**Nazwa przedmiotu:**

Materiały metaliczne - obróbka cieplna/ Metallic Materials - Heat Treatment

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Michał Tacikowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Materiałowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MATMOC

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Liczba godzin pracy studenta ogółem - 140, obejmuje: obecność na wykładach- 30 godz., uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych – 45 godz., praca własna studenta w domu w zakresie przygotowania teoretycznego do sprawdzianów i opracowania sprawozdań z laboratoriów – 45 godz., przygotowanie się studenta do egzaminu pisemnego – 20 godzin.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

3 punkty ECTS – 30 godzin wykładu, 45 godzin laboratoriów.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

3 punkty ECTS - uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych – 45 godz., praca własna studenta w domu w zakresie przygotowania teoretycznego do sprawdzianów i opracowania sprawozdań z laboratoriów – 45 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 45h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zakres wiadomości z przedmiotów: Wykład – Podstawy nauki o materiałach 1 i 2. Podstawy inżynierii powierzchni. Podstawy wytrzymałości materiałów. Struktura krystaliczna, rodzaje faz w stopach metali, defekty budowy krystalicznej, punktowe, liniowe, powierzchniowe. Krystalizacja z fazy ciekłej i stałej, zarodkowanie, mechanizm wzrostu. Podstawy krystalizacji. Układy równowagi faz, budowa wykresów równowagi. Układ Fe-Fe3C, struktury równowagowe, przemiany fazowe. Podstawy dyfuzji. Mechanizmy umocnienia, roztworowe, odkształceniowe, wydzieleniowe, dyspersyjne. Odkształcenie plastyczne, zdrowienie i rekrystalizacja. Materiały metaliczne i metalurgia. Informacje o głównych metodach metalurgicznych stosowanych w technice, stopach żelaza (stalach i żeliwach) oraz metali nieżelaznych. Procesy metalurgiczne wytwarzania technicznych stopów żelaza (stali, żeliw). Procesy stalownicze. Przemiany fazowe oraz mechanizmy umocnienia i możliwości ich wykorzystania w procesach kształtowania właściwości stopów żelaza. Klasyfikacja, znakowanie, własności i zastosowanie stali. Laboratorium – j. w. oraz – Podstawowe przemiany fazowo strukturalne zachodzące przy nagrzewaniu i chłodzeniu stali. Krzywe CTP, tworzenie struktur perlitycznych, bainitycznych i martenzytycznych, Przemiany przy nagrzewaniu martenzytu w procesach odpuszczania. Tworzenie sorbitu podczas ulepszania cieplnego.

**Limit liczby studentów:**

Wykład - bez ograniczeń. Laboratorium - z uwagi na wymogi przepisów BHP grupa realizująca zajęcia nie powinna liczyć więcej niż 18 osoby (6 osób w podgrupie tematycznej)

**Cel przedmiotu:**

Wykład: Przekazanie studentom podstawowej wiedzy o tworzywach metalicznych stosowanych w technice, w szczególności o stalach, w aspekcie kształtowania ich własności użytkowych metodami obróbki cielnej i cieplno-chemicznej. Laboratorium: Zapoznanie studentów podstawami realizacji technologii obróbek cieplnych i cieplno-chemicznych w oparciu o stosowane urządzenia, atmosfery ochronne, ośrodki grzewcze i chłodzące, oraz mechanizmy przemian fazowo-strukturalnych zachodzących przy grzaniu i chłodzeniu materiałów i występujące w nich naprężenia własne. Przekazanie podstawowej wiedzy z zakresu budowy urządzeń do realizacji nowoczesnej technologii obróbki cieplnej stopów metali w tym pieców z atmosferami ochronnymi, ośrodkami kąpielowymi oraz urządzeniami próżniowymi, reagowaniem składników chemicznych tych ośrodków, grzewczych na zmiany lub równowagę przypowierzchniowych składników fazowo strukturalnych w obrabialnych cieplnie materiałach, podczas grzania i chłodzenia w celu uzyskania określonych własności obrabianych stopów metali. Zapoznanie z praktyczną realizacją technologii obróbek cieplnych stali konstrukcyjnych oraz narzędziowych w tym stali do pracy na zimno, gorąco lub szybkotnących, oraz nowoczesnych, ekonomicznych obróbek cieplno chemicznych nawęglania, azotowania, węgloazotowania w oparciu o procesy aktywno dyfuzyjne gazowe, próżniowe oraz regulowane.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Podstawowa wiedza o tworzywach metalicznych stosowanych w technice, w szczególności o stalach, w aspekcie kształtowania ich własności użytkowych metodami obróbki cielnej (OC) i cieplno chemicznej (OCh). Omawiane zagadnienia: Podstawy teoretyczne OC stali - przemiany podstawowe. Technologia OC – hartowanie, odpuszczania, ulepszanie stali, wyżarzania. Ośrodki grzewcze. Wady OC. Obróbka cieplna stali narzędziowych. Utwardzanie wydzieleniowe. Obróbka cieplno-chemiczna stali OCh – podstawy. Azotowanie. Nawęglanie. Borowanie. Metalizowanie dyfuzyjne. Obróbka cieplno-plastyczna Nanostrukturyzacja stali – przemiana bainityczna. Stale stopowe – konstrukcyjne, maszynowe, na elementy łożysk tocznych, do pracy w podwyższonej temperaturze, stale stosowane na narzędzia, w tym narzędzia szybkotnące, do pracy na gorąco i na zimno. Laboratorium: Zalecenia dotyczące realizacji technologii obróbki cieplnej składającej się z operacji, zabiegów i czynności, przy nagrzewaniu i chłodzeniu z pośrednim wytrzymywaniem temperatur przy obróbce stali stopowych i zmniejszonym przewodnictwie cieplnym. Rozkład temperatur w przekroju elementów przy grzaniu i chłodzeniu oraz tworzące się naprężenia cieplne i strukturalne. Zmiany własności stref przypowierzchniowych na skutek procesów odwęglania i utleniania stali i metody zapobiegania. Ośrodki grzewcze w OC. Atmosfery ochronne generatorowe endo- i egzotermiczne, oraz z rozkładu amoniaku. Skład, wytwarzanie, zastosowanie. Podstawowe urządzenia stosowane do realizacji OC i OCh. z atmosfera gazową, kąpielową oraz próżniową. Realizacja technologii obróbek OC w zakresie wyżarzania, hartowania martenzytycznego objętościowego stali konstrukcyjnych i narzędziowych (w tym szybkotnących) w połączeniu z procesami odpuszczania (w tym ulepszania cieplnego). Projektowanie obróbki -dobór parametrów, urządzeń, ośrodków grzewczych i chłodzących w celu otrzymania określonych własności w oparciu o przemiany strukturalne materiałów. Dylatometria, jako narzędzie symulowania procesów obróbki cieplnej. Izotermiczne procesy hartowania bainitycznego, dobór stali otrzymywane własności. Procesy utwardzania dyspersyjnego w ramach przesycania i starzenia. Realizacja nowoczesnych procesów technologii utwardzania powierzchniowego w procesach hartowania powierzchniowego, nawęglania aktywno-dyfuzyjnego w tym próżniowego oraz azotowania gazowego w procesach regulowanych.

**Metody oceny:**

Wykład: Egzamin pisemny w sesji – czas trwania 1,5 godz. oraz dodatkowa możliwa część ustna egzaminu w przypadku słabych wyników w części pisemnej. Laboratorium: W każdym z 5 tematów wykonawczych 20 min. pisemny sprawdzian z wiadomości plus rozmowa w trakcie repetytorium oraz sprawozdanie końcowe z części badawczej.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. M. Blicharski, Inżynieria materiałowa Stal, Wyd. II, WNT, Warszawa, 2012
2. M. Blicharski, Inżynieria materiałowa, Wyd. IV, WNT, Warszawa, 2012
3. M. Blicharski, Inżynieria powierzchni, Wyd. II, WNT, Warszawa, 2009
4. K. Przybyłowicz, Metaloznawstwo, Wyd. VII, WNT, Warszawa 2007
5. L. A. Dobrzański, Materiały inżynierskie i projektowanie Materiałowe, Wyd. II, WNT, Warszawa 2006
6. Metaloznawstwo i Obróbka Cieplna Materiałów Narzędziowych, WNT, Warszawa 1990.
7. W. Luty i inni Poradnik Inżyniera – Obróbka Cieplna Stopów Żelaza WNT, Warszawa 1977. 8.Aleksander Moszczyński Tadeusz Sobusiak, Atmosfery ochronne do obróbki cieplne, WNT, Warszawa 1971 9. A. Moszczyński, Nawęglanie Gazowe Stali, WNT Warszawa, 1983.

**Witryna www przedmiotu:**

---

**Uwagi:**

---

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt MATMOC\_W1:**

Ma wiedzę dotyczącą podstawowych grup tworzyw metalicznych stosowanych w technice

Weryfikacja:

Wykł. - egzamin; Lab. - sprawdzian wiadomości i sprawozdanie z każdego z 5 tematów wykonawczych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_W05, IM\_W06, IM\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W05

**Efekt MATMOC\_W2:**

Zna podstawowe kryteria i metody doboru tworzyw metalicznych w zastosowaniach inżynierskich

Weryfikacja:

Wykł. - egzamin; Lab. - sprawdzian wiadomości i sprawozdanie z każdego z 5 tematów wykonawczych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_W05, IM\_W06, IM\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, InzA\_W05

**Efekt MATMOC\_W3:**

Ma wiedzę z zakresu podstaw teoretycznych, metodyki, doboru i realizacji obróbki cieplnej

Weryfikacja:

Wykł. - egzamin; Lab. - sprawdzian wiadomości i sprawozdanie z każdego z 5 tematów wykonawczych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_W06, IM\_W12, IM\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, T1A\_W06, T1A\_W07, InzA\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt MATMOC\_U1:**

Potrafi dobrać odpowiednie do rodzaju zastosowania i warunków eksploatacji tworzywo metaliczne i zaprojektować jego obróbkę cieplną lub powierzchniową

Weryfikacja:

Wykł. - egzamin; Lab. - sprawdzian wiadomości i sprawozdanie z każdego z 5 tematów wykonawczych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_U08, IM\_U09, IM\_U13, IM\_U14, IM\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_U14, T1A\_U16

**Efekt MATMOC\_U2:**

Potrafi ocenić aspekty ekologiczne zastosowania wybranych technologii obróbki cieplej lub powierzchniowej

Weryfikacja:

Wykł. - egzamin; Lab. - sprawdzian wiadomości i sprawozdanie z każdego z 5 tematów wykonawczych.s

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U10

**Efekt MATMOC\_U3:**

Umie ocenić aspekty ekonomiczne wyboru określonych materiałów i technologii ich obróbki

Weryfikacja:

Wykł. - egzamin; Lab. - sprwadzain wiadomości i sprawozdanie z każdego z 5 tematów wykonawczych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_U12, IM\_U13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U12, T1A\_U13

**Efekt MATMOC\_U4:**

Na podstawie posiadanej wiedzy i analizy fachowej literatury student rozwija poprzez pracę własną swoje umiejętności i wiedzę z zakresu tworzyw metalicznych i obróbki cieplnej. Student umie opracować i prawidłowo zinterpretować otrzymane wyniki, wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych badań. Przy opracowaniu sprawozdań korzysta z technik informacyjno-komunikacyjnych.

Weryfikacja:

Ocena sprawozdań, sprawdzian z wiadomości

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_U01, IM\_U05, IM\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U05, T1A\_U07

**Efekt MATMOC\_U5:**

W trakcie wykonywania doświadczeń w laboratorium stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.

Weryfikacja:

Obserwacja i ocena umiejętności studenta w trakcie zajęć.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt MATMOC\_K1:**

Rozumie potrzebę pogłębiania i aktualizowania wiedzy w stopniu umożliwiającym wykorzystanie najnowocześniejszych rozwiązań technicznych w doborze materiałów i projektowaniu ich obróbki cieplnej lub powierzchniowej.

Weryfikacja:

Rozmowa ze studentami

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01

**Efekt MATMOC\_K2:**

Ma świadomość znaczenia obróbki cieplnej tworzyw metalicznych dla optymalnego wykorzystania materiałów w technice. Rozumie zagrożenia wynikające z niewłaściwie podjętych decyzji dot. procesów obróbki cieplnej.

Weryfikacja:

Rozmowa ze studentami

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_K02, IM\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, T1A\_K05

**Efekt MATMOC\_K3:**

Rozumie istotną rolę inżynierii powierzchni tworzyw metalicznych w aspekcie zwiększenia trwałości wyrobów i oszczędności materiałów. Ma świadomość znaczenia innowacyjnych technologii w modyfikacji warstwy wierzchniej umożliwiającej uzyskanie jak najlepszych właściwości materiałów- w budowaniu przewagi konkurencyjnej polskiej gospodarki, przedsiębiorstw, świata nauki. Rozumie potrzebę przekazywania informacji o dokonanych odkryciach, osiągniętych rezultatach społeczeństwu, światu nauki, dokonywania transferu wiedzy i technologii do przemysłu, z uwzględnieniem zasad ochrony własności intelektualnej.

Weryfikacja:

Rozmowa ze studentami

**Powiązane efekty kierunkowe:** IM\_K02, IM\_K05, IM\_K07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, T1A\_K05, T1A\_K07