

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć: Otrzymywanie tworzyw metodą krystalizacji z fazy gazowej

Rok akademicki: 2019/2020 Kod: CCER-2-214-WC-s Punkty ECTS: 2

Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kierunek: Ceramika Specjalność: —

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 2

Strona www: —

Prowadzący moduł: dr hab. inż. Kluska Stanisława (kluska@agh.edu.pl)

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

Moduł ma na celu zapoznanie się z chemicznymi i fizycznymi technikami otrzymywania tworzyw w postaci cienkich warstw i powłok. Zaprojektowanie układów cienkowarstwowych spełniających konkretne oczekiwania. Omawiane są: chemiczne i fizyczne techniki otrzymywania warstw z fazy gazowej i ich dogłębna charakterystyka, modyfikacja powierzchni metodami plazmochemicznymi, infiltracja, metody badań cienkich warstw. Zastosowanie cienkich warstw i układów warstwowych w różnych gałęziach przemysłu.

### 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                | Ma ogólną wiedzę z zakresu technologii chemicznej   | CER2A_W03        | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium  |
| M_W002                | Ma poszerzoną wiedzę z zakresu badań fizykochemicznych, materiałów w postaci cienkich warstw i powłok | CER2A_W01        | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium  |
| Umiejętności: potrafi |   |                  |   |
| M_U001                | Potrafi zaplanować pomiary i eksperymenty, wykonać je i przeprowadzić ich analizę                     | CER2A_U01        | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaliczenie laboratorium  |

|                                      |  |                         |   |
|--------------------------------------|--|-------------------------|---|
| M_U002                               | Potrafi posługiwać się wiedzą chemiczną dla realizacji i kontroli procesu osadzania warstw         | CER2A_U01,<br>CER2A_U02 | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych,<br>Zaliczenie laboratorium |
| Kompetencje społeczne: jest gotów do |  |                         |   |
| M_K001                               | Poznanie znaczenia wpływu chemii na rozwój nowoczesnych technologii                                | CER2A_K02               | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych,<br>Zaliczenie laboratorium |
| M_K002                               | Potrafi sprecyzować swoje zainteresowania, ocenić umiejętności i wykorzystać je w pracy zespołowej |                         | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych,<br>Zaliczenie laboratorium |

### 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 |
| 30   | 0                         | 0                     | 0                       | 0                    | 0              | 30                  | 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                               | Ma ogólną wiedzę z zakresu technologii chemicznej   | -                         | -                     | -                       | -                    | -              | +                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |
| M_W002                               | Ma poszerzoną wiedzę z zakresu badań fizykochemicznych, materiałów w postaci cienkich warstw i powłok | -                         | -                     | -                       | -                    | -              | +                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |
| Umiejętności: potrafi                |   |                           |                       |                         |                      |                |                     |                    |                  |                     |                               |          |
| M_U001                               | Potrafi zaplanować pomiary i eksperymenty, wykonać je i przeprowadzić ich analizę                     | -                         | -                     | -                       | -                    | -              | +                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |
| M_U002                               | Potrafi posługiwać się wiedzą chemiczną dla realizacji i kontroli procesu osadzania warstw            | -                         | -                     | -                       | -                    | -              | +                   | -                  | -                | -                   | -                             | -        |
| Kompetencje społeczne: jest gotów do |   |                           |                       |                         |                      |                |                     |                    |                  |                     |                               |          |

|        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M_K001 | Poznanie znaczenia wpływu chemii na rozwój nowoczesnych technologii                                | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| M_K002 | Potrafi sprecyzować swoje zainteresowania, ocenić umiejętności i wykorzystać je w pracy zespołowej | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

| Forma aktywności studenta   | Obciążenie studenta |
|---|---------------------|
| Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka                         | 30 godz             |
| Przygotowanie do zajęć  | 20 godz             |
| przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania | 10 godz             |
| Sumaryczne obciążenie pracą studenta                              | 60 godz             |
| Punkty ECTS za moduł  | 2 ECTS              |

## Pozostałe informacje

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

#### Zajęcia seminaryjne

##### Zajęcia seminaryjne

Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna i ustna dotycząca tematyki materiałów otrzymanych metodami chemicznymi i fizycznymi w postaci warstw na różnorodnych podłożach oraz badania ich właściwości. Metody badawcze stosowane do określania własności materiałów w postaci cienkich warstw. Infiltracja porowatych materiałów. Modyfikacja powierzchni polimerów metodami plazmochemicznymi. Zastosowanie cienkich warstw w różnych gałęziach przemysłu.

##### Ćwiczenia laboratoryjne

1. Otrzymywanie warstw  $\alpha$ -C:H,  $\alpha$ -C:N:H,  $\text{SiC}_x\text{Ny(H)}$ ,  $\alpha$ -SiN<sub>x</sub>(H),  $\alpha$ -SiC(H) na podłożach (001)Si, szkło kwarcowe, tytan, polimery metodami MWCVD-RFCVD.
2. Badanie składu chemicznego warstw oraz ich struktury.
3. Pomiary chropowatości warstw (wyznaczanie parametrów Ra, Rz, Rk).
4. Modyfikacja podłoży polimerowych - trawienie jonowe w różnych atmosferach gazowych.

#### Metody i techniki kształcenia:

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:**

Opracowanie jednej z technik otrzymywania materiałów w postaci cienkich warstw i powłok. Przedstawienie prezentacji multimedialnej oraz ustnej. Czynny udział w dyskusji na temat prezentowanych zagadnień.

Udział w laboratorium.

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

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 seminarium 100%

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

Opracowanie jednej z technik otrzymywania tworzywa w postaci cienkich warstw i powłok. Przedstawienie prezentacji multimedialnej i ustnej na zadany temat w innym terminie.

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

Umiejętność pozyskiwania informacji w języku polskim i angielskim z literatury, baz danych i innych źródeł, dokonywanie ich interpretacji, formułowanie i uzasadnianie opinii dotyczących zadań inżynierskich, procesów otrzymywania warstw metodami chemicznymi i fizycznymi.

Umiejętność pracy w laboratorium, zaangażowanie podczas wykonywania ćwiczeń.

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

- 1.M.L.Hitchman, K.F. Jones; Chemical Vapour Deposition. Principles and Applications, Academic Press, 2003
- 2.M.J.Madou; Fundamentals of microfabrication and nanotechnology. Solid-state physics, fluidics, and analytical techniques in micro-and nanotechnology, CRC 2012
- 3.S.Jonas; Spójny model zjawisk transportu masy i reakcji chemicznych w procesie chemicznej krystalizacji z fazy gazowej. Ceramika 58, Kraków, 1990
- 4.S.Jonas, S.Kluska, E.Walasek; Modyfikacja mikrostruktury materiałów węglowo-grafitowych metodą PCVI. Ceramika/Ceramics, vol.67, 2001
- 5.F.Nadachowski, S.Jonas, K.Wodnicka; Zarys ceramografii. Ceramika/Ceramics, vol.82, Kraków, 2003
- 6.T.Stapiński; Struktury cienkowarstwowe:wybrane przykłady i zastosowania. AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2008
- 7.Aktualne artykuły i materiały z konferencji naukowych

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

1. S. Kluska, S. Jonas, E. Walasek, T. Stapiński, M. Pyzalski; Influence of SiC infiltration on some properties of porous carbon materials, J. Eur. Ceram. Soc. 23, 2003, 1509-1515
2. S. Kluska, K. Hejduk, K. Drabczyk, M. Lipiński; Optical properties and passivation effects of silicon nitride three layer stack deposited by plasma enhanced chemical vapor deposition, Phys. Status Solidi A213, 2016, 1839-1847
3. B. Swatowska, S. Kluska, M. Jurzecka-Szymacha, T. Stapiński, K. Tkacz-Śmiech; The chemical composition and band gap of amorphous Si:C:N:H layers, App. Surf. Sci. 371, 2016, 91-95

### **Informacje dodatkowe**

Brak