

## Szczegółowy opis zajęć (KARTA PRZEDMIOTU)

**Nazwa zajęć:** Metody badań materiałów w lotnictwie

**Kod zajęć:** B6

**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

**Semestr studiów:** II

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

wykłady – 15

laboratorium – 15

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

**Liczba punktów ECTS (zgodnie z programem studiów):** 2

\* – pozostawić właściwe

### 1. Założenia przedmiotu:

Celem przedmiotu jest wprowadzenie w zagadnienia związane z nowoczesnymi metodami badań materiałów, powłok i warstw ochronnych stosowanych w przemyśle lotniczym, ze szczególnym uwzględnieniem ich zastosowanie na elementy silników i przekładni lotniczych. W ramach przedmiotu planowane jest zapoznanie się z metodami badań wykorzystywanych w produkcji przemysłowej i warunkach odbioru procesów technologicznych – procesów specjalnych stosowanych w firmach lotniczych.

### 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 <i>student, który zaliczył zajęcia:</i>	formy prowadzenia zajęć	sposoby weryfikacji i oceny efektu uczenia się
Wiedza: zna i rozumie			
K2A_W01	w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu matematyki, fizyki, chemii i obszarów pokrewnych przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu inżynierii materiałowej	Wykład Laboratorium	Kolokwium zaliczeniowe Sprawozdanie z laboratorium
K2A_W03	w pogłębionym stopniu zagadnienia dotyczące struktury i właściwości materiałów inżynierskich	Wykład Laboratorium	Kolokwium zaliczeniowe Sprawozdanie z laboratorium
K2A_W04	w pogłębionym stopniu procesy technologiczne wykorzystywane w kształtowaniu struktury i właściwości materiałów inżynierskich i ich powierzchni	Wykład Laboratorium	Kolokwium zaliczeniowe Sprawozdanie z laboratorium
Umiejętności: potrafi			
K2A_U01	wykorzystywać posiadaną wiedzę powiazaną z inżynierią materiałową – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji, - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych (ICT, - przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi	Laboratorium	Sprawozdanie z laboratorium

K2A_U03	w sposób kompleksowy scharakteryzować materiał poprzez odpowiednie ujawnienie i opis jego struktury i właściwości powiązany z technologią jego wytwarzania	Laboratorium	Sprawozdanie z laboratorium
---------	--	--------------	-----------------------------

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

Wiedza związana z nadstopami niklu, powłokami i warstwami żaroodpornymi. Wiedza z zakresu reakcji chemicznych związanych z procesami utleniania i korozji w różnych środowiskach korozyjnych. Wiedza dotycząca powiązania mikrostruktury nadstopów niklu, powłok oraz warstw żaroodpornych z właściwościami mechanicznymi oraz użytkowymi. Umiejętność wyboru metody badawczej w celu scharakteryzowania właściwości użytkowych. Umiejętność planowania i wykonywania eksperymentów badawczych. Umiejętność opisu mikrostruktury materiałów, powłok i warstw żaroodpornych.

### 4. Opis sposobu wyznaczania punktów ECTS:

Forma aktywności	Liczba godzin / punktów ECTS
Liczba godzin zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia	30/1
Praca własna studenta: przygotowanie do kolokwium zaliczeniowych, zapoznanie z literaturą	10/0
Praca własna studenta: przygotowanie do realizacji zajęć laboratoryjnych, wykonanie ćwiczeń	5/0
Praca własna studenta: przygotowanie sprawozdań z zajęć laboratoryjnych	10/1
Inne: konsultacje i zaliczenia	5/0
<b>Suma godzin</b>	<b>60</b>
<b>Liczba punktów ECTS przypisana do zajęć</b>	<b>2</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. *dotatkowe 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: 35 / 1 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: 30 / 1 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: 30 (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) Bartosz Witala, dr inż., bartosz.witala@polsl.pl

### 7. Szczegółowy opis form prowadzenia zajęć:

#### 1) wykłady:

- szczegółowe treści programowe:
  1. Badania właściwości mechanicznych nadstopów niklu, powłok i warstw żaroodpornych.
  2. Badania stopów, powłok i warstw żaroodpornych metodami nieniszczącymi.
  3. Badania właściwości użytkowych stopów, powłok i warstw żaroodpornych w warunkach wysokiej temperatury, testy izotermiczne i cykliczne.
  4. Badania korozji chemicznej stopów, powłok i warstw żaroodpornych ze szczególnym uwzględnieniem korozji siarkowej.
  5. Badania korozji stopów, powłok i warstw żaroodpornych w warunkach gazów spalinowych.
  6. Niestandardowe metody badań stopów, powłok i warstw żaroodpornych.
  7. Normy i procedury przemysłowe badań stopów, powłok i warstw żaroodpornych.
  8. Badania charakterystyki mikrostruktury stopów, powłok i warstw żaroodpornych z wykorzystaniem metod mikroskopii elektronowej.
- 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*
- 2) Laboratoria:
- 3) szczegółowe treści programowe:
1. Badanie utleniania nadstopów niklu i warstw żaroodpornych w warunkach izotermicznego utleniania.
  2. Badanie utleniania nadstopów niklu i warstw żaroodpornych w warunkach cyklicznego utleniania.
  3. Badania charakterystyki mikrostruktury nadstopów niklu i warstw żaroodpornych po testach izotermicznego i cyklicznego utleniania.
  4. Badania korozji wysokotemperaturowej nadstopów niklu i warstw żaroodpornych w atmosferze zawierającej siarkę
  5. Badania korozji wysokotemperaturowej nadstopów niklu i warstw żaroodpornych w atmosferze CMAS.
  6. Badania korozji wysokotemperaturowej nadstopów niklu i warstw żaroodpornych w atmosferze gazów spalinowych metoda Burner Rig
  7. Badania charakterystyki mikrostruktury nadstopów niklu i warstw żaroodpornych po testach korozji wysokotemperaturowej w atmosferze zawierającej siarkę, CMAS oraz atmosferze gazów spalinowych.
  8. Badania kwalifikacyjne nadstopów niklu i warstw żaroodpornych w warunkach przemysłowych.
- 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 = (laboratorium średnia + wykład kolokwium)/2*
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 wznawiających studia na Politechnice Śląskiej – *ustalane indywidualnie ze studentem na podstawie karty przedmiotu, zrealizowanych treści kształcenia,*
10. Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności zajęć:
- Wprowadzenie do inżynierii materiałowej, Podstawy nauki o materiałach, Procesy i techniki produkcyjne, Inżynieria powierzchni. Student powinien mieć podstawową wiedzę z zakresu budowy materiałów, podstaw nowoczesnych technologii materiałowych stosowanych w przemyśle lotniczym, obróbki metali, podstaw technologii inżynierii powierzchni.*
11. Zalecana literatura oraz pomoce naukowe:
1. High Temperature Coatings 2nd Edition, Sudhangshu Bose, ISBN: 9780128046227, 2017
  2. The Superalloys. Fundamentals and Applications, Roger C. Reed, ISBN: 9780511541285, 2006
  3. Production, Properties, and Applications of High Temperature Coatings, Amir Hossein Pakseresht, ISBN: 9781522541943, 2018
  4. High Temperature Corrosion: Fundamentals and Engineering, César A. C. Sequeira, ISBN: 9780470119884, 2019
  5. Developments in High Temperature Corrosion and Protection of Materials 1st Edition, W. Gao, ISBN: 9781845692193, 2008
  6. Novel Approaches to Improving High Temperature Corrosion Resistance 1st Edition, M. Schütze, W. Quadackers, ISBN: 9781845694470, 2008
  7. Materiały internetowe firm: GE Aviation, Pratt & Whitney, DLR

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

Nauczyciel akademicki prowadzący zajęcia posiada wieloletnie doświadczenie w zakresie prowadzenia badań nadstopów niklu, powłok oraz warstw żaroodpornych w ramach projektów realizowanych wspólnie z firmami z przemysłu lotniczego. Posiada znaczący dorobek naukowy w postaci publikacji z zakresu inżynierii materiałowej, technologii wytwarzania powłok i warstw żaroodpornych, stosowanych w przemyśle lotniczym. Posiada certyfikaty firm lotniczych między innymi ośrodka CCL uprawniający do badania, oceny oraz kwalifikacji warstw i powłok dla firmy GE Aviation. Jest współautorem patentów i wdrożeń dla przemysłu lotniczego w zakresie powłok i warstw żaroodpornych. Uczestniczył w licznych stażach w firmach lotniczych.

13. Inne informacje: -