - 1999.
2. A. Klimpel – Napawanie i natryskiwanie cieplne. Technologie. WNT – 2000.

3. P. Adamiec, J. Dziubiński – Wytwarzanie i własności warstw wierzchnich elementów maszyn transportowych – 2005.
4. Poradnik inżyniera spawalnictwo tom 2 – Praca zbiorowa. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne - 2009

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę o nowoczesnych technologiach regeneracji części maszyn i urządzeń metodami spawalniczymi jak i o technologiach produkcji gotowych wyrobów z zastosowaniem spawalniczych technologii nakładania powłok o specjalnych właściwościach.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Kolokwium pisemne z wykładu po zaliczeniu sprawozdań z laboratorium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista ocen z laboratorium i kolokwium z wykładu.

IV. 9. P5T/K9. Projektowanie konstrukcji spawanych, zgrzewanych i lutowanych – 16h W^E, ECTS = 5

Prowadzący: Dr inż. Krzysztof Luksa

Cel: Zapewnić słuchaczom wiedzę o zasadach projektowania i obliczania złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz wpływie procesów spawalniczych na właściwości projektowanej konstrukcji. Zapoznać słuchaczy z normami krajowymi i europejskimi dotyczącymi projektowania konstrukcji spawanych, zgrzewanych i lutowanych.

Program wykładów: Oznaczanie złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych na rysunkach. Normy i przepisy dotyczące projektowania konstrukcji spawanych. Ogólne zasady projektowania konstrukcji spawanych: podział na podzespoły, projektowanie węzłów konstrukcyjnych, projektowanie złączy.

Dobór materiału na konstrukcje spawane według kryterium masy konstrukcji dla różnych stanów obciążenia złączy. Dobór materiału na konstrukcje spawane według kryteriów mechaniki pęknięcia. Podział konstrukcji na elementy nośne i pomocnicze.

Projektowanie złączy spawanych obciążonych statycznie według normy PN-90/B-03200. Warunki nośności złączy. Warunki geometryczne w projektowaniu złączy spawanych. Wytrzymałość złączy spawanych przy obciążeniach statycznych.

Wykorzystanie metod mechaniki pęknięcia w projektowaniu złączy spawanych. Warunki rozwoju pęknięcia kruche. Kryteria odporności na pęknięcie kruche. Obliczenia dopuszczalnej wielkości niezgodności spawalniczej z wykorzystaniem wartości K_{IC} i CTOD. Badania odporności złączy spawanych na pęknięcie kruche.

Wytrzymałość zmęczeniowa złączy spawanych. Wpływ parametrów cyklu zmęczeniowego, czynników technologicznych i niezgodności spawalniczych na wytrzymałość zmęczeniową złączy spawanych. Zasady projektowania złączy spawanych pracujących przy obciążeniach zmiennych.

Metody podwyższania wytrzymałości zmęczeniowej złączy spawanych. Sprawdzanie wytrzymałości zmęczeniowej złączy spawanych wg normy PN-90/M-03200. Przykłady obliczeń wytrzymałości zmęczeniowej złączy spawanych.

Powstawania odkształceń i naprężeń własnych w złączach spawanych. Wpływ właściwości materiału spawanego, technologii spawania i konstrukcji złącza spawanego na rodzaj i wielkość odkształceń złączy spawanych. Wyznaczanie wielkości odkształceń złączy spawanych. Metody ograniczania wielkości odkształceń spawalniczych i przeciwdziałania odkształceniom złączy spawanych.

Rozkład naprężeń własnych w typowych elementach konstrukcji spawanych. Metody ograniczenia wielkości naprężeń własnych. Metody usuwania naprężeń własnych w konstrukcjach spawanych.

Zasady projektowania złączy zgrzewanych punktowo. Wytrzymałość złączy zgrzewanych punktowo przy obciążeniach statycznych i zmęczeniowych. Wytrzymałość złączy zgrzewanych doczołowo przy obciążeniach statycznych i zmęczeniowych.

Zasady projektowania złączy lutowanych. Typowe kształty złączy lutowanych. Warunki geometryczne w projektowaniu złączy lutowanych. Obliczenia wytrzymałościowe złączy lutowanych.

Technologiczność konstrukcji spawanych. Przykłady i analiza rozwiązań konstrukcyjnych typowych węzłów konstrukcji spawanych i zgrzewanych. Przykłady błędów w projektowaniu konstrukcji spawanych uzależniających jakość wykonania od kwalifikacji spawacza. Przykłady awarii konstrukcji spawanych spowodowanych błędnym modelem obliczeniowym. Przykłady awarii konstrukcji spawanych spowodowanych nieuwzględnieniem obciążeń montażowych.

Wymagana literatura:

1. K. Ferenc, J. Ferenc - Konstrukcje spawane. Projektowanie połączeń, PWN, W-wa 2000.
2. M. Porębska, A. Skorupa – Połączenia spójnościowe, PWN – 1997.
3. A. Klimpel, J. Dziubiński: Podstawy konstrukcji spawanych i zgrzewanych, Wyd. Pol. Śląskiej 1991.
4. Z. Boretti, W. Bogucki, S. Gajowniczek, W. Hryniewiecka - Przykłady obliczeń konstrukcji stalowych; Arkady, W-wa 1997.
5. J. Żmuda - Podstawy projektowania konstrukcji metalowych, Wydawnictwo TiT, 1997.
6. M. Jakubiec, K. Lesiński, H. Czajkowski - Technologia konstrukcji spawanych, WNT - 1987.
7. J. Niewiadomski, J. Głębik, M. Kazek, J. Zamorowski – Obliczanie konstrukcji stalowych wg PN-90/B-03200.
8. A. Klimpel – Technologie zgrzewania metali i tworzyw termoplastycznych, Wyd. Pol. Śląskiej – 1999.
9. A. Klimpel – Napawanie i natryskiwanie cieplne. Technologie. WNT – 2000.
10. A. Klimpel - Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali. Technologie. WNT – 1999.

Opis efektu kształcenia

Uczestnik Studium po zdaniu egzaminu posiada podstawową wiedzę na temat norm dotyczących projektowania i wykonania konstrukcji stalowych. Uzyskana wiedza umożliwia weryfikację dokumentacji konstrukcyjnej z uwzględnieniem wymogów technologii spawania i zgrzewania. Uczestnik studium jest przygotowany do nadzoru

nad wykonaniem złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych pracujących w warunkach obciążeń statycznych i zmiennych.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Egzamin pisemny

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, protokół egzaminu

IV. 10. P5T/K10. Organizacja kontroli i zapewnienie jakości procesów spawalniczych – 12h W, ECTS = 3

Prowadzący: Dr inż. Jacek Górka

Cel: Zapewnić słuchaczom obszerną wiedzę o zasadach organizacji kontroli i zapewnienia jakości produkcji spawalniczej zgodnie z systemem TQM oraz normami i przepisami krajowymi międzynarodowymi. Zapewnienie słuchaczom podstawowych informacji z zakresu współczesnej problematyki zapewnienia jakości w spawalnictwie.

Program wykładów: Organizacja kontroli jakości w produkcji spawalniczej. Klasyfikacja wad złączy spawanych, zgrzewanych, lutowanych oraz wad napoin i warstw natryskiwanych cieplnie. Systemy zarządzania jakością wg PN-EN ISO 9001:2001. Systemy zarządzania jakością nie związane z normami serii ISO 9000. Klasy konstrukcji spawanych zgrzewanych i lutowanych oraz dopuszczalność wad złączy. Upewnienia zakładów produkcyjnych do prac spawalniczych. Certyfikacja laboratoriów spawalniczych. Program zapewnienia jakości prac spawalniczych. Księga jakości. Poziomy zapewnienia jakości. Podręcznik kontroli jakości, plan kontroli jakości i organizacja kontroli jakości. Kontroler prac spawalniczych oraz personel prowadzący kontrolę jakości; wymagania kwalifikacyjne. Kwalifikacja warunków technologicznych procesu spawalniczego. Kwalifikacja pracowników do wykonywania prac spawalniczych według zatwierdzonych procedur. Organizacja i przebieg kontroli jakości prac spawalniczych przed rozpoczęciem procesu, w czasie procesu oraz po zakończeniu procesu spawalniczego. Prace naprawcze. Analiza podstawowych zagadnień współczesnej problematyki zapewnienia jakości. Metody oceny jakości. Plany jakości. Audit systemu jakości. Działania korygujące i sprzężenia zwrotne w procesach zapewnienia jakości. Dokumenty EWF (Europejskiej Federacji Spawalniczej) związane z zapewnieniem jakości w spawalnictwie.

Wymagana literatura:

1. A. Klimpel - Kontrola i zapewnienie jakości w spawalnictwie, tom 1, Wyd. Pol. Śląskiej - 1998.
2. A. Szymański - Kontrola i zapewnienie jakości w spawalnictwie, tom 2, Wyd. Pol. Śląskiej - 1998.
3. P.S. Pande, R.P. Neuman, R.R. Cavanagh – Six Sigma, Lieber, Warszawa 2003.
4. M. Urbaniak – Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Delfin, Warszawa 2004.

5. K. Giera, W. Werpachowski - Księga Jakości, Wyd. MCN, Radom - 1994.
6. Wybrane normy i przepisy krajowe i zagraniczne.
7. A. Iwasiewicz – Zarządzanie jakością, PWN Warszawa-Kraków, 1999.
8. E. Krodkiewska-Skoczylas – Metody i narzędzia doskonalenia jakości, Tom 1, Polskie Forum ISO 9000, Warszawa 2000.
9. Wybrane normy i przepisy krajowe i zagraniczne.

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę o zasadach organizacji kontroli i zapewnienia jakości produkcji spawalniczej zgodnie z systemem TQM oraz normami i przepisami krajowymi oraz międzynarodowymi. Zna normy dotyczące klasyfikacji konstrukcji i zakładów spawalniczych.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Zaliczenie przedmiotu na podstawie pisemnego kolokwium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z wykładu

IV. 11. P5T/K11. Normy spawalnicze – 10h W, ECTS = 3

Prowadzący: Dr inż. Jacek Górka

Cel: Zapewnić słuchaczom obszerną wiedzę o normach i przepisach z zakresu spawalnictwa, kontroli jakości w produkcji spawalniczej, przygotowania produkcji spawalniczej.

Program wykładów: Omówienie norm krajowych i zagranicznych dotyczących spawalnictwa, kontroli jakości i produkcji spawalniczej. Procedury uznania technologii. Warunki umowy przy prowadzeniu produkcji spawalniczej.

Wymagana literatura:

1. Normy z zakresu spawalnictwa

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu przedmiotu posiada wiedzę o normach i przepisach z zakresu spawalnictwa, kontroli jakości w produkcji spawalniczej, przygotowania produkcji spawalniczej.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Zaliczenie na podstawie pisemnego kolokwium

Dokumentacja efektu kształcenia

Lista obecności, lista z wynikami kolokwium z wykładu

IV. 12. P5T/K12. Praca końcowa – 10h P, ECTS = 12

Cel: Nabyć umiejętność samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych w zakresie technologii spawalniczych, kontroli i zapewnienia jakości w spawalnictwie.

Zakres pracy końcowej: Opracowanie warunków technologicznych spawania, zgrzewania lub lutowania wybranych złączy konstrukcji. Opracowanie warunków technologicznych napawania lub natryskiwania cieplnego wybranych części maszyn lub urządzeń. Badania spawalności wybranych gatunków materiałów konstrukcyjnych. Opracowanie planu technologicznego spawania, zgrzewania konstrukcji z wybranych materiałów metalowych. Opracowanie procedury kontroli jakości wytypowanych złączy konstrukcji spawanych, zgrzewanych, lutowanych. Opracowanie dokumentacji wybranych zagadnień z zakresu certyfikacji zakładu i/lub zapewnienia jakości produkcji.

Opis efektu kształcenia

Słuchacz po zaliczeniu pracy końcowej potrafi samodzielnie rozwiązywać zadania i problemy inżynierskie z zakresu technologii spawalniczych oraz kontroli jakości. Potrafi prowadzić prace naukowo-badawcze, potrafi dobrać metodykę badań i prawidłowo wyciągać wnioski z przeprowadzonych eksperymentów.

Sposób weryfikacji efektu kształcenia

Zaliczenie pracy na podstawie oceny projektu wykonanego samodzielnie przez słuchacza

Dokumentacja efektu kształcenia

Projekt pracy końcowej w wersji drukowanej i elektronicznej z oświadczeniami o samodzielnym wykonaniu pracy