

## Szczegółowy opis zajęć (KARTA PRZEDMIOTU)

**Nazwa zajęć: MATERIAŁY STOSOWANE W LOTNICTWIE**

**Kod zajęć: B2**

**Przynależność do grupy zajęć:** grupa przedmiotów

**Rodzaj zajęć:** specjalnościowy  
obowiązkowy

**Kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa**

**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia

**Profil studiów:** ogólnoakademicki

**Forma studiów:** stacjonarne

**Specjalność (specjalizacja):** Nowoczesne materiały i technologie (Materiały i technologie w lotnictwie)

**Rok studiów:** I i II

**Semestr studiów:** I, II i III

**Formy prowadzenia zajęć, wraz z liczbą godzin dydaktycznych:**

wykłady – sem. I -15, sem. II – 15 i sem. III - 15

laboratorium – sem. I -15, sem. II – 15 i sem. III - 15

**Język/i, w którym/ch prowadzone są zajęcia: język polski**

**Liczba punktów ECTS (zgodnie z programem studiów): 7 ( I sem 2, II sem. 3, III sem. 2)**

\* – pozostawić właściwe

### 1. Założenia przedmiotu:

I semestr - *Wprowadzenie studentów w problematykę: konstrukcyjnych materiałów dla lotnictwa. Zdobyć wiedzy na temat podstawowych grup materiałów: stopów żelaza, stopów aluminium, stopów magnezu, nadstopów na osnowie niklu, stopów kobaltu, stopów tytanu oraz zależności występujących pomiędzy składem chemicznym - strukturą - właściwościami materiałów, a ich zastosowaniem.*

II semestr - *związaną z materiałami ceramicznymi i tworzywami sztucznymi, metodami wytwarzania, budową i właściwościami materiałów ceramicznych i tworzyw sztucznych, stosowanych w lotnictwie oraz ich zużyciem.*

III semestr - *związaną z doбором kompozytów, projektowaniem struktury i właściwościami oraz technologiami wytwarzania materiałów kompozytowych stosowanych w lotnictwie.*

### 2. Odniesienie kierunkowych efektów uczenia się do form prowadzenia zajęć oraz sposobów weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta:

| symbol                | zakładane efekty uczenia się<br>student, który zaliczył zajęcia:   | formy prowadzenia zajęć | sposoby weryfikacji i oceny efektu uczenia się |
|-----------------------|--|-------------------------|--|
| Wiedza: zna i rozumie |  |                         |  |
| K2A_W03               | w pogłębionym stopniu zagadnienia dotyczące struktury i właściwości materiałów inżynierskich stosowanych w lotnictwie                                      | Wykład<br>Laboratorium  | Egzamin pisemny,<br>kolokwium zaliczeniowe     |
| K2A_W04               | w pogłębionym stopniu procesy technologiczne wykorzystywane w kształtowaniu struktury i właściwości materiałów inżynierskich i ich powierzchni             | Wykład<br>Laboratorium  | Egzamin pisemny,<br>kolokwium zaliczeniowe     |
| K2A_W07               | główne tendencje rozwojowe dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa w odniesieniu do lotnictwa   | Wykład                  | Egzamin pisemny,<br>kolokwium zaliczeniowe     |
| Umiejętności: potrafi |  |                         |  |
| K2A_U03               | w sposób kompleksowy scharakteryzować materiał poprzez odpowiednie ujawnienie i opis jego struktury i właściwości powiązany z technologią jego wytwarzania | Laboratorium            | sprawozdanie z lab.,<br>kolokwium zaliczeniowe |
| K2A_U04               | zaplanować, zrealizować i opisać pełny przebieg technologiczny wytwarzania materiałów i ich przetwarzania do postaci półwyrobów i gotowych wyrobów         | Laboratorium            | sprawozdanie z lab.,<br>kolokwium zaliczeniowe |

### 3. Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się (zgodnie z programem studiów):

Po ukończeniu kursu (wykłady, laboratoria) student powinien posiadać wiedzę nowoczesnych grupach materiałów stosowanych w lotnictwie, o ich składzie chemicznym, strukturze, podstawowych właściwościach i możliwościach zastosowania w lotnictwie.

Wiedza na temat:

1. stopów żelaza, stopów aluminium, stopów magnezu, nadstopów na osnowie niklu, stopów kobaltu, stopów tytanu oraz zależności występujących pomiędzy składem chemicznym - strukturą - właściwościami materiałów, a ich zastosowaniem.
2. materiałów ceramicznych i tworzyw sztucznych, metod wytwarzania, budowy i właściwości materiałów ceramicznych i tworzyw sztucznych stosowanych w lotnictwie, niszczenia materiałów ceramicznych i tworzyw sztucznych.
3. wytwarzania materiałów kompozytowych stosowanych w lotnictwie, doboru materiałów i właściwości do warunków eksploatacji.

#### 4. Opis sposobu wyznaczania punktów ECTS:

| Forma aktywności  | Liczba godzin / punktów ECTS |
|---|------------------------------|
| Liczba godzin zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia                                   | 90/3                         |
| Praca własna studenta: przygotowanie do kolokwium zaliczeniowych, zapoznanie z literaturą   | 25/1                         |
| Praca własna studenta: przygotowanie do Egzaminu, zapoznanie z literaturą                   | 20/1                         |
| Praca własna studenta: przygotowanie do realizacji zajęć laboratoryjnych, wykonanie ćwiczeń | 30/1                         |
| Praca własna studenta: przygotowanie sprawozdań z zajęć laboratoryjnych                     | 30/1                         |
| Inne: konsultacje i zaliczenia  | 15/0                         |
| <b>Suma godzin</b>  | <b>210</b>                   |
| <b>Liczba punktów ECTS przypisana do zajęć</b>  | <b>7</b>                     |

Objaśnienia:

\* – praca własna studenta, należy wymienić formy aktywności, np. *przygotowanie do zajęć, interpretacja wyników, opracowanie raportu z zajęć, przygotowanie do egzaminu, zapoznanie się z literaturą, przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania itp.*

\*\* – inne np. *dodatkowe godziny zajęć*

#### 5. Wskaźniki sumaryczne:

- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów: 105 / 3 ECTS
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach związanych z prowadzoną w Politechnice Śląskiej działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim: 90 / 3 ECTS
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach kształtujących umiejętności praktyczne – w przypadku studiów o profilu praktycznym: 0
- liczba godzin zajęć prowadzonych przez nauczycieli akademickich zatrudnionych w Politechnice Śląskiej jako podstawowym miejscu pracy: 90 (liczba godzin na przedmiot)

#### 6. Osoby prowadzące poszczególne formy zajęć (*imię, nazwisko, stopień naukowy lub stopień w zakresie sztuki, tytuł profesora, służbowy adres e-mail*):

1. Bogusław Mendala, dr hab. inż., boguslaw.mendala@polsl.pl
2. Andrzej Kielbus, dr hab. inż., andrzej.kielbus@polsl.pl
3. Agnieszka Szkliniarz, dr hab. inż., agnieszka.szkliniarz@polsl.pl
4. Agnieszka Szczotok, dr inż., agnieszka.szczotok@polsl.pl
5. Tomasz Rzychoń, dr hab. inż., tomasz.rzychoń@polsl.pl
6. Mateusz Kozioł, dr hab. inż., Mateusz.koziol@polsl.pl
7. Tomasz Pawlik, dr inż., tomasz.pawlik@polsl.pl
8. Bartosz Witala, dr inż., bartosz.witala@polsl.pl
9. Agnieszka Tomaszewska, dr inż., agnieszka.tomaszewska@polsl.pl
10. Anna Janina Dolata, dr hab. inż., anna.dolata@polsl.pl
11. Maciej Dyzia, dr hab. inż., maciej.dyzia@polsl.pl

#### 7. Szczegółowy opis form prowadzenia zajęć:

- 1) wykłady:

- szczegółowe treści programowe:

#### I semestr

Tematy wykładów.

1. Materiały dla lotnictwa – rys historyczny. Kierunki rozwoju.
2. Wymagania stawiane materiałom dla lotnictwa. Stopy aluminium.
3. Stopy magnezu.
4. Stopy tytanu.
5. Stopy na bazie żelaza.
6. Żarowytrzymałe stopy na osnowie niklu.
7. Materiały przyszłości dla lotnictwa.

#### II semestr

Tematy wykładów.

1. Podział tworzyw sztucznych.
2. Zastosowanie tworzyw sztucznych w lotnictwie.
3. Specyfika zużycia materiałów polimerowych.
4. Właściwości cierne materiałów ceramicznych.
5. Ceramika specjalna (inżynierska), o określonych właściwościach elektrycznych, ceramika w układach piezoelektrycznych, nadprzewodniki, włókna optyczne, światłowodowy.

#### III semestr

Tematy wykładów.

1. Kryteria podziału i klasyfikacja materiałów kompozytowych.
2. Mechanizmy umocnienia, dobór komponentów i projektowanie właściwości materiałów kompozytowych.
3. Struktura i właściwości konstrukcji kompozytowych.
4. Przegląd zawansowanych materiałów kompozytowych do zastosowań w lotnictwie (kompozyty GFRP i CFRP).
5. Technologie wytwarzania materiałów kompozytowych stosowanych w lotnictwie.
6. Trendy rozwojowe i materiały kompozytowe przyszłości.

- stosowane metody kształcenia, w tym metody i techniki kształcenia na odległość:

*prezentacja multimedialna, dyskusja, wykłady udostępnione na platformie zdalnej edukacji*

- forma i kryteria zaliczenia, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

*uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium, dwa terminy poprawkowe,*

- organizacja zajęć oraz zasady udziału w zajęciach, ze wskazaniem czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa,

*prezentacja treści programowych zgodnie z kartą przedmiotu / obecność na zajęć wykładowych nieobowiązkowa;*

#### 2) Laboratoria:

##### 3) szczegółowe treści programowe:

#### I semestr

Tematy laboratoriów:

1. Zastosowanie stali w strukturach lotniczych.
2. Struktura nadstopów na osnowie niklu.
3. Charakterystyka stopów aluminium.
4. Stopy magnezu do pracy w lotnictwie.
5. Właściwości stopów kobaltu
6. Wpływ składu chemicznego na strukturę i właściwości stopów tytanu.
7. Powłoki ochronne na stalowych elementach silników lotniczych.

#### II semestr

Tematy laboratoriów:

1. Mechanika niszczenia tworzyw sztucznych.
2. Odporność starzeniowa tworzyw sztucznych.
3. Połączenia wielomateriałowe.
4. Właściwości cierne materiałów ceramicznych.
5. Pianki ceramiczne i bariery przeciwuderzeniowe.

#### III semestr

Tematy laboratoriów:

1. Wpływ kierunku ułożenia zbrojenia na właściwości mechaniczne kompozytów.

2. Wytwarzanie kompozytów (laminatów) o różnym ułożeniu wzmocnienia.
  3. Przygotowanie preform włóknistych.
  4. Ciśnieniowe metody otrzymywania kompozytów konstrukcyjnych o osnowie polimerowej.
  5. Ocena właściwości mechanicznych kompozytów.
  6. Charakterystyka i ocena właściwości użytkowych wytworzonych materiałów kompozytowych.
  7. Zajęcia wyjazdowe – wizyta przemysłowa w Śląskim Centrum Naukowo-Technologicznym Przemysłu Lotniczego.
- stosowane metody kształcenia, w tym metody i techniki kształcenia na odległość:  
*dyskusja, samodzielne wykonywanie ćwiczeń przez studentów*
  - forma i kryteria zaliczenia, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:
    - *uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium pisemnego, wykonanie ćwiczenia, oddanie sprawozdania,*
    - *uzyskanie pozytywnej oceny ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych*
  - organizacja zajęć oraz zasady udziału w zajęciach, ze wskazaniem czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa,  
*prezentacja treści programowych zgodnie z kartą przedmiotu / obecność na 100% realizowanych zajęć laboratoryjnych;*
8. Opis sposobu ustalania oceny końcowej (zasady i kryteria przyznawania oceny, a także sposób obliczania oceny w przypadku zajęć, w skład których wchodzi więcej niż jedna forma prowadzenia zajęć, z uwzględnieniem wszystkich form prowadzenia zajęć oraz wszystkich terminów egzaminów i zaliczeń, w tym także poprawkowych):  
*Ocena końcowa jest średnią ważoną z realizowanych form zajęć, przy czym wagę znaczącą ma ocena z egzaminu.*
9. Sposób i tryb uzupełniania zaległości powstałych wskutek:
- nieobecności studenta na zajęciach – *odrabianie nieobecności na laboratoriach – terminy ustalone indywidualnie z prowadzącym zajęcia,*
  - różnic w programach studiów osób przenoszących się z innego kierunku studiów, z innej uczelni albo wznowiających studia na Politechnice Śląskiej – *ustalane indywidualnie ze studentem na podstawie karty przedmiotu, zrealizowanych treści kształcenia,*
10. Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności zajęć:  
*Zrealizowane przedmioty z zakresu nauki o materiałach, materiałoznawstwa oraz procesów i technik produkcyjnych w ramach I stopnia studiów. Student powinien mieć podstawową wiedzę z zakresu: konstrukcyjnych materiałów stosowanych w lotnictwie, ich właściwości i możliwościach aplikacyjnych.*
11. Zalecana literatura oraz pomoce naukowe:
1. Dobrzański L.A.: *Metalowe materiały inżynierskie*, WNT, Warszawa, 2004.
  2. Skrzypek S.J., Przybyłowicz K.: *Inżynieria metali i stopów*, Wyd. AGH, Kraków, 2012.
  3. Mikułowski B.: *Stopy żaroodporne i żarowytrzymałe. Nadstopy*, Wyd. AGH, Kraków, 1997.
  4. Ciszewski B., Przetakiewicz W.: *Nowoczesne materiały w technice*, Wyd. Bellona, Warszawa, 1993.
  5. Binczyk F.: *Konstrukcyjne stopy odlewnicze*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2003.
  6. Dobrzański L.A.: *Metaloznawstwo opisowe stopów metali nieżelaznych*, Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2008.
  7. Tokarski M.: *Metaloznawstwo metali i stopów nieżelaznych w zarysie*, Wyd. Śląsk, Katowice, 1986.
  8. Górny Z.: *Odlewnicze stopy metali nieżelaznych*, WNT, Warszawa, 1976.
  9. Dymek S.: *Nowoczesne stopy aluminium do przeróbki plastycznej*, Wyd. AGH, Kraków, 2012.
  10. Bylica A., Sieniawski J.: *Tytan i jego stopy*, PWN, Warszawa, 1985.
  11. Praca zbiorowa pod red. Szkliniarza W.: *Nowoczesne materiały metaliczne – teraźniejszość i przyszłość*, Wydział Inżynierii i Metalurgii Politechniki Śląskiej, Katowice, 2009.
  12. Boczkowska A., Kapuściński J., Puciłowski K., Wojciechowski S.: *Kompozyty*, Oficyna Wyd. Pol. Warszawskiej, Warszawa, 2000.
  13. Królikowski W.: *Polimerowe kompozyty konstrukcyjne*, WNT, Warszawa, 2012.
  14. Śleziona J.: *Podstawy technologii kompozytów*, Wyd.: Politechnika Śląska, 1998.
  15. Imiołek M.: *Projektowanie samolotów kompozytowych. Wybrane zagadnienia w ujęciu szczegółowym*, Wyd. Dygresje, 2017, ISBN 978-83-63768-30-0
  16. Żuchowska D.: *Kompozyty polimerowe*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2001.
  17. Leda H.: *Kompozyty wzmacniane włóknami*, Wyd. Pol. Poznańskiej, Poznań, 2002.
  18. Dobrzański L.A.: *Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe. Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo*, WNT 2006, ISBN: 83-204-3249-9.

12. Opis kompetencji prowadzących zajęcia (np. publikacje, doświadczenie zawodowe, certyfikaty, szkolenia itp. związane z treściami programowymi realizowanymi w ramach zajęć):

Nauczyciele akademicy, prowadzący poszczególne formy zajęć, w ramach przedmiotu:

- legitymują się znacznym dorobkiem naukowym w postaci publikacji i monografii z zakresu inżynierii materiałowej,
- realizowali również liczne projekty badawcze związane z tematyką przedmiotu,
- posiadają wykształcenie techniczne, kierunkowe związane z treściami przedmiotu, wieloletnie doświadczenie dydaktyczne.

13. Inne informacje: -