UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Metals Science and Sustainability

2324-1-FSM01Q009

Obiettivi

L'insegnamento mira a fornire un'ampia conoscenza fondamentale della metallurgia e dei materiali metallici. L'obiettivo di apprendimento è acquisire una comprensione generale di come i fattori chimico-fisici, microstrutturali e tecnologici possono influire sulle proprietà finali di metalli e leghe.

Contenuti sintetici

Gli argomenti del corso possono essere suddivisi in tre blocchi principali.

Il primo blocco comprende i fenomeni chimico-fisici e metallurgici di base che sono coinvolti nello sviluppo di fasi e microstrutture in metalli e leghe, e alcuni metodi di caratterizzazione.

Il secondo blocco comprende esempi di processi tecnologici utilizzati per la sintesi e la trasformazione di materiali metallici e per l'impostazione delle loro proprietà finali.

Il terzo blocco fornisce una panoramica per composizione delle principali classi di materiali metallici, compresa la classificazione, le applicazioni e il ciclo di vita.

Programma esteso

Definizione di metalli e materiali metallici. Descrizione dei reticoli cristallini metallici. Difetti del reticolo (punti difettosi, dislocazioni, bordi di grano, geminazione, difetti di impilamento) riferiti ai materiali metallici.

Alligazione. Soluzioni reali e criteri di Hume-Rothery. Esempi di diagrammi di fase metallici e diagrammi di fase

ternari di leghe metalliche.

Sintesi di metalli e fisica di base della solidificazione nei metalli. Panoramica delle tecniche fusorie e di colata.

Fisica delle dislocazioni, sistemi di scorrimento e fenomeni di deformazione plastica. Incrudimento. Sviluppo di tessiture.

Panoramica dei processi di lavorazione dei metalli: laminazione, trafilatura. Processi di ricottura: rinvenimento, ricristallizzazione e crescita di grano.

Effetti della diffusione nei materiali metallici: precipitazione, sviluppo di seconde fasi. Saldatura per diffusione, Metallurgia delle polveri, Carburizzazione di acciai.

Meccanismi di rafforzamento: rafforzamento per soluzione, rafforzamento per dispersione, rafforzamento per precipitazione, invecchiamento.

Geminazione. Trasformazioni martensitiche.

Caratterizzazione microstrutturale: diffrazione dei raggi X, effetti della microstruttura sulla forma dei picchi, metodo di Rietveld, analisi di Williamson-Hall, elementi di analisi delle tessiture; Metallografia: microscopia ottica ed elettronica. EBSD. EDX e tecniche di micro-analisi.

Caratterizzazione meccanica: curve di trazione per materiali metallici. Effetti anelastici. *Creep*. Prove di durezza.

Panoramica delle leghe leggere (alluminio, titanio, magnesio): produzione, ciclo di vita, composizioni, classificazioni, applicazioni.

Panoramica delle leghe di rame: produzione, ciclo di vita, composizioni, classificazioni, applicazioni.

Panoramica delle leghe ferrose: sistema Fe-C, ghise e acciai. Microstrutture e proprietà degli acciai. Produzione, ciclo di vita, composizioni, classificazioni, applicazioni degli acciai. Trattamenti termici: curve TTT e CCT per gli acciai.

Leghe per oreficeria.

Leghe a memoria di forma.

Metallurgia additiva: Selective Laser Melting.

Materiali metallici amorfi e nanostrutturati.

Prerequisiti

Conoscenze di base di: Analisi matematica, Termodinamica, Chimica generale, Meccanica dei solidi, Strutture cristalline, nozioni base di Diffrazione dei raggi X, Calorimetria.

Modalità didattica

Lezioni frontali.

Esercitazione in aula sul processo produttivo di un manufatto metallico.

Progetto: lavoro di gruppo riguardante materiali metallici innovativi, processi, o la sostenibilità dei processi, comprendente ricerca bibliografica e la discussion di idee per possibili applicazioni o metodi di caratterizzazione. Il progetto è obbligatorio.

Visita ad un laboratorio di ricerca metallurgica.

L'insegnamento verrà erogato in lingua inglese.

Materiale didattico

Le diapositive del corso sono disponibili per gli studenti. Si consiglia la frequenza in aula.

I seguenti libri di testo sono suggeriti come materiale di riferimento che copre i contenuti dell'insegnamento.

Conoscenze generali e tecnologia

A.C. Reardon, Metallurgy for the Non-Metallurgist, 2nd Ed., ASM International, 2011 [easy textbook on metallic materials]

J.C. Warner, D.A. Brandt, Metallurgy Fundamentals, 5th Ed., Goodheart-Willcox, 2009 [easy general overview]

J.T. Black, R.A. Kohser, Materials and Processes in Manufacturing, 10th Ed., John Wiley & Sons, 2008 [overview of technology]

W. D. Callister Jr., Fundamentals of Materials Science and Engineering, 5th Ed., John Wiley & Sons, 2001

Metallurgia fisica

D.A. Porter, K. E. Easterling, Phase transformations in Metals and Alloys, 3rd Ed., Taylor & Francis Group, 2009

G. Gottstein, Physical Foundations of Materials Science, Springer Verlag, 1?? Ed., 2004

R. Abbaschian, L. Abbaschian, R.E. Reed-Hill, Physical Metallurgy Principles, 4th Ed., Cengage Learning, 2009

R.E. Smallman, A.H.W. Ngan, Physical Metallurgy and Advanced Materials, 7th Ed., Elsevier, 2007 [Advanced]

R.E. Reed-Hill, Physical Metallurgy Principles, D. Van Nostran Company, 2nd Ed., 1973 [Good, but old]

R.W. Cahn, P. Haasen, Physical Metallurgy. 3 Vols., 4th Ed., North Holland, 1996 [Complete and advanced - for reference]

D.E. Laughlin, K. Ho?no, Physical metallurgy 3 Vols, 5th Ed., Elsevier Science, 2014 [Complete and advanced - for reference]

Lavorazione dei metalli e proprietà meccaniche

G.E. Dieter, Mechanical Metallurgy, Metric Edition, McGraw-Hill, 1988

Diffrazione dei raggi X

S.J.L. Billinge,; R.E. Dinnebier, Powder Diffraction: Theory and Practice. Cambridge : Royal Society of Chemistry. 2008

Periodo di erogazione dell'insegnamento

L'insegnamento viene erogato durante il primo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Il raggiungimento degli obiettivi formativi sarà valutato in una prova orale.

Agli studenti verrà chiesto di discutere alcuni argomenti tratti dal programma del corso. In particolare, sarà valutata la loro conoscenza della materia e la loro capacità di sfruttare le nozioni acquisite sui meccanismi fondamentali per derivare requisiti tecnici per i materiali metallici nelle applicazioni. A questo scopo, potrà essere chiesto loro di proporre e discutere esempi di composizioni e processi adatti a fornire soluzioni per semplici casi studio.

Verrà loro chiesto anche di discutere il proprio Progetto svolto nel corso.

Orario di ricevimento

Il docente riceve su appuntamento.

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO | PARTNERSHIP PER GLI OBIETTIVI