

Szczegółowy opis zajęć (KARTA PRZEDMIOTU)

Nazwa zajęć: Technologie lotniczych powłok ochronnych

Kod zajęć: B4

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

seminarium – 15

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

Liczba punktów ECTS (zgodnie z programem studiów): 3

* – pozostawić właściwe

1. Założenia przedmiotu:

Wprowadzenie studentów w problematykę nowoczesnych technologii wytwarzania powłok i warstw ochronnych stosowanych w przemyśle lotniczym. Zapoznanie z trendami rozwojowymi i współczesnymi metodami uszlachetniania warstwy wierzchniej elementów i konstrukcji lotniczych w celu uzyskiwania założonych właściwości.

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 student, który zaliczył zajęcia:	formy prowadzenia zajęć	sposoby weryfikacji i oceny efektu uczenia się
Wiedza: zna i rozumie			
K2A_W04	w pogłębionym stopniu procesy technologiczne wykorzystywane w kształtowaniu struktury i właściwości materiałów inżynierskich i ich powierzchni, zwłaszcza stosowane w przemyśle lotniczym.	Wykład	Egzamin pisemny
K2A_W07	główne tendencje rozwojowe dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa	Wykład	Egzamin pisemny
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 laboratorium
K2A_U07	kierować pracą zespołu, współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach	Laboratorium	Sprawozdanie z laboratorium
K2A_U01	wykorzystywać posiadaną wiedzę powiązaną 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	Seminarium	Prezentacja multimedialna

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

Wiedza i umiejętności w zakresie technologii powłok i warstw ochronnych, wykorzystywanych w przemyśle lotniczym w celu ochrony elementów przed oddziaływaniem wysokiej temperatury, zużyciem i korozją.

4. Opis sposobu wyznaczania punktów ECTS:

Forma aktywności	Liczba godzin / punktów ECTS
Liczba godzin zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia	45/2
Praca własna studenta: przygotowanie do Egzaminu, zapoznanie z literaturą	15/1
Praca własna studenta: przygotowanie prezentacji multimedialnej seminaryjnej	15/0
Praca własna studenta: przygotowanie sprawozdań z zajęć laboratoryjnych	10/0
Inne: konsultacje i zaliczenia	5/0
Suma godzin	90
Liczba punktów ECTS przypisana do zajęć	3

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: 50 / 2 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: 45 / 2 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: 45

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

- 1) Dr hab. inż. Bogusław Mendala, prof. PŚ, boguslaw.mendala@polsl.pl
- 2) Dr inż. Bartosz Witala, bartosz.witala@polsl.pl
- 3) Dr inż. Aleksander Iwaniak, aleksander.iwaniak@polsl.pl
- 4) Dr inż. Krzysztof Szymański, krzysztof.szymanski@polsl.pl

7. Szczegółowy opis form prowadzenia zajęć:

1) wykłady:

- szczegółowe treści programowe:

1. Kryteria podziału technologii wytwarzania powłok i warstw ochronnych na elementach silników lotniczych.
2. Przegląd nowoczesnych technologii wytwarzania powłok ochronnych i możliwości odnośnie zastosowania w przemyśle lotniczym, wymagania norm lotniczych dotyczące powłok i warstw ochronnych.
3. Technologie wytwarzania warstw żaroodpornych, metody bezkontaktowe (CVD, out of pack), metody kontaktowe – proszkowe, przykłady technologii stosowanych w firmach lotniczych.
4. Technologie wytwarzania powłok odpornych na zużycie, zużycie erozyjne i korozję.
5. Technologie fizycznego osadzania powłok (PVD, EB-PVD) wykorzystywane w lotnictwie.
6. Technologie wytwarzania powłokowych barier cieplnych, natryskiwanie cieplne (APS, LPPS).
7. Technologie wytwarzania antykorozyjnych powłok lakierniczych, powłoki zawieszinowe (slurry).
8. Galwaniczne i bezprądowe technologie osadzania powłok stosowane w przemyśle lotniczym.

- 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 egzaminu (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 wykładach nieobowiązkowa;

2) Laboratoria:

- szczegółowe treści programowe:

1. Wytwarzanie warstw ochronnych z wykorzystaniem technologii chemicznego osadzania powłok - CVD.
2. Wytwarzania warstw dyfuzyjnych odpornych na zużycie.
3. Wytwarzanie powłok z zastosowaniem technologii PVD.
4. Wytwarzanie powłok ochronnych z wykorzystaniem technologii natryskiwania cieplnego.
5. Technologie wytwarzania powłokowych barier cieplnych TBC.
6. Wytwarzanie powłok galwanicznych i bezprądowych.
7. Wytwarzanie powłok lakierniczych i zawieszinowych. Charakterystyka wytworzonych warstw i powłok ochronnych.

- 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;

3) Projekty:

- szczegółowe treści programowe:

1. Wykonanie projektu modelu 3D detali z wykorzystaniem skanera optycznego GOM SM, detali o małych wymiarach XYZ (mała pole pomiarowe 60 mm). Przeprowadzenie wymiarowania detali 3D. Wykonanie raportu z badań.

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

dyskusja, samodzielne wykonywanie projektu oraz prezentacji

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

- *oddanie oraz uzyskanie pozytywnej oceny z projektu oraz jego prezentacji,*

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

prezentacja treści programowych zgodnie z kartą przedmiotu / wykonanie projektu / obecność na 80% realizowanych zajęć projektowych;

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 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. Materiały i literatura dostępne w Laboratorium Inżynierii Powierzchni i Technologii Lotniczych,
2. Wykłady z przedmiotu Technologie Lotniczych Powłok Ochronnych,
3. B. Mendala, Kształtowanie struktury i właściwości powłok ochronnych na stalowych łopatkach sprężarek silników lotniczych, Wyd. Politechniki Śląskiej, 2013 r.
4. L. Swadźba, B. Mendala and all, Coatings for Aeroengine Applications, Articles published in 1992-2014, Elsevier,
5. L. Swadźba, Kształtowanie struktury oraz właściwości powłok ochronnych na wybranych stopach stosowanych w lotniczych silnikach turbinowych, Wyd. Politechniki Śląskiej, 2007 r.,
6. T. Burakowski, T. Wierchoń, Inżynieria Powierzchni Metali, WNT, Warszawa 1995;
7. T. Burakowski, Areologia, Powstanie i rozwój, Radom 2007
8. J. Michalski, Fizykochemiczne podstawy otrzymywania powłok z fazy gazowej OWPW 2000 r.
9. Wyciągi z norm lotniczych dotyczące powłok i warstw ochronnych wytwarzanych na komponentach lotniczych.
10. Katalog rozwiązań innowacyjnych Projektu Kluczowego, Nowoczesne Technologie i Materiały stosowane w przemyśle lotniczym, wyd. IV, Rzeszów, 2017 r.

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, technologii wytwarzania powłok i warstw ochronnych, stosowanych zwłaszcza w przemyśle lotniczym. Posiadają certyfikaty doskonałości przyznane przez firmę Pratt and Whitney, patenty oraz odbyli specjalistyczne szkolenia i staże przemysłowe w firmach lotniczych. Ponadto, realizowali również liczne projekty badawcze związane z tematyką przedmiotu.

13. Inne informacje: -