

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Inżynieria powierzchni				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RMBM-2-106-IM-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Mechanika i Budowa Maszyn	Specjalność:	Inżynieria materiałów konstrukcyjnych		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	1
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. KAĆ Sławomir (slawomir.kac@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Celem wykładu jest zapoznanie przyszłego magistra inżyniera z zasadami doboru technologii inżynierii powierzchni do określonych zastosowań (poprawa własności eksploatacyjnych części maszyn i urządzeń, jak również nadania im walorów dekoracyjnych). Omówiony zostanie wykorzystanie nowoczesnych technologii inżynierii powierzchni w celu zapobiegania korozji i innym rodzajom zużycia materiałów, np.: ochrony turbin gazowych, elementów silników spalinowych i odrzutowych, części maszyn i narzędzi, itp.

### 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	Rozumie metodykę projektowania struktury i właściwości materiałów inżynierskich, zna dostępne technologie ich wytwarzania oraz stosowane w ich produkcji narzędzia i urządzenia	MBM2A_W09	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Egzamin, Kolokwium
M_W002	Dysponuje usystematyzowaną wiedzą w zakresie inżynierii powierzchni	MBM2A_W09	Egzamin, Kolokwium
M_W003	Ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu różnych metod pomiarowych i technik badawczych stosowanych w inżynierii materiałowej	MBM2A_W06, MBM2A_W09	Egzamin, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

Umiejętności: potrafi			
M_U001	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	MBM2A_U09, MBM2A_U10	Sprawozdanie, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego, potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników	MBM2A_U10, MBM2A_U05	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Potrafi zaprojektować i zrealizować proces obróbki cieplnej i cieplnochemicznej stali	MBM2A_U24, MBM2A_U19	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji i opinii dotyczących osiągnięć w zakresie inżynierii materiałowej i innych aspektów działalności inżyniera materiałowego	MBM2A_K05	Egzamin, Kolokwium
M_K002	Potrafi przekazać informacje i opinie dotyczące osiągnięć w dziedzinie inżynierii materiałowej w sposób powszechnie zrozumiały	MBM2A_K02, MBM2A_K05	Egzamin, Udział w dyskusji

### 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
52	26	0	20	0	0	6	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	Rozumie metodykę projektowania struktury i właściwości materiałów inżynierskich, zna dostępne technologie ich wytwarzania oraz stosowane w ich produkcji narzędzia i urządzenia	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W002	Dysponuje usystematyzowaną wiedzą w zakresie inżynierii powierzchni	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
M_W003	Ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu różnych metod pomiarowych i technik badawczych stosowanych w inżynierii materiałowej	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego, potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi zaprojektować i zrealizować proces obróbki cieplnej i cieplnochemicznej stali	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu — m.in. poprzez środki masowego przekazu — informacji i opinii dotyczących osiągnięć w zakresie inżynierii materiałowej i innych aspektów działalności inżyniera materiałowego	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_K002	Potrafi przekazać informacje i opinie dotyczące osiągnięć w dziedzinie inżynierii materiałowej w sposób powszechnie zrozumiały	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	52 godz
Przygotowanie do zajęć	66 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	120 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

## Pozostałe informacje

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

#### Wykład

##### Wykład

Celem wykładu jest zapoznanie przyszłego magistra inżyniera z zasadami doboru technologii inżynierii powierzchni do określonych zastosowań (poprawa własności eksploatacyjnych części maszyn i urządzeń, jak również nadania im walorów dekoracyjnych). Omówione zostaną istotne zagadnienia związane z obróbką cieplno-chemiczną warstw wierzchnich; technikami jarzeniowymi, technikami cienkowarstwowymi (CVD, PVD), ablacji laserowej, technologiami nakładania farb i polimerów. Omówiony zostanie wykorzystanie technologii inżynierii powierzchni w celu zapobiegania korozji i innym rodzajom niszczenia materiałów, ochrony turbin gazowych, elementów silników spalinowych i odrzutowych, części maszyn i narzędzi, itp.

W ramach wykładu przedstawione zostaną zagadnienia związane z wytwarzaniem powłok wielowarstwowych, funkcjonalnych powłok gradientowych, powłok stosowanych jako bariery dyfuzyjne i bariery cieplne.

Tematyka wykładu obejmuje:

- Wykład wprowadzający – przegląd technologii inżynierii powierzchni,
- Procesy nawęglania próżniowego i azotowania jarzeniowego,
- Podstawy technologii chemicznych i elektrochemicznych, powłoki platerowane, powłoki konwersyjne, techniki galwaniczne,
- Podstawy nanoszenia powłok malarskich i polimerowych,
- Technologie oparte o procesy fizyczne, podstawy wzrostu cienkich warstw i powłok (teorie zarodkowania i wzrostu warstw z fazy gazowej, ciekłej i stałej, struktura granic rozdziału), adhezja (czynniki sprzyjające adhezji, metody pomiaru),
- Nisko i wysokotemperaturowe natryskiwanie plazmowe,
- Technologie nanoszenia powłoki stosowanych jako bariery cieplne,
- Podstawy technologii jonowych oraz implantacji jonów,
- Podstawy procesów CVD i PVD,
- Podstawy procesu ablacji laserowej,
- Funkcjonalne warstwy gradientowe,
- Technologie cienkowarstwowe wykorzystywane w elektronice i elektrotechnice,
- Zasady doboru technologii inżynierii powierzchni do zastosowań w biomedycynie, w

optyce, jubilerstwie, w przemyśle tekstylnym,

- Zasady doboru technologii inżynierii powierzchni do zastosowań w: przemyśle narzędziowym i zbrojeniowym, w przemyśle spożywczym, chemicznym i petrochemicznym, w lotnictwie, hutnictwie, energetyce, transporcie naziemnym, w przemyśle maszynowym i ciężkim sprzęcie budowlanym, w wyrobach AGD,
- Technologie inżynierii powierzchni w procesach wytwarzania i napraw wyrobów metalowych,
- Kierunki i perspektywy rozwoju inżynierii powierzchni.

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

#### Cwiczenia laboratoryjne

Tematyka ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Laserowa powierzchniowa obróbka materiałów
2. Galwaniczne nanoszenie powłok
3. Osadzanie powłok metodą zol-żel
4. Nanoszenie cienkich warstw przez napylanie magnetrone i metodą LAPLD (ablacja laserowa)
5. Nawęglanie i azotowanie materiałów
6. Powierzchniowe indukcyjne hartowanie materiałów
7. Napawanie i natryskiwanie cieplne powierzchni materiałów
8. Chemiczne nanoszenie warstw i powłok

### **Zajęcia seminaryjne**

#### Zajęcia seminaryjne

W trakcie zajęć seminaryjnych studenci (w zespołach) otrzymują do opracowania (na podstawie publikacji naukowych) w formie prezentacji tematy dotyczące nowoczesnych technologii inżynierii powierzchni. Podczas zajęć studenci referują opracowaną tematykę, a następnie prowadzona jest dyskusja, którą moderuje prowadzący zajęcia seminaryjne. Ocena z zajęć seminaryjnych jest wystawiana na podstawie przygotowania prezentacji, dyskusji oraz kolokwiów.

Przykładowa tematyka referatów:

- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie nawęglania i azotowania,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie metalizowania dyfuzyjnego,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie powłok nakładanych galwanicznie i ogniowo,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie technik laserowych,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie wykorzystania technik spawalniczych,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie hartowania indukcyjnego,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie techniki CVD,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie techniki PVD,
- Dyskusja, w oparciu o przegląd literatury, aktualnych osiągnięć w zakresie ablacji laserowej.

### **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.

Zajęcia seminaryjne: Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem kształcenia są odpowiedzi na powstałe pytania, a także dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Zgodnie z Regulaminem Studiów AGH podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest ostatni dzień zajęć w danym semestrze. Termin zaliczenia poprawkowego (tryb i warunki ustala prowadzący moduł na zajęciach początkowych) nie może być późniejszy niż ostatni termin egzaminu w sesji poprawkowej dla przedmiotów kończących się egzaminem.

Obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych oraz seminariach jest obowiązkowa (wyjątek zwolnienie lekarskie).

W przypadku usprawiedliwionej nieobecności student może uzyskać zaliczenie z ćwiczenia laboratoryjnego lub seminaryjnego na podstawie dyskusji z prowadzącym zajęcia, potwierdzającej zapoznanie się z tematyką oraz na podstawie kolokwium.

Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych jest wystawiana na podstawie ocen z kolokwίων (średnia arytmetyczna ze wszystkich ocen cząstkowych) oraz sprawozdań.

Ocena z seminariów jest wystawiana na podstawie oceny prezentacji, udziału w dyskusji po prezentacjach oraz na podstawie kolokwίων.

Warunkiem koniecznym dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń laboratoryjnych i seminaryjnych w określonym regulaminem studiów terminie.

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

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia 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 (sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych). Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Zajęcia seminaryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego oraz uczestniczą w dyskusji nad tym tematem. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa = 0,6 x ocena z zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych + 0,4 x ocena z egzaminu

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności**

### **studenta na zajęciach:**

W przypadku usprawiedliwionej nieobecności student może uzyskać zaliczenie z ćwiczenia laboratoryjnego lub seminaryjnego na podstawie dyskusji z prowadzącym zajęcia, potwierdzającej zapoznanie się z tematyką oraz na podstawie kolokwium.

Jeżeli zajęcia laboratoryjne prowadzone są z kilkoma grupami, w różnych terminach, student za zgodą prowadzącego ćwiczenia może odrobić zajęcia z inną grupą.

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

Dla właściwego zrozumienia wykładu wymagane są podstawowe wiadomości z materiałoznawstwa oraz fizyki, chemii, chemii fizycznej.

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

1. T.Burakowski, E.Roliński, T.Wierzchoń: "Inżynieria Powierzchni", Wyd. Pol. Warszawskiej, W-wa, 1992.
2. T.Burakowski i T.Wierzchoń: "Inżynieria Powierzchni Metali", WNT W-wa, 1995.
3. T. Rosiński: "Wybrane zastosowania implantacji jonów w nauce i technice", Ossolineum, Wrocław 1978.
4. R.Kloc: "Metody wytwarzania cienkich warstw metalicznych", PWN, W-wa, 1974.
5. K.Przybyłowicz: "Metaloznawstwo", Skrypt AGH, 1979 i wydania późniejsze.
6. D.S.Rickerby and A.Matthews: "Advanced Surface Coatings: a Handbook of Surface Engineering", Chapman and Hall, New York, 1991.
7. P.Kula: „Inżynierska Warstwa Wierzchnia”, Wydawnictwa Naukowe Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000.
8. J. Kusiński: „Lasery i ich zastosowanie w Inżynierii Materiałowej”, Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków-2000.
9. A. Sokołowska: Niekonwencjonalne środki syntezy materiałów. PWN, Warszawa 1991,
10. K. Przybyłowicz: Teoria i praktyka borowania stali. Wyd. PŚW., Kielce 2000,
11. A. Michalski: Fizykochemiczne podstawy otrzymywania powłok z fazy gazowej. Ofic. Wyd. PW, Warszawa 2000
12. W. Babul, H. Ziencik, T.Babul, Z. Ziółkowski: Powłoki impulsowo-gazotemiczne. Wyd. ITWL, Warszawa 1986
13. Z. Nitkiewicz: Wykorzystanie łukowych źródeł plazmy w inżynierii powierzchni. Wyd. P. Cz., Częstochowa 2001
14. B. Major: Ablacja i osadzanie lesem impulsowym. Wyd. „Akapit”, Kraków 2002
15. M. Kupczyk: Syntetyczny opis zużycia ostrzy skrawających ze szczególnym uwzględnieniem zużycia ściernego. Wyd. PTNP, Poznań 1998,
16. J. K. Senatorski: Podnoszenie tribologicznych właściwości materiałów przez obróbkę cieplną i powierzchniową. Wyd. IMP, Warszawa 2003,
- A. Nakonieczny: Powierzchniowa obróbka plastyczna – kulowanie. Wyd. IMP, Warszawa 2003,
17. J. Socha, J. A. Weber: Podstawy elektrolitycznego osadzania stopów metali. Wyd. BMP, Warszawa 2001,
18. M. Kupczyk: Inżynieria powierzchni – powłoki przeciwzużyciowe na ostrza skrawające. Wyd. PP, Poznań 2004,
19. T. Burakowski: Rozważania o synergizmie w inżynierii powierzchni. Wyd. PR, Radom 2004
20. M. Blicharski: Inżynieria powierzchni, WNT, 2009r.
21. Analiza bieżącej literatury w czasopismach: Inżynieria Powierzchni, Surface Coatings and Technology, Surface Science, Surface Science Reports, Thin Solid Films, Wear

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

1. M. Kac, M. Kopec, L. CIENIEK, A. Zarzycki, S. KAĆ, A. Maximenko, E.M. Dutkiewicz, M. Marszałek; Influence of Cu layer thickness on morphology and magnetic properties of Co/Cu nanowires; Acta Physica Polonica. A ; 2018 vol. 133 no. 2, s. 302-305.
2. T. RATAJSKI, I. KALEMBA-REC, P. Indyka, S. KAĆ, M. KOT, B. DUBIEL; Microstructural characterization of SiO<sub>2</sub>/Ni nanocomposites electrodeposited from a sulphate bath modified by PE; Materials Characterization : an international Journal on Materials Structure and Behavior ; 2018 vol. 142, s. 478-491.
3. M. Kopeć, [et al.], S. KAĆ, [et al.]; Investigation of sediments causing damage to water meters in a large drinking water distribution system; Acta Physica Polonica. A ; 2018 vol. 133 no. 2, s. 296-301.
4. J. KUSIŃSKI, S. KAĆ, K. KOWALSKI, S. Dosta, E.P. Georgiou, J. Garcia-Forgas, P. Matteazzi; Microstructure and properties of TiC/Ti coatings deposited by the supersonic cold gas spray technique;

Archives of Metallurgy and Materials; 2018 vol. 63 iss. 2, s. 867-873.

5. B. DUBIEL, P. Indyka, I. KALEMBA-REC, A. KRUK, T. MOSKALEWICZ, A. RADZISZEWSKA, S. KAĆ, A. KOPIA, K. BERENT, M. GAJEWSKA; The influence of high temperature annealing and creep on the microstructure and chemical element distribution in the  $\gamma, \gamma'$  and TCP phases in single crystal Ni-base superalloy; Journal of Alloys and Compounds ; 2018 vol. 731, s. 693-703.

6. M. Kac, M. Kopec, L. CIENIEK, A. Zarzycki, S. KAĆ, A. Maximenko, E.M. Dutkiewicz, M. Marszalek; Influence of Cu layer thickness on morphology and magnetic properties of Co/Cu nanowires; Acta Physica Polonica. A ; 2018 vol. 133 no. 2, s. 302-305.

7. Beata DUBIEL, Izabela KALEMBA-REC, Adam KRUK, Tomasz MOSKALEWICZ, Paulina Indyka, Sławomir KAĆ, Agnieszka RADZISZEWSKA, Agnieszka KOPIA, Katarzyna BERENT, Marta GAJEWSKA; Influence of high-temperature annealing on morphological and compositional changes of phases in Ni-base single crystal superalloy; Materials Characterization : an International Journal on Materials Structure and Behavior ; 2017 vol. 131, s. 266-276.

8. M. Wojciechowska, K. Ziewiec, S. KAĆ, K. Prusik; Mechanical properties of Ni-Fe-Cu-P-B alloy produced by two component melt spinning (TCMS); Archives of Metallurgy and Materials; 2017 vol. 62-iss. 1, s. 137-140.

9. T. RATAJSKI, I. KALEMBA-REC, P. Indyka, S. KAĆ, M. KOT, B. DUBIEL; Microstructural characterization of SiO<sub>2</sub>/Ni nanocomposites electrodeposited from a sulphate bath modified by PEI; Materials Characterization : an International Journal on Materials Structure and Behavior ; 2018 vol. 142, s. 478-491.

10. D.M. Fronczek, R. Chulist, L. Lityńska-Dobrzyńska, S. KAĆ, N. Schell, Z. Kania, Z. Szulc, J. Wojewoda-Budka; Microstructure and kinetics of intermetallic phase growth of three-layered A1050/AZ31/A1050 clads prepared by explosive welding combined with subsequent annealing; Materials and Design ; 2017 vol. 130, s. 120-130.

11. Microstructure and properties of TiC/Ti coatings deposited by the supersonic cold gas spray technique / J. KUSIŃSKI, S. KAĆ, K. KOWALSKI, S. Dosta, E.P. Georgiou, J. Garcia-Forgas, P. Matteazzi; 2018 vol. 63 iss. 2, s. 867-873.

12. B. DUBIEL, P. Indyka, I. KALEMBA-REC, A. KRUK, T. MOSKALEWICZ, A. RADZISZEWSKA, S. KAĆ, A. KOPIA, K. BERENT, M. GAJEWSKA; The influence of high temperature annealing and creep on the microstructure and chemical element distribution in the  $\gamma, \gamma'$  and TCP phases in single crystal Ni-base superalloy; Journal of Alloys and Compounds; 2018 vol. 731, s. 693-703.

13. E. DURDA, J. Jaglarz, S. KAĆ, K. PRZYBYLSKI, Y. El Kouari; Characterization of perovskite film prepared by pulsed laser deposition on ferritic stainless steel using microscopic and optical methods; Optical Materials; 2016 vol. 56, s. 58-63.

14. Małgorzata Kac, Arkadiusz Zarzycki, Sławomir KAĆ, Marek Kopec, Marcin Perzanowski, Erazm M. Dutkiewicz, Katarzyna Suchanek, Alexey Maximenko, Marta Marszalek; Effect of the template-assisted electrodeposition parameters on the structure and magnetic properties of Co nanowire arrays; Materials Science and Engineering. B, Advanced Functional Solid-State Materials ; 2016 vol. 211, s. 75-84.

15. Magdalena KOPERNIK, Sławomir KAĆ, Maciej Gawlikowski, Grzegorz CIOS; Mechanical, structural, and chemical analysis of athrombogenic multilayer wall of ventricular assist device tested in hydrodynamic fatigue tests; Advanced Engineering Materials ; 2016 vol. 18 iss. 5 spec. iss.: SPP 1299 - Adaptive Surfaces for High Temperature Applications, s. 795-802.

16. Sławomir KAĆ; Cienkie warstwy tlenku bizmutu wytwarzane techniką PLD - topografia powierzchni, morfologia, mikrostruktura i własności fizykochemiczne . — Kraków : Wydawnictwo Naukowe AKAPIT, 2017.

17. Grzegorz SZWACHTA, Sławomir KAĆ, Tomasz MOSKALEWICZ; Structure and thermal stability of Bi<sub>3</sub>NbO<sub>7</sub> thin films grown by pulsed laser deposition; Surface and Coatings Technology ; 2016 vol. 302, s. 474-481.

## Informacje dodatkowe

Brak