INGEGNERIA INDUSTRIALE (LB10)

(Brindisi - Università degli Studi)

Insegnamento METALLURGIA C.I.

GenCod A005384

Docente titolare PAOLA LEO

Insegnamento METALLURGIA C.I.

Anno di corso 1

Insegnamento in inglese METALLURGY C.I.

Lingua ITALIANO

Settore disciplinare ING-IND/21

Percorso PERCORSO COMUNE

Corso di studi di riferimento INGEGNERIA INDUSTRIALE

Tipo corso di studi Laurea

Sede Brindisi

Crediti 6.0

Periodo

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 54.0

Tipo esame Orale

Per immatricolati nel 2019/2020

Valutazione

Erogato nel 2019/2020

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso di metallurgia si suddivide in due parti:
1)La prima parte del corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base della metallurgia (cristallografia, difettosità, metodi di rafforzamento, deformabilità).
2)La seconda parte del corso sviluppa le trasformazioni di equilibrio, di non equilibrio (curve TTT e CCT) e i trattamenti termici e termochimici degli acciai.
Inoltre vengono analizzate le proprietà meccaniche, le applicazioni e i limiti degli acciai al carbonio di uso generale e speciale e delle più comuni leghe non ferrose.

PREREQUISITI

Sono utili i contenuti di Chimica

OBIETTIVI FORMATIVI	Gli obiettivi formativi del corso sono i seguenti: 1) Saper caratterizzare la cristallografia delle più comuni celle unitarie in termini di numero di coordinazione, numero di atomi per cella, numero di sistemi di scorrimento, relazione tra raggio atomico e parametro di cella, indicizzazione delle famiglie di piani e direzioni di massimo impacchettamento, fattore di impacchettamento atomico, densità. 2) Conoscere i meccanismi di solidificazione di un metallo puro e i parametri che li influenzano. 3) Saper riconoscere le principali difettosità ed il loro ruolo sulle proprietà di metalli e leghe metalliche. 4) Saper individuare i meccanismi di rafforzamento di metalli e leghe metalliche, l'evoluzione microstrutturale da essi indotta, le loro potenzialità e i loro limiti di impiego. 5) Conoscere i principali meccanismi di evoluzione microstrutturale allo stato solido e i parametri che li influenzano. 6) Saper riconoscere la morfologia e la natura delle microstrutture di equilibrio e di non equilibrio degli acciai e le rispettive proprietà meccaniche. Saper sviluppare cicli termici in relazione alle proprietà richieste in esercizio. 7) Saper individuare lo scopo dei più comuni trattamenti termici e termochimici che si eseguono sugli acciai: quale ciclo termico prevedono, per quali composizioni si applicano, quali sono le eventuali problematiche e limiti. 8) Sapersi orientare nei campi di applicazione dell'utilizzo degli acciai e delle principali leghe non ferrose sulla base delle rispettive proprietà.
METODI DIDATTICI	Lezioni Frontali e Laboratorio.
MODALITA' D'ESAME	Prima dell'emergenza COVID: Prova scritta su argomenti teorici, di laboratorio ed esercizi. Discussione delle esperienze di laboratorio. Agli studenti non frequentanti è fornita dal docente, su richiesta degli interessati, una dispensa in cui vengono descritte e commentate le esperienze di laboratorio. Durante l'emergenza COVID: Prova orale svolta per via telematica su argomenti teorici, di laboratorio ed esercizi. Discussione delle esperienze di laboratorio. Agli studenti non frequentanti è fornita dal docente, su richiesta degli interessati, una dispensa in cui vengono descritte e commentate le esperienze di laboratorio.

PROGRAMMA ESTESO

Teoria:

Cristallografia (7 ore) : Caratterizzazione cristallografica delle più comuni celle unitarie, sistemi cristallografici o di Bravais-geometrici, piani e direzioni cristallografiche, densità lineare, planare, volumetrica, strutture a massimo impacchettamento, sistemi di scorrimento, monocristalli e policristalli. La deformazione di un monocristallo ideale e reale. Analisi del Critical resolved shear stress.

La solidificazione di un metallo puro (2 ore) :principi termodinamici, nucleazione omogenea ed eterogenea, meccanismi di solidificazione di un metallo puro e le morfologie di crescita

Difetti nei solidi cristallini (4 ore): difetti di punto (vacanze di tipo Schotty e Frenkel, atomi interstiziali, atomi sostituzionali, impurezze e soluzioni solide), difetti di linea (generazione di dislocazioni a spigolo, a vite, miste;classificazione delle dislocazioni mediante il vettore di Burger; disallineamento degli atomi nell'intorno della linea di dislocazione; proprietà geometriche delle dislocazioni ruolo delle dislocazioni nella deformazione plastica; annullamento di dislocazioni; moltiplicazione di dislocazioni secondo Frank-Read), difetti di superficie (bordi di grano, difetti di impilaggio: twinning e stacking fault).

Deformazione e incrudimento (6 ore): Curve di trazione di un monocristallo secondo la teoria dei sistemi di scorrimento e secondo la teoria della Mesh Length. Relazioni con la curva di trazione di un policristallo. Engineering stress-strain curve and flow curve. Prova di trazione ad alta temperatura. Cenni al recupero e alla ricristallizzazione. Deformazione per geminazione.

Metodi di rafforzamento per affinamento del grano, per soluzione solida, per precipitazione, per dispersione (4 ore).

Leghe non ferrose (2 ore): designazione, proprietà e applicazioni.

Diagramma Fe-C e microstrutture di equilibrio (8 ore): Richiami sulle regole generali per l'interpretazione del diagramma di stato, fasi e costituenti, punti critici e trasformazioni invarianti. Proprietà meccaniche di fasi e costituenti. Microstrutture di equilibrio. Classificazione degli acciai rispetto al diagramma di stato, analisi dell'evoluzione microstrutturale al raffreddamento. Diagramma delle fasi e dei costituenti. Diagramma delle proprietà meccaniche degli acciai allo stato ricotto.

Trasformazioni isoterme e anisoterme dell'austenite (8 ore): Termodinamica e cinetica delle trasformazioni allo stato solido, curve di trasformazione tempo temperatura isoterme (TTT) dell'austenite, prodotti di trasformazione dell'austenite al variare del sottoraffreddamento dal campo austenitico.Trasformazioni dell'austenite per raffreddamento continuo (curve CCT). Effetto della velocità di raffreddamento sulle temperature di trasformazione e sui prodotti di trasformazione dell'austenite.Proprietà meccaniche delle microstrutture di non equilibrio, effetto degli alliganti e della dimensione del grano austenitico sulle curve di trasformazione. La prova Jominy.

Trattamenti termici e termochimici degli acciai (3 ore) : Ricottura, Normalizzazione, Bonifica, Tempra bainitica o Austempering, Martempering Cementazione, Nitrurazione.

Acciai (2 ore): influenza degli elementi sulle proprietà del ferro, acciai da costruzione di uso generale, acciai speciali da costruzione.

Laboratorio:

1)Preparativa metallografica e microscopio ottico (2 ore) : osservazione al microscopio ottico delle principali leghe non ferrose dopo preparativa metallografica e prima e dopo attacco chimico/anodizzazione: individuazione delle fasi, grani, eventuali difettosità, segregazioni, lega colata e leghe deformate plasticamente. Durezza delle leghe caratterizzate

2)Rafforzamento (2 ore):Trattamento termico di solubilizzazione e Trattamento termico di invecchiamento: microdurezza prima e dopo trattamento termico, conducibilità elettrica prima e dopo trattamento termico. Determinazione della curva di invecchiamento.

3) Microstrutture di equilibrio di acciai al carbonio (2 ore) : caratterizzazione microstrutturale e

meccanica di acciai C10, C20, C30, C40 mediante attacco chimico e prove di durezza. Confronti.
3) Trasformazioni anisoterme: ruolo del mezzo di spegnimento, diametro critico, composizione dell'acciaio, dimensione del grano austenitico (6 ore) :
a) mezzi di spegnimento diversi su campioni dello stesso acciaio: curve di microdurezza e analisi microstruttura: Individuazione delle diverse micro/macro strutture mediante attacco chimico e osservazione microstrutturale e mediante curve di microdurezza. Diagrammi di Atkins.
b) mezzo di spegnimento fisso su campioni della stessa composizione ma diametro crescente. curve di microdurezza e analisi microstruttura: Individuazione delle diverse microstrutture mediante attacco chimico e mediante curve di microdurezza. Diagrammi di Atkins.
c) mezzo di spegnimento fisso su campioni aventi la stessa dimensione ma differente composizione (effetto della composizione sulla temprabilità e sulla durezza della martensite).
d) tempra nello stesso mezzo di spegnimento di un acciaio con differente dimensione del grano austenitico (effetto della dimensione del grano austenitico sulla temprabilità)
4) Ricottura (1 ora): ruolo della dimensione del grano austenitico sulla microstruttura e durezza di acciai di composizione fissa.
5) Rinvenimento della Martensite (1 ora): effetto temperature crescenti a tempi di mantenimento costanti: Durezza Vs Temperatura di mantenimento.

TESTI DI RIFERIMENTO

[1] M.Tisza, *Physical Metallurgy for Engineers*, ASM;
[2] Alberto Cigada e Tommaso Pastore, *Struttura e proprietà dei materiali metallici*, McGraw-Hill;
[3] W. Nicodemi, *Metallurgia*, Zanichelli;
[4] W. Nicodemi, *Acciai e leghe non ferrose*, Zanichelli.
[5] William D. Callister, Jr., Materials Science and Engineering, John Wiley & Sons
[6] Stefano Spigarelli, Metallurgia Meccanica, Esculapio