



Centro Stampa

ATTENZIONE QUESTI APPUNTI SONO OPERA DI STUDENTI , NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE. IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.

N° 1008

**TECNOLOGIA DEI MATERIALI METALLICI
TEORIA TEMI ESAME**

DI CUBISINO SALVATORE MARCO

Tecnologia dei Materiali Metallici

Definizione di Lega

Definizione: *Materiale con proprietà metalliche formato da due o più metalli o da metalli e non-metalli che ha proprietà risultanti diverse da quelle dei singoli componenti.*

Ad esempio sono leghe formate da soli metalli, come le leghe rame – zinco (ottone), oppure da metallo e non-metallo, come l'acciaio, formato da ferro e carbonio.

Da sottolineare che non tutte le combinazioni di metalli e non – metalli danno vita alle leghe; ad esempio tutti gli ossidi sono composti non metallici.

Ossidi del ferro

Fe₂O₃ (Ematite)

Fe₃O₄ (Magnetite)

FeO (Wustite)

Pertanto la formazione o meno di una lega dipende dal rapporto tra il metallo ed il non – metallo.

Fase

Definizione: *Quantità di materia fisicamente e chimicamente omogenea in ogni suo punto.*

Soluzione

Definizione: Combinazioni di elementi che esistono in determinati rapporti di composizione.

Es. Austenite, Acciaio con tenore di carbonio < 2%

Composti

Definizione: Combinazione di elementi che esiste solo ad una determinata composizione stechiometrica.

Es. Cementite, Fe₃C (carburo). Esiste solo quando si ha un tenore di carbonio pari a 6,70%. Nel caso di composizioni differenti si ha una separazione delle con conseguente formazione di sistemi bifasici; Se tenore di C < 6,70 % si ha cementite e ferro, altrimenti cementite e grafite.

Fasi Metalliche

Caratteristiche:

- **Deformabilità Plastica**

E' la caratteristica principale dei materiali metallici in quanto permette le varie lavorazioni a cui è sottoposto il metallo e fa sì che essi possano essere utilizzati a scopi meccanici.

Produzione:

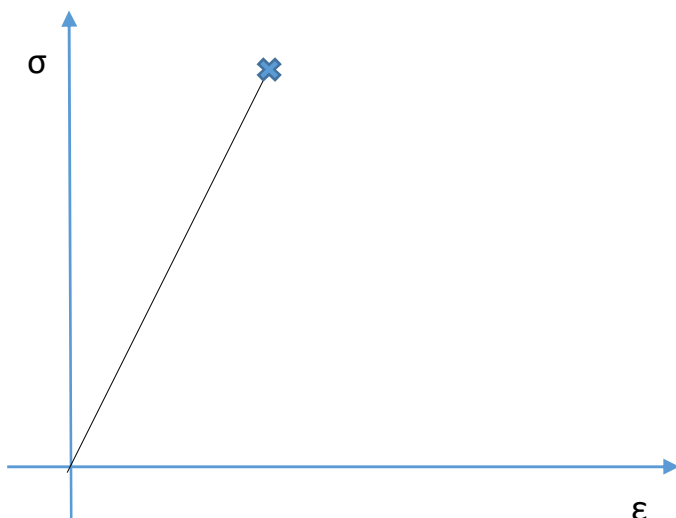
I materiali metallici sono deformabili plasticamente dunque possono essere lavorati in molti modi differenti, quali:

1. Asportazione di Truciolo;
2. Stampaggio a caldo o a freddo (materiale viene messo in uno stampo per fargli assumere la forma desiderata);
3. Laminazione (Cilindri schiacciano e allungano il materiale);
4. Estrusione (materiale viene fatto passare attraverso una sagoma di cui deve assumere la forma);
5. Calandratura (lamiere lavorate con calandra per farle assumere la forma circolare);

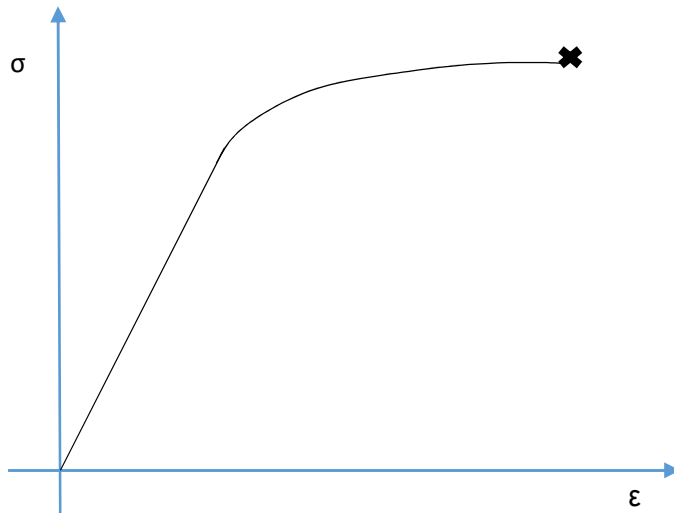
Utilizzo:

Nonostante i materiali metallici possano essere lavorati molto più facilmente degli altri sarebbe possibile, in linea teorica, produrre i vari pezzi meccanici con altre materiali. Nonostante ciò, i pezzi così prodotti, non possono essere utilizzati poiché si avrebbero deformazioni di tipo unicamente elastico che porterebbero a rotture fragili, ovvero istantanee, improvvise e con basso apporto di energia. In una deformazione di tipo elastico una volta che il carico viene annullato il materiale torna nella condizione originale (ritorno elastico).

$$\frac{\sigma}{\varepsilon} = E (\text{Modulo di Young})$$



Come si vede dal grafico una volta raggiunto il limite elastico si ha la rottura del materiale. La deformazione elastica vale per tutti i tipi dei materiali, ma nei metalli, a differenza degli altri, non si ha una rottura immediata ma una volta superato il limite elastico si entra nel campo delle deformazioni plastiche. Pertanto l'energia non verrà utilizzata, come nel caso dei materiali fragili per creare nuove superfici (rottura), ma per deformare il materiale.



La rottura di un materiale metallico è dunque di diverso tipo rispetto a quella di un materiale non metallico in quanto si tratta di una rottura *non improvvisa*, poiché il materiale si deforma prima di arrivare a rottura, *non istantanea* poiché è necessario un aumento di carico che porti alla rottura e ha bisogno di un notevole apporto di energia. Quest'ultimo aspetto si può notare considerando l'area sotto la curva del grafico carico deformazione che è notevolmente maggiore nel caso dei metalli rispetto ai materiali non metallici. Una rottura di questo tipo è detta "plastica" o "duttile".

Tuttavia non è detto che il carico di rottura di un materiale metallico sia superiore rispetto a quello di un materiale non - metallico. In realtà maggiore è la deformabilità plastica del materiale, minore è il carico massimo di rottura del materiale. Ad un aumento della resistenza del materiale corrisponde, dunque, una diminuzione della deformabilità plastica dello stesso. Lo scopo della metallurgia è, dunque, la ricerca di nuovi materiali con deformabilità plastica sempre più alta ed allo stesso tempo carichi di rottura sempre più alti. In modo tale da avere materiali molto resistenti, ma che allo stesso tempo assorbano grandi quantità di energia prima di arrivare a rottura.

Meccanismi di Rafforzamento

I materiali metallici hanno un basso valore resistenziale e per permettere di avere una resistenza più alta si procede con delle tecniche apposite, dette meccanismi di rafforzamento. Essi sono:

1. **Incrudimento:** rafforzamento dovuto a deformazione plastica a freddo;
2. **Precipitazione di seconde fasi:** ottenuto portando la lega a temperature alle quali cambia la solubilità dei soluti che ostacolano il movimento delle dislocazioni o deformano il reticolo e aumentano così la resistenza del materiale;

3. **Affinamento del grano:** ottenuto riducendo il diametro dei grani di un cristallo; si ha così un aumento del numero dei bordi di grano che ostacolano il movimento delle dislocazioni e dunque la resistenza del materiale.
4. **Formazione di soluzioni solide.**

Tutti i meccanismi dipendono dalla composizione chimica del materiale e dai trattamenti termici che esso subisce quali ad esempio la tempra. Quest'ultima consiste nel veloce raffreddamento di un materiale in un fluido. Un altro trattamento termico è la ricottura che consiste in un riscaldamento ad una temperatura inferiore a quella di fusione seguito da un lento raffreddamento in forno.

- **Conducibilità elettrica e termica;**
- **Lucentezza;**
- **Riciclabilità;**

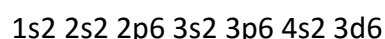
Gli acciai infatti possono avere due differenti cicli di produzione: il ciclo continuo in cui si parte dal minerale contenente ferro per arrivare ai diversi tipi di acciai che conosciamo, il riciclo in cui per ottenere gli acciai si parte da vecchi rottami in acciaio. Gli unici materiali completamente riciclabili, oltre ai vetri, sono dunque i materiali metallici.

- **Proprietà Magnetiche** (Non sono proprie di tutti i materiali metallici);

Conducibilità Elettrica

Si possono avere due differenti tipi di conduzione:

1. *Conduzione ionica:* si ha quando si immerge in un fluido una sostanza facilmente ionizzabile. Ad esempio l'acqua minerale è un buon conduttore poiché i sali disciolti al suo interno ne migliorano la conducibilità, mentre l'acqua distillata ha una bassa conducibilità elettrica.
2. *Conduzione elettronica:* Tipica dei metalli dovuta al particolare tipo di legame che essi formano. Esso permette agli elettroni di separarsi dai nuclei. Infatti nei metalli si formano degli orbitali atomici estesi a tutto il materiale e gli elettroni esterni sono situati in bande di valenza che sono sovrapposte o adiacenti alle bande di conduzione. Le proprietà elettriche di un materiale sono dunque dovute unicamente agli elettroni più esterni che essendo più lontani dal nucleo sono quelli meno fortemente legati e con una energia maggiore. Gli altri elettroni sono infatti confinati alle zone loro concesse in base alla loro energia (zone di Broullin). Ad esempio il ferro ha 26 elettroni con configurazione elettronica:



Tuttavia solo gli elettroni s della banda di valenza s possono muoversi liberamente e condurre la corrente elettrica.

In teoria tutti i metalli possono condurre la corrente elettrica ma solo alcuni, per motivi economici e tecnologici, possono essere usati a questi scopi. Tra questi l'elemento principe della conduzione elettrica è il rame per due motivi:

1. Facile da produrre;
2. Molto Abbondante;

Tutti i metalli si trovano in natura combinati ad altri elementi per formare dei sali, i quali vengono scaldati e portano alla produzione di ossidi. A questo punto è necessario ridurre i metalli ed il più semplice da ridurre è proprio il Rame: è, infatti, sufficiente scaldare le pirite cuprifere sotto i 100 °C per ottenere del rame puro, nel caso del ferro, ad esempio, è necessario arrivare a temperature superiori agli 800/900 °C e si ha dunque bisogno di "forni soffiati". Il rame così prodotto però non ha buone proprietà elettriche in quanto per ottenere questi scopi è necessario avere un rame purissimo che si può ottenere con due diverse fasi: la fusione per zone e l'elettrolisi.

Fusione per zone

Nelle fasi liquide di un miscuglio o di una lega sono presenti diversi elementi. Basta vedere il diagramma di stato ferro-cementite per notare che riscaldando un solido si ottiene un solido estremamente puro ed un liquido che si arricchisce di altri elementi. Nel caso del rame si utilizza un induttore che porta il materiale a fusione localmente. In questo modo le seconde fasi vanno a finire nel liquido ed il solido diventa sempre più puro. Ripetendo il processo più volte si ottiene una buona purificazione che però non è sufficiente agli scopi elettrotecnici. Si rende così necessaria una ulteriore purificazione ottenuta per mezzo di elettrolisi.

Raffinazione elettrolitica

E' un processo estremamente costoso necessario per ottenere rame ad una purezza adatta agli impieghi elettrotecnici. Avviene in una cella elettrolitica in cui del rame purissimo, che funge da catodo, e del rame grezzo che funge da anodo sono immersi in una soluzione elettrolitica di solfato di rame e acido solforico. Al catodo la lamina di rame purissimo si arricchisce sempre di più grazie al rame che passa in soluzione a seguito della reazione di ossidazione che avviene all'anodo.

In linea teorica non solo il rame può essere utilizzato come conduttore; vi sono infatti materiali con una conducibilità elettrica persino più alta del rame, quali Oro e Platino. Questi ultimi sono materiali estremamente costosi e hanno una resistenza meccanica estremamente bassa pertanto non sarebbero adatti alla costruzione di linee aeree come si fa con le reti elettriche in rame.

L'ottima conducibilità di questi metalli fa sì che questi siano, però, utilizzati in campo elettronico in componenti quali le schede elettroniche (Microprocessori). In questi casi è, infatti, necessario che il segnale elettrico venga sempre trasmesso e si vuole pertanto evitare la possibilità di formazione di ossido che bloccherebbe la conduzione. Vengono pertanto utilizzati Oro e Platino a causa della loro bassissima attitudine a formare ossidi.

Altri buoni conduttori elettrici

Un altro ottimo conduttore elettrico largamente utilizzato è l'alluminio. Ciò avviene perché il coefficiente di diffusione dell'alluminio è più basso rispetto a quello del rame nonostante la più

bassa conducibilità. Ciò fa sì che l'alluminio non diffonda all'interno dei circuiti in silicio delle schede elettroniche e ne pregiudichi il funzionamento.

Al fine di aumentare la potenza elettrica è necessario aumentare la differenza di potenziale. Ciò si vede bene dalle formule per il calcolo di potenza e resistenza per i conduttori ohmici:

$$P = VI^2$$

$$P = RI^2 \text{ (Potenza dissipata)}$$

Dalla seconda legge di Ohm:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ : La resistività è funzione della temperatura e della composizione chimica del materiale, infatti all'aumentare di T aumenta esponenzialmente il numero delle vacanze. I difetti delle vacanze ostacolano il movimento degli elettroni in quanto non ne permettono il passaggio attraverso di esse. La dipendenza tra i difetti e la resistività è talmente stretta che il numero delle vacanze viene stimato proprio in base a misure di resistività.

L: Lunghezza del conduttore. Dovrebbe essere ridotto per diminuire il valore della resistenza elettrica, tuttavia ciò significherebbe una riduzione delle campate e pertanto la lunghezza del filo non può essere toccata.

S: E' la sezione del conduttore. Ancora una volta non è possibile agire fortemente su questo parametro, infatti un cavo con una sezione eccessivamente alta avrebbe un peso eccessivo. La soluzione sarebbe ricorrere a materiali con peso specifico più basso. Sarebbe quindi auspicabile usare l'alluminio al posto del rame per condurre l'elettricità. Così come il rame, anche l'alluminio deve essere puro per condurre bene l'elettricità. Tuttavia metalli puri hanno scarse proprietà meccaniche al contrario delle leghe, le quali però hanno scarse capacità conduttive. E' necessario, dunque, trovare un modo per poter rafforzare i materiali senza modificarne la composizione chimica; per fare ciò si ricorre all'incrudimento, che consiste nel deformare il materiale oltre il limite elastico per poi scaricarlo. Questo modo alla successiva deformazione sarà necessario un carico più alto per superare il limite elastico poiché si saranno formate nuove dislocazioni e sarà più difficile spostarle. Ripetendo più volte il ciclo si può aumentare il carico di snervamento del materiale.

Le vacanze sono difetti reticolari a causa dei quali si formano degli spazi vuoti dove dovrebbero esserci degli elettroni. Ciò vuol dire che dove vi sono delle vacanze non vi sono orbitali atomici, dunque gli elettroni non possono viaggiare lungo il materiale e condurre elettricità.

Poiché il numero delle vacanze aumenta esponenzialmente all'aumentare di T, anche la resistenza elettrica aumenta all'aumentare della temperatura secondo la legge:

$$n_{vacanze} = n_{atomi} e^{-\frac{a}{RT}}$$