

2 wp. 
prof. dr hab. inż. Stanisław Cudziło

Nazwa przedmiotu: Powłoki cieplne
Nazwa w jęz. angielskim: Thermal coatings
Kod przedmiotu: WTCNTCM-PC

Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Obowiązuje od naboru: październik 2016

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Zaliczenie na ocenę

Język wykładowy:

polski

Skrócony opis:

Ogólna charakterystyka technologiczno-materiałowa i tendencje rozwoju w inżynierii powierzchni. Struktura i stan fizykochemiczny warstwy wierzchniej – technologicznej i eksploatacyjnej. Metody syntezy powłok ochronnych z wykorzystaniem technologii plazmowych (APS, VPS i LPPS). Technologiczno-materiałowe uwarunkowania metalizacji natryskowej płomieniowo-gazowej i łukowej (ARC) oraz natryskiwania na zimno (COLD SPRAYING). Synteza powłok natryskiwanych naddźwiękowo metodami GDS i HVOF – istota zjawiska detonacji gazowej i przepływu naddźwiękowego strumienia metalizacyjnego w kształtowaniu struktury wielofunkcyjnych systemów powłok ochronnych. Rozwiązania materiałowo-technologiczne w technikach napawania i platerowania.

Opis:

1. Rola i znaczenie powłok ochronnych natryskiwanych cieplnie i napoin – stosowane materiały.
2. Stan obecny i kierunki rozwoju technologii metalizacji natryskowej.
3. Technologie i materiałowe aspekty powłok natryskiwanych płomieniowo.
4. Uwarunkowania technologii natryskiwania łukowego powłok.
5. Natryskiwanie plazmowe – charakterystyka metody, parametry i techniki natryskiwania.
6. Uwarunkowania technologiczne zastosowania naddźwiękowego natryskiwania powłok ochronnych metodami detonacyjną i HVOF.
7. Natryskiwanie na zimno – Cold Spraying.
8. Rozwiązania materiałowo-technologiczne regeneracji części maszyn z wykorzystaniem technik napawania.
9. Metody badań właściwości technologicznych i użytkowych napoin i powłok ochronnych natryskiwanych cieplnie.
10. Ocena stopnia wykorzystania zdobytej wiedzy do poprawy właściwości użytkowych materiałów konstrukcyjnych modyfikowanych powierzchniowo – praca kontrolna.

Tematyka zajęć laboratoryjnych:

1. Przygotowanie materiału proszkowego do procesów metalizacji natryskowej - charakteryzacja proszków (4 godz.).
2. Natryskiwanie cieplne powłok metalicznych metodą gazopłomieniową (4 godz.).
3. Badania właściwości technologicznych i użytkowych powłok ochronnych natryskiwanych cieplnie (4 godz.).
4. Napawanie elektrodą otuloną, drutem litym i drutem proszkowym (4 godz.).
5. Badania właściwości technologicznych i użytkowych napoin (4 godz.).
6. Analiza wad strukturalnych i właściwości mechanicznych napoin i powłok ochronnych poddanych procesom metalizacji natryskowej (4 godz.).

Literatura:

1. T. Burakowski, T. Wierzchoń, Inżynieria powierzchni metali, WNT, Warszawa 1995.
2. A. Klimpel, Napawanie i natryskiwanie cieplne – technologie, WNT, 2000
3. J. Łaskawiec, „Fizykochemia powierzchni ciała stałego”, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000
4. P. Kula, Inżynieria warstwy wierzchniej, Wyd. Politechniki Łódzkiej, 2000
5. A. Nakonieczny, Powierzchniowe obróbki wyrobów metalowych, Wyd. IMP, Warszawa 2000.
6. C. Senderowski, Żelazowo-aluminiowe intermetaliczne systemy powłokowe uzyskiwane z naddźwiękowego strumienia metalizacyjnego, Wyd. Bel Studio, Warszawa 2015.
7. H. Dyja, A. Maranda, R. Trębiński, Technologie wybuchowe w inżynierii materiałowej, Wyd. Wyd. Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2001
8. M. Blicharski, Inżynieria powierzchni, WNT, Warszawa 2009
9. Artykuły ze specjalistycznych czasopism: Inżynieria Materiałowa, Surface & Coatings Technology, Journal of Thermal Spray Technology.

Efekty kształcenia:

- W1 Posiada wiedzę w zakresie zaawansowanych technologii wytwarzania warstw powierzchniowych. Zna zjawiska fizyczne i prawa wykorzystywane w technologiach natryskiwania cieplnego powłok ochronnych i napoin. K_W05, K_W10, K_W18.
- W2 Posiada wiedzę na temat klasycznych i zaawansowanych technologii formowania powłok ochronnych metodami natryskiwania plazmowego. Jest zapoznany z elementarnymi procesami zachodzącymi w plazmie, zna specyficzny wpływ

- plazmy na proces formowania powłok ochronnych przy jej udziale. K_W17, K_W18.
- W3 Ma podstawową wiedzę w zakresie standardowych technologii metalizacji natryskowej płomieniowo-gazowej i elektrycznej – łukowej oraz Cold Spraying. Potrafi dokonać oceny podstawowych właściwości konstrukcyjnych, użytkowych i funkcjonalnych oraz przeprowadzić procedurę doboru materiału powłokowego do planowanej aplikacji w procesie wytwórczym oraz regeneracji części maszyn i urządzeń. K_W18, K_W20.
- W4 Zna metody i sposoby syntezy powłok natryskiwanych z naddźwiękowego strumienia metalizacyjnego, poznając istotę zjawiska detonacji gazowej oraz stanu termodynamicznego naddźwiękowego strumienia metalizacyjnego. K_W05, K_W20.
- U1 Potrafi ocenić przyczynę oraz stopień zużycia warstw powierzchniowych części maszyn i urządzeń oraz zaproponować rozwiązania materiałowe i technologiczne do regeneracji zużytych elementów. K_U07, K_U09.
- U2 Potrafi dokonać oceny właściwości strukturalnych, technologicznych i użytkowych warstw powierzchniowych po ich wytworzeniu. K_U09, K_U11.
- U3 Ma przygotowanie niezbędne do pracy w przedsiębiorstwach zajmujących się wytwarzaniem i regeneracją warstw powierzchniowych elementów części maszyn i urządzeń. K_U11, K_U13.
- U4 Umie korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania danych niezbędnych do rozwiązania zadania z zakresu modyfikacji i wytwarzania warstw powierzchniowych. KU_03, KU_05.
- K1 Ma świadomość poziomu swej wiedzy i umiejętności oraz potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i efektywnie realizować proces samokształcenia. K_K01, K_K05.
- K2 Potrafi pracować w zespole i ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. K_K02, K_K03.
- K3 Ma świadomość ważności aspektów i skutków ekonomicznych i środowiskowych modyfikacji, wytwarzania i użytkowania warstw powierzchniowych. K_K02, K_K07.

Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot kończy się zaliczeniem pisemno-ustnym.

Laboratorium – zaliczenie ćwiczenia wymaga uzyskania pozytywnych ocen: ze sprawdzianu przed rozpoczęciem ćwiczenia, wykonania ćwiczenia i oddania pisemnego sprawozdania z ćwiczenia.

Zaliczenie przedmiotu wymaga uzyskania pozytywnych ocen z ćwiczeń laboratoryjnych oraz zdania pisemnego sprawdzianu zawierającego pytania otwarte oraz odpowiedzi ustnej.

Osiągnięcie efektów W1, W2, W3, W4, U3, U4, K1 i K3 weryfikowane jest podczas sprawdzianu końcowego, natomiast efekty W1, U1, U2 i K2 sprawdzane są w trakcie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.

- ocena 2 – poniżej 50% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 3 – 50 ÷ 60% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 3,5 – 61 ÷ 70% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 4 – 71 ÷ 80% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 4,5 – 81 ÷ 90% poprawnych odpowiedzi;
- ocena 5 – powyżej 91% poprawnych odpowiedzi.

Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami kształcenia, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy, jest wytrwały w pokonywaniu trudności oraz systematyczny w pracy.

Ocenę **dobłą** otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy o średnim stopniu trudności.

Ocenę **dostateczną** otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje zadania i problemy o niskim stopniu trudności. W jego wiedzy i umiejętnościach zauważalne są luki, które potrafi jednak uzupełnić pod kierunkiem nauczyciela.

Ocenę **niedostateczną** otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań.

Na końcową ocenę składają się oceny uzyskane ze sprawdzianu końcowego i zaliczenia ustnego, ocena z ćwiczeń laboratoryjnych oraz zaangażowanie i sposób podejścia studenta do nauki.

Praktyki zawodowe:

brak

Forma studiów

stacjonarne

Rodzaj studiów

II stopnia

Rodzaj przedmiotu

wyborowy

Przedmioty wprowadzające

- **Strukturalne uwarunkowania właściwości materiałów:** znajomość podstaw budowy materiałów, umiejętność analizy struktury, jej wad i mechanizmów przemian fazowych w materiałach, zdolność dokonywania zmian strukturalnych i oceny właściwości użytkowych materiałów konstrukcyjnych w oparciu o znajomość elementów budowy struktury oraz wpływu czynników i mechanizmów towarzyszących jej przemianom.
- **Materiały konstrukcyjne i wielofunkcyjne:** znajomość klasycznych materiałów konstrukcyjnych, tendencji ich rozwoju i obszarów wykorzystania w budowie maszyn i urządzeń, znajomość współczesnych metod badania właściwości strukturalnych, mechanicznych i użytkowych materiałów, umiejętność wykorzystania rutynowych metodyk i urządzeń badawczych do oceny struktury i właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych i wielofunkcyjnych.

Programy							
semestr studiów VI							
kierunek: inżynieria materiałowa							
specjalność: materiały konstrukcyjne							
Forma zajęć liczba godzin/rygor							
semestr	x- egzamin, + zaliczenie, # projekt						ECTS
	razem	wykłady	ćwiczenia	laboratoria	projekt	seminarium	
I	46	22 / +		24 / +			3
Autor							
dr hab. inż. Cezary SENDEROWSKI prof. WAT							
Bilans ECTS							
Lp.	Aktywność						Obciążenie w godz.
1	Udział w wykładach						22
2	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów						12
3	Udział w ćwiczeniach						
4	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń						
5	Udział w laboratoriach						24
6	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów						12
7	Udział w seminariach						
8	Samodzielne przygotowanie się do seminariów						
9	Realizacja projektu						
10	Udział w konsultacjach						
11	Przygotowanie do egzaminu						
12	Udział w egzaminie						
						Godz.	ECTS
Sumaryczne obciążenie pracą studenta						70	3
Zajęcia z udziałem nauczycieli: 1+3+5+7+9+10+12						46	1
Zajęcia o charakterze praktycznym: 5+6+9						36	1
Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 1+2+3+4+7+8						34	1

AUTOR
KARTY INFORMACYJNEJ

dr hab. inż. Cezary SENDEROWSKI, prof. WAT

KIEROWNIK JEDNOSTKI ORGANIZACYJNEJ
ODPOWIEDZIALNEJ ZA PRZEDMIOT

dr hab. inż. Tomasz CZUJKO, prof. WAT