

Gli acciai

del prof. Augusto Biasotti

Le principali fasi solide nelle leghe ferro-carbonio

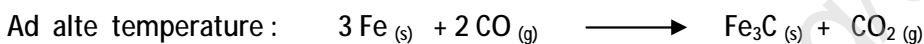
Ferrite – A temperatura ambiente fino ai 910 °C il ferro ha struttura cubica a corpo centrato e può alloggiare nel reticolo cristallino, in posizione interstiziale, quantità molto piccole di carbonio, fino ad un massimo dello 0,025 % a 723 °C. Per sostituzione possono essere presenti, invece, quantità abbastanza grandi di cromo, silicio, tungsteno, molibdeno.

La ferrite è una fase poco resistente, poco dura e molto duttile.

Austenite – Ad alta temperatura il reticolo del ferro è cubico a facce centrate. In queste condizioni una quantità di carbonio notevolmente superiore, fino al 2,04 % a 1150 °C, può essere ospitata in posizione interstiziale nel reticolo cubico a facce centrate. E' pure possibile la presenza, per sostituzione, di notevoli quantità di nichel e manganese, che si adattano molto bene alla struttura cubica a facce centrate.

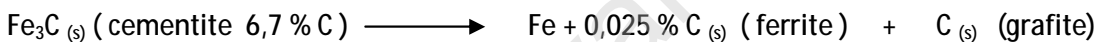
L'austenite presenta proprietà meccaniche migliori della ferrite.

Cementite (carburo di ferro) – Il ferro e il carbonio formano "il composto" a formula Fe_3C , di composizione pari al 93,33 % in peso di ferro e al 6,67 % di carbonio, noto con il nome di cementite. Questo composto, duro e fragile, è molto importante per la struttura e per le proprietà degli acciai e delle ghise.



- Nella ghisa rifusa, in seguito ad un raffreddamento lento, la cementite, Fe_3C , si scompone in :

- a) - ferrite e grafite lamellare : ghisa grigia ;
- b) - ferrite e grafite in sferette : ghisa sferoidale.



Se il raffreddamento della ghisa è rapido la cementite non si decompone in ferrite e grafite e la lega appare, alla frattura, di colore grigio chiaro: ghisa bianca.

Le principali fasi solide nelle leghe ferro-carbonio

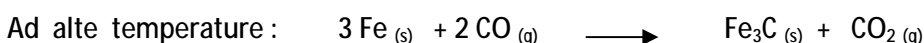
Ferrite – A temperatura ambiente fino ai 910 °C il ferro ha struttura cubica a corpo centrato e può alloggiare nel reticolo cristallino, in posizione interstiziale, quantità molto piccole di carbonio, fino ad un massimo dello 0,025 % a 723 °C. Per sostituzione possono essere presenti, invece, quantità abbastanza grandi di cromo, silicio, tungsteno, molibdeno.

La ferrite è una fase poco resistente, poco dura e molto duttile.

Austenite – Ad alta temperatura il reticolo del ferro è cubico a facce centrate. In queste condizioni una quantità di carbonio notevolmente superiore, fino al 2,04 % a 1150 °C, può essere ospitata in posizione interstiziale nel reticolo cubico a facce centrate. E' pure possibile la presenza, per sostituzione, di notevoli quantità di nichel e manganese, che si adattano molto bene alla struttura cubica a facce centrate.

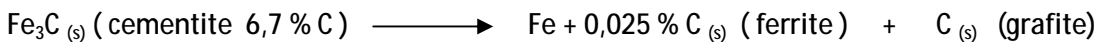
L'austenite presenta proprietà meccaniche migliori della ferrite.

Cementite (carburo di ferro) – Il ferro e il carbonio formano "il composto" a formula Fe_3C , di composizione pari al 93,33 % in peso di ferro e al 6,67 % di carbonio, noto con il nome di cementite. Questo composto, duro e fragile, è molto importante per la struttura e per le proprietà degli acciai e delle ghise.



Nella ghisa rifusa, in seguito ad un raffreddamento lento, la cementite, Fe_3C , si scompone in :

- a) - ferrite e grafite lamellare : ghisa grigia ;
- b) - ferrite e grafite in sferette : ghisa sferoidale.



Se il raffreddamento della ghisa è rapido la cementite non si decompone in ferrite e grafite e la lega appare, alla frattura, di colore grigio chiaro: ghisa bianca.

Il manganese nell'acciaio

Il manganese, Mn, è entrato nella storia della metallurgia a partire dalla seconda metà dell'ottocento quando, per primi, i francesi scoprirono che possedeva proprietà di depurazione del ferro e conferiva maggiore resistenza all'acciaio.

La scoperta avvenne casualmente studiando le proprietà del famoso, e da tempo apprezzato, acciaio tedesco ottenuto con il ferro proveniente dal bacino della Ruhr.

Questo ferro era molto resistente e non si sfilacciava perché, anche se ancora nessuno lo sapeva, conteneva piccole quantità di manganese.

La prima concessione per la coltivazione della miniera di Gambatesa è stata rilasciata nel 1876.

Dai primi del Novecento fino agli anni sessanta Gambatesa e le miniere della Val Graveglia fornirono il manganese a tutta l'Europa. La loro fortuna finì negli anni settanta quando il prezioso minerale è stato trovato anche in altri continenti.

Le principali minerali del manganese sono:

Braunite: $\text{Mn}^{2+}\text{Mn}_6^{3+}\text{SiO}_{12}$ ($\text{MnO} \cdot 3\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) nella formula più semplice: Mn_2O_3 , colore nero.

Nella miniera di Gambatesa la braunite si trova in mezzo al diaspro: roccia rossa caratteristica della Val Graveglia. Altri minerali del manganese sono: pirolusite, MnO_2 , di colore nero e manganite, $\text{MnO}(\text{OH})$.

Nelle miniere di manganese sono presenti in quantità molto limitate: pirite, FeS_2 , e calcopirite, CuFeS_2 .

Dalla calcopirite, CuFeS_2 , miniera di Libiola (Sestri Levante), veniva estratto il rame.

Purificazione dell'acciaio con manganese.

Il manganese quando viene aggiunto all'acciaio trasforma lo zolfo presente in MnS , che essendo insolubile nel ferro allo stato liquido passa nella scoria, impedendo così la formazione di FeS .

Il solfuro ferroso, FeS , infatti, solubile nel ferro liquido rimane nell'acciaio durante la solidificazione rendendolo fragile.

Anche eventuali impurità di FeO presenti nell'acciaio vengono trasformate dal Mn in $\text{MnO} + \text{Fe}$ (elementare).

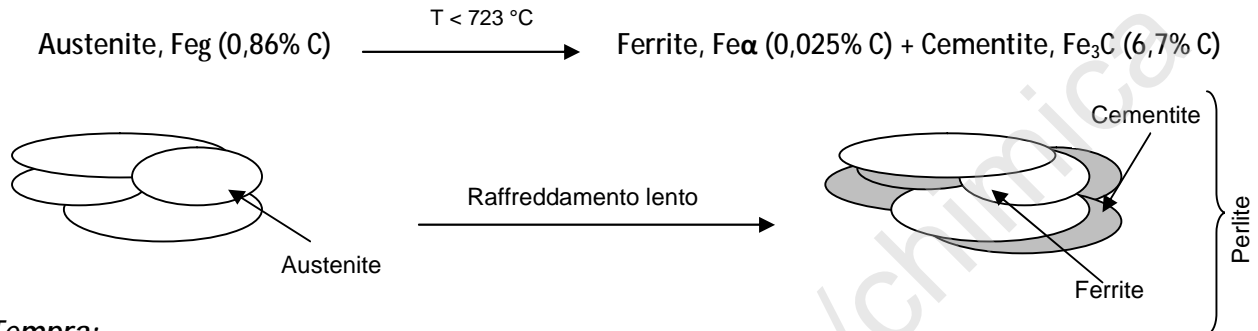
L' MnO in presenza di SiO_2 , ad alte temperature, forma MnSiO_3 che galleggia sull'acciaio fuso e successivamente viene eliminato come scoria.

La tempra degli acciai

L'austenite è una soluzione solida di C in $Fe\gamma$. Gli atomi di C possono migrare nel reticolo cristallino per diffusione ad una velocità tanto maggiore quanto più alta è la temperatura..

Raffreddando lentamente l'austenite al di sotto dei 900°C si formano due nuove fasi : ferrite e cementite. In alcune zone del sistema hanno origine lamelle di cementite per la cui formazione e accrescimento è necessario che gli atomi migrino verso le zone in questione, arricchendole in C fino al 6,67 % .

Tale migrazione ha l'effetto di impoverire le zone circostanti fino a raggiungere il valore dello 0,025% di C formando così le lamelle di ferrite. Le lamelle di cementite e di ferrite si dispongono alternate le une alle altre.



Tempra:

Si riscalda il pezzo di acciaio con un discreto contenuto in C (ferrite + cementite) ad una temperatura di circa 1000°C e si lascia a tale temperatura per alcuni minuti: gli atomi di C della cementite migrano nel reticolo cristallino del $Fe\gamma$ trasformando le due fasi precedenti in austenite (C massimo 2%).

Successivamente si raffredda bruscamente il manufatto d'acciaio mediante immersione in acqua . Il C sciolto nell'austenite che si è appena formata non ha il tempo per diffondere e dare le due fasi stabili a temperatura ambiente, ferrite e cementite, ma resta "congelato" dove si trova, anche se il reticolo cristallino del $Fe\gamma$ (c.f.c.) si trasforma ugualmente in quello del $Fe\alpha$ (c.c.c.) .

Il C, però, è pochissimo solubile nel $Fe\alpha$ (massimo 0,025%) pertanto il raffreddamento brusco obbliga il C a rimanere disciolto nella ferrite il cui reticolo cristallino risulta gravemente distorto.

La fase che si forma si chiama martensite ed è caratterizzata da grande durezza causata dagli atomi di C in soluzione soprassatura di $Fe\alpha$.

