

### Metallurgia delle polveri

- Caratteristiche delle polveri.
- Produzione delle polveri metalliche.
- Trattamento delle polveri.
- Sinterizzazione.
- Impiego dei sinterizzati (utensili di metallo duro, cuscinetti, boccole autolubrificanti e materiali antifrizione)

### Diagrammi di equilibrio

- Generalità (equilibrio stabile, metastabile e instabile; sistema omogeneo; sistema eterogeneo, definizione di fase).
- Legge di Gibbs (teoria e applicazioni).
- Diagrammi di equilibrio binari. Costruzione dei diagrammi di equilibrio.
- Analisi dei diagrammi di equilibrio.
- Diagramma di equilibrio di una lega binaria i cui costituenti A e B sono completamente solubili allo stato liquido e allo stato solido, senza formazione di composti intermetallici o composti intermedi (teoria e applicazioni).
- Diagramma di equilibrio di una lega binaria i cui costituenti A e B sono completamente solubili allo stato solido, completamente insolubili allo stato liquido, senza formazione di composti e/o trasformazioni allo stato solido (teoria e applicazioni).
- Diagramma di equilibrio di una lega binaria i cui costituenti A e B sono completamente solubili allo stato liquido, completamente insolubili allo stato solido, con formazione di eutettico, senza formazione di composti e/o trasformazioni allo stato solido (teoria e applicazioni).
- Diagramma di equilibrio di una lega binaria i cui costituenti A e B sono solubili allo stato liquido e allo stato solido, senza formazione di composti, ma con trasformazioni allo stato solido:
  - a) lega solubile allo stato liquido e solido, con curva di saturazione della soluzione solida (teoria e applicazioni);
  - b) lega binaria con formazione di eutettico tra la soluzione solida  $\alpha$  e l'elemento puro e saturazione della soluzione solida e l'elemento puro e saturazione della soluzione solida (teoria e applicazioni);
  - c) lega binaria che forma soluzioni solide con curve di saturazione ed eutettico fra le soluzioni stesse (teoria e applicazioni).
- Diagramma di equilibrio di una lega binaria i cui costituenti A e B sono solubili allo stato liquido e allo stato solido, senza formazione di composti, con trasformazioni allo stato solido e presenza di peritettico (teoria e applicazioni).
- Diagramma di lega binaria solubile allo stato liquido e allo stato solido con saturazione della soluzione solida in soluzioni secondarie e con formazione di eutettoide tra le soluzioni secondarie (teoria e applicazioni).
- Leghe binarie i cui costituenti formano composti intermetallici  $A_xB_y$ :
  - a) lega che forma soluzioni solide;
  - b) lega insolubile allo stato solido;

- c) lega insolubile allo stato solido con formazione di eutettici tra metalli puri e composto intermetallico;
- d) lega che origina soluzioni solide con formazione di eutettico fra le soluzioni.

### **Diagrammi di equilibrio delle leghe metalliche**

- Stati allotropici del ferro.
- Il carbonio.
- Diagramma Fe-C.
- Ferrite.
- Austenite.
- Perlite.
- Ledeburite.
- Interpretazione del diagramma Fe-C. Solidificazione delle leghe con tenore di Carbonio <2,06% (teoria e applicazioni).
- Trasformazione dell'austenite nelle leghe Fe-Fe<sub>3</sub>C con tenore di Carbonio <2,06% (leghe ipoeutettoidiche; leghe eutettoidiche; leghe ipereutettoidiche): teoria e applicazioni.
- Solidificazione e trasformazioni delle leghe con tenore di Carbonio > 2,06% : leghe ipoeutettiche, leghe ipereutettiche.
- Diagramma Ferro-Ferrite.
- Le strutture del diagramma Fe- Fe<sub>3</sub>C.
- Diagramma strutturale degli acciai.
- Proprietà meccaniche degli acciai in funzione del tenore di carbonio.
- Ghise.
- Ghise grigie.
- Ghise bianche.
- Ghise malleabili.
- Classificazione della forma della grafite nelle ghise.

### **Trattamenti termici degli acciai e delle ghise**

- Generalità.
- Trattamento termico degli acciai.
- Legge di raffreddamento (curve di Bain, isteresi della trasformazione dell'austenite al variare delle velocità di raffreddamento, Curve TTT).
- Tempra.
- Martensite.
- Difetti della martensite.
- Tipi di tempra: Tempra diretta martensitica; Tempra differita, o scalare, martensitica; Tempra interrotta; Tempra superficiale; Tempra degli acciai austenitici; Tempra bainitica.
- Rinvenimento.
- Tipi di rinvenimento: Rinvenimento di distensione; Rinvenimento di bonifica.
- Determinazione della temprabilità: definizione di temprabilità; indici di severità di tempra H e diagramma di Grossmann; prova di temprabilità Jominy; espressione della temprabilità.
- Tempra degli acciai rapidi per utensili. Ricottura degli acciai rapidi. Tempra. Rinvenimento.
- Ricottura: definizione.
- Ricottura completa.

- Ricottura di rigenerazione o di affinazione strutturale.
- Ricottura di coalescenza.
- Ricottura di miglioramento della lavorabilità.
- Ricottura di ricristallizzazione.
- Ricottura isoterma.
- Trattamenti termici delle ghise.
- Ghise grigie: Tempra; Bonifica; Ricottura di lavorabilità; Stabilizzazione; Normalizzazione.
- Ghise bianche: Rinvenimento per indurimento secondario; Ricottura di rilassamento; Malleabilizzazione.

### **Trattamenti termochimici degli acciai**

- Generalità.
- Carbocementazione.
- Cementazione in cementi solidi.
- Carbocementazione in mezzo liquido.
- Cementazione gassosa.
- Misurazione dello spessore di cementazione e d'indurimento.
- Trattamento termico dei pezzi cementati: tempra singola; tempra diretta; doppia tempra; rinvenimento e distensione.
- Nitrurazione.
- Carbonitrurazione.
- Trattamenti termochimici per la protezione delle superfici: Alluminatura; Borurazione; Cromizzazione; Silicizzazione; Solfonitrurazione.

### **Logistica, magazzini e gestione dei rifiuti**

- Logistica.
- Magazzini.
- Stoccaggio dei materiali.
- Fattori di rischio.
- Contrasto dei fattori di rischio nella movimentazione e stoccaggio dei prodotti chimici.
- Gestione dei rifiuti.
- Principi del sistema integrato italiano.
- Principio comunitario delle 4R: riduzione, riutilizzo, raccolta differenziata, riciclaggio.
- Il trattamento dei rifiuti.
- Classificazione dei rifiuti.
- Recupero dei rifiuti metallici.
- Recupero degli oli minerali e fluidi da taglio: descrizione, recupero, smaltimento.
- Recupero rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche

### **Laboratorio**

- Il trapano: lavorazioni eseguibili al trapano. Utensili da trapano: tipi, caratteristiche.
- Il tornio: parti fondamentali, sistemi di bloccaggio, funzionamento. La sicurezza nei laboratori di macchine utensili, sicurezze aggiuntive nei torni e norme di corretto comportamento nel contesto dei laboratori scolastici.
- Lavorazioni eseguibili al tornio: tornitura cilindrica esterna, centratura, intestatura, scelta dei parametri di taglio mediante tabella e mediante calcolo, calcolo di massima del tempo macchina.

- Gli utensili da taglio: caratteristiche geometriche e funzionali, materiali per utensili, tipi di utensili
- Scelta dei parametri di taglio (costruzione e studio del diagramma polare), ottimizzazione delle condizioni di taglio: calcolo della potenza di taglio e della sezione di truciolo massima asportabile..
- Cartellino di lavorazione per la costruzione di una tornitura cilindrica a gradini.
- Semplici esercitazioni pratiche di tornitura (torniture cilindriche esterne, centrature ed intestature Lavorazioni eseguibili al tornio parallelo: esecuzione di gole, conicità, filettature.
- Cartellino di lavorazione per la costruzione di alberi con conicità, gole e filettature.
- Macchine fresatrici: descrizione, funzionamento, scelta dei parametri di taglio, tipi di frese. Apparecchiature ausiliarie alla fresatrice: il disco divisore, descrizione e utilizzo nel caso della costruzione di una ruota dentata Lavorazioni alla fresatrice: spianatura, esecuzione di sedi di linguetta e di chiavetta

Oristano, 15/06/2024

I docenti

Prof.ssa Daniela Pirretti  
Prof. Gian Franco Porcu