

CURVE TTT E CCT

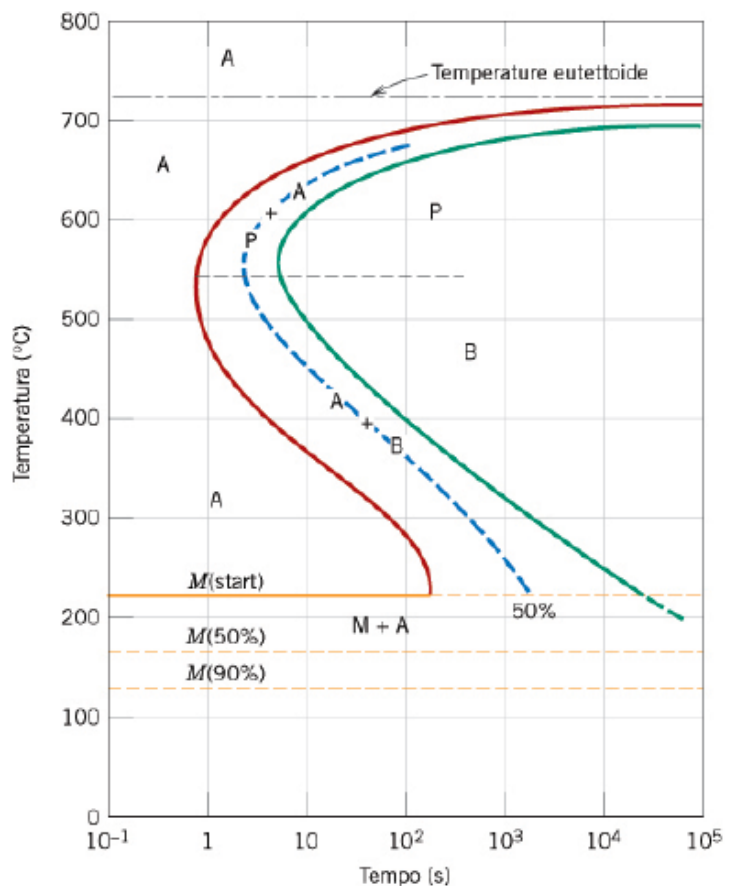
Introduzione

Avendo capito che ogni costituente ha delle proprietà meccaniche specifiche molto spesso si vorrebbe controllare che tipo di costituente si viene a formare così da sfruttare determinate proprietà meccaniche. È dunque necessario descrivere l'evoluzione delle microstrutture dell'austenite in relazione al tempo e alla temperatura. Per descrivere ciò è possibile fare riferimento a due diversi grafici che rappresentano dunque l'andamento delle trasformazioni in funzione di tempo e temperatura:

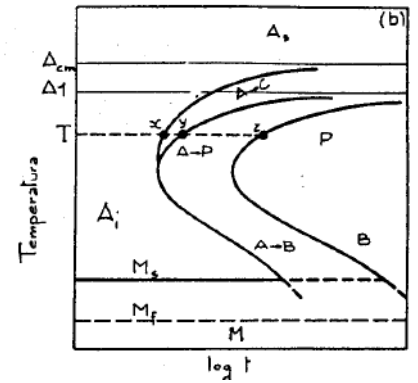
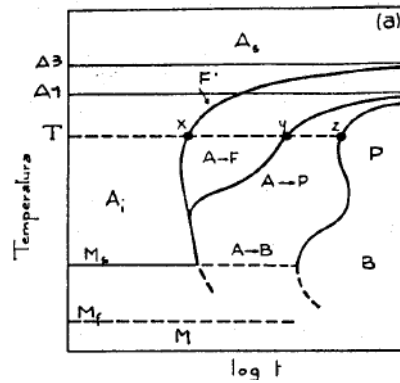
1. Diagramma di trasformazione isoterma (TTT = time temperature transformation) a temperatura costante
2. Diagramma di trasformazione continuo (CCT = continuous cooling curves)

Curve TTT

Per poter ottenere questo grafico prendo dei campioni della stessa dimensione, porto ciascun provino a una temperatura (temperature diverse per campioni diversi) sopra A_3 così da ottenere il componente strutturale γ : questa fase è detta di austenitizzazione. Metto poi i campioni in un bagno di sali fusi termostati alla temperatura che mi interessa per il tempo necessario, fase del mantenimento isoterma, e poi li raffreddo rapidamente in acqua in modo tale da congelarne la struttura, fase della tempra. In questo modo è possibile un'analisi al microscopio. Riporto poi tutti i dati in un grafico che mette in relazione il logaritmo del tempo e la temperatura. Nel grafico finale avrò un **inizio** trasformazione e una **fine**. Ripetendo questo procedimento a tutte le temperature e variando il tempo di attesa si ottengono delle curve nelle quali si ha un campo costituito da austenite instabile (a sinistra della curva di inizio trasformazione), un campo in cui si ha sia γ sia le strutture di trasformazione (tra la curva di inizio trasformazione e quella di fine) e un campo in cui si hanno solo le strutture trasformate (a destra della curva di fine trasformazione). Questi esperimenti vennero effettuati per la prima volta da Bain e per questo prendono il suo nome. Bain cercò di interpretare cosa succedeva alle basse temperature disegnando quindi un andamento tale per cui al diminuire della temperatura il sistema non si trasformava; questo perché a basse temperature la diffusione è molto ritardata e quindi non si riescono a innescare i meccanismi di trasformazioni reali. In realtà nel grafico compariva un componente di cui Bain non sapeva dare una spiegazione era la martensite: egli infatti non aveva capito che tale componente non dipendeva dal tempo in quanto congela completamente nella struttura. Il grafico reale dunque a temperatura base si conclude con un orizzontale detta M_s (martensite start) e una detta M_f (martensite finish). Dove M_s indica la temperatura di inizio trasformazione mentre M_f indica la temperatura di fine trasformazione.



Questo grafico vale però se si considera un acciaio eutettoidico. Se si prende invece in considerazione un acciaio che ha una composizione di carbonio al di sotto dello 0,77%, un acciaio dunque ipoeutettoidico, l'austenite si modifica in ferrite e considero un acciaio ipereutettoidico, con percentuale di carbonio maggiore dello 0,77, l'austenite si trasforma in cementite secondaria: è quindi evidente che si modificheranno anche le curve TTT relative. Questa le curve presenteranno due asintoti: uno in A_3 e l'altro in A_1 .

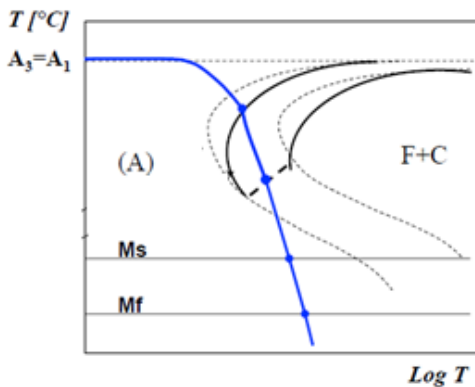


L'aggiunta di elementi di lega (ad eccezione del cobalto) spostano verso destra le curve di inizio e fine trasformazione e spostano verso il basso M_f e M_s . Se M_f risulta al di sotto della temperatura ambiente a fine raffreddamento il provino può contenere austenite residua. La presenza di elementi di lega diversi dal carbonio produce sostanziali modifiche alle curve TTT. Non solo, il grafico verrà modificato anche da tutto ciò che influenza la diffusione come ad esempio il grano austenitico. Se si considera un grano fine la trasformazione avviene prima perché si hanno più punti di nucleazione rispetto a quelli presenti nel grano grossolano. È possibile controllare il grano austenitico con la temperatura di austenitizzazione: grano grande ad alte temperature e grano piccolo a basse temperature. Questo tipo di grafico descrive bene la trasformazione quando ho dei mantenimenti isotermi in cui si fanno dei raffreddamenti isotermi. Normalmente però i raffreddamenti che vengono effettuati sono quelli continui. Le microstrutture che si possono ottenere sono dunque modificate rispetto a quelle con raffreddamenti continui.

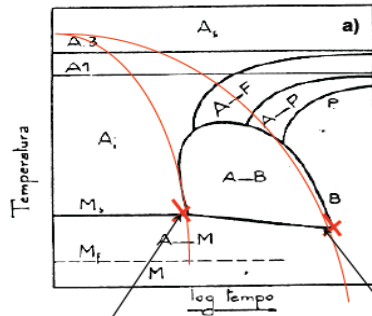
Curve CCT

Questi grafici si ottengono quando si è in presenza di raffreddamenti continui, l'energia fornita al sistema diminuisce in modo continuo. Il diagramma CCT è dunque una rappresentazione della cinetica di decomposizione dell'austenite ottenuta mediante raffreddamenti continui fino al completamento della reazione. Rispetto alle curve TTT, le curve CCT sono spostate verso il basso e verso destra. Si arriva ad un punto in cui le trasformazioni non possono più avvenire perché non hanno l'energia necessaria. Riportando in un grafico tratteggiato le curve TTT possiamo disegnare le curve CCT e fare un confronto diretto. In questo grafico si riscontra un punto noto come velocità critica superiore V_s .

CCT acciaio eutettoidico

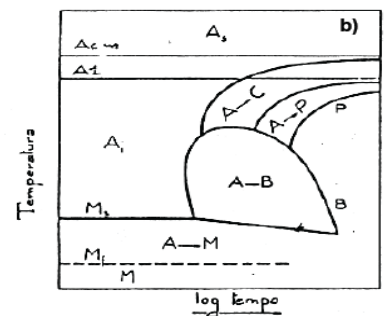


CCT ipo-eutettoidico



V_s = velocità critica superiore
 ⇒ a temp. ambiente ho solo struttura martensitica

CCT iper-eutettoidico



V_i = velocità critica inferiore
 ⇒ a temp. ambiente non ho struttura martensitica

Le curve CCT, così come quelle TTT, vengono modificate con l'aggiunta di carbonio e di altri elementi di lega; in modo particolare si genera un naso bainitico oltre a quello perlitico e i grafici sono spostati verso destra, ad eccezione del cobalto. Il valore della velocità critica di tempra diminuisce e si ha dunque la possibilità di formare martensite anche a cuore del pezzo. Un altro fattore che può modificare le curve è l'omogeneità del grano.

