Tractaments tèrmics

capítol 6

Un tractament tèrmic és un procés en què es modifica la microestructura i la constitució dels metalls amb una successió d'operacions d'escalfament i refredament. La finalitat d'aquests processos és millorar les propietats mecàniques del material.

Es basen en reaccions en estat sòlid, que acostumen a ser lentes a temperatura i provoquen canvis en la microestructura (que varien molt en funció de $\vec{v}$ refredament).

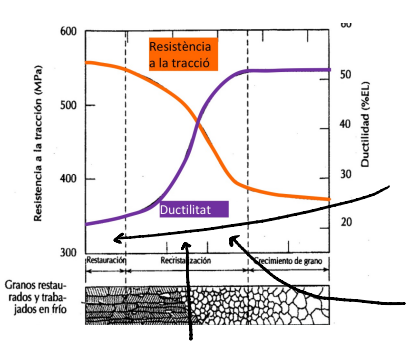
Els tractaments poden donar-se gràcies a o sense la difusió.

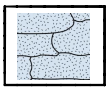
Transformació martensítica ↙ ↳ Es congela l'estructura ⇒ fase metaestable

1 Tractaments tèrmics per acers

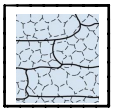
Recuita total

Tractament tèrmic que serveix per eliminar els efectes del treball en fred, per estovar i fer més dúctil el material.

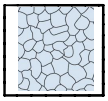




Estructura inicial = deformació en fred (grans allargats i en 1 direcció)



1a etapa = recuperació: T a baixa T per eliminar les tensions residuals de la deformació en fred, sense reduir la resistència del material.



2a etapa = recristal·lització: T intermitja, per eliminar tots els efectes del treball en fred = estructura + estable, tova, grans + petits equaxials i anisodimis.

4a etapa = creixement de gra: moviment dels límits de gra per difusió per reduir-ne la quantitat

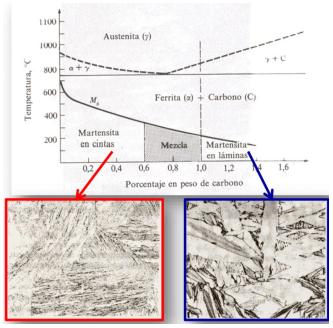
microestructura: perlita gruixuda + α
característiques: més tova i més dúctil, menys resist i dur.

variació més notable prop. magnètiques.

Consisteix en austenitzar la mostra i deixar-la refredar al material fora amagat de tal manera que en 2 arriben a T ambient alguna

Tremp

Refredament ràpid d'un acer austenític (tensió alta) per immersió en aigua, oli o un gas criogènic. Obtenim martensita, una fase metaestable.



La trempabilitat és l'aptitud d'un material per endurir-se amb un TT per formació de martensita. Un acer d'alta trempabilitat és aquell que va més fons martensita a la superfície fins també al seu interior. Per determinar-la utilitzem l'assaig Jominy les fa un tremp a la punta i es determina la duresa als primers 50mm de la probeta.

Medi	Duresa
aire	Baixa
Oli	moderada
aigua	alta

Martensita: acer molt dur, resistent amb baixa ductilitat i baixa tenacitat.

Revingut

Serveix per millorar les propietats de la martensita. S'escalfa la mostra per sobre la T eutectoide per afavorir la difusió del carboni i transformar la martensita en una matriu ferrítica amb FeC.

- Revingut dur: la mostra s'escalfa a baixes temperatures i s'aconseguix una duresa elevada i proximitat de FeC petits i repartits per la matriu.
- Revingut tenaç: la mostra s'escalfa a temperatures més altes i s'aconseguix una de més tenaç i menys dura, amb bames o esferes de FeC.

* Disminuix la resistència a la tracció i el límit elàstic, però augmenta l'elongació a la ruptura.

martensita amb menys duresa i fragilitat, menys tensions i més tova i dúctil.

Normalitzat

Serveix per afinar (disminuir la mida) i produir una distribució uniforme dels grans. Consisteix en austenitzar la mostra i deixar-la refredar a l'aire.

Acer amb grans més petits. Més tenaç.
Microestructura de perlita fina

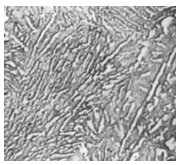
Esferoidització

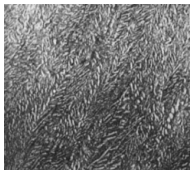
Per aceros que són massa durs per ser deformats plàsticament o mecanitzats. Té lloc per sota la T eutectoide i consisteix en la globularització parcial de la cementita proeutectoide (= control estructural)

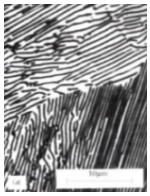
Aceros més tous i menys fràgils per un control maquinat

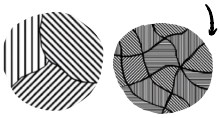
Austenita (γ)
- $-\Delta$ lent → Perlita: capes de α i Fe_3C + fase α pro-e
- $-\Delta$ mod → Bainita: α + Fe_3C (plans o agulles)
- Temp ↑↑ → Martensita: transformació a fase BCT sense difusió $\xrightarrow{\Delta}$ (α + Fe_3C molt prim) Martensita recuinguda

martensita


bainita superior


bainita inferior

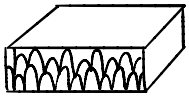

perlita gruixuda


perlita fina

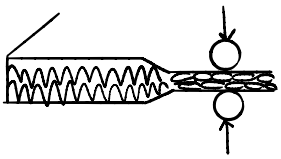
② Altres tractaments tèrmics

Deformació en fred

és un procés que proporciona acritud al material i l'endureix. No és un tractament tèrmic. Es destruïx l'estructura. El material es tenaciza i només se li poden canviar les propietats amb un TT. Els grans constan s'allargan i en una direcció.



→ Deformació en fred



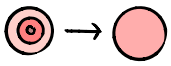
Eliminació de tensions

Les tensions es generen com a resposta als processos de deformació plàstica, al refredament no uniforme i a les transformacions de fase. Si no s'eliminen poden produïr distorsions.

↳ Escalfar la mostra fins a una T det i, quan aquesta sigui constant al material, deixar-lo refredar a T ambient.

Homogeneïtzació

Serveix per eliminar estructures segregades generades en processos fora d'equilibri que generen noves fases amb diferents concentracions. Consisteix en escalfar la mostra per sota de la $T_{solidus}$ perquè no es formi líquid i deixar-la refredar.



Recuits

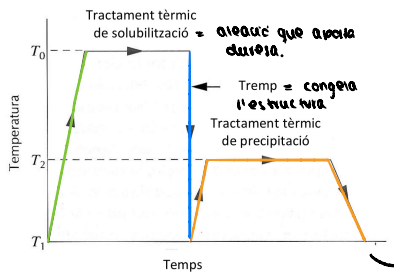
Per estovar estructures endurides, relaxar tensions i estabilitzar propietats i dimensions.

Tractament de solubilització

Posar en dissolució elements d'aliatge o millorar props. mecàniques.

Enduriment per precipitació

Millora la dureza a partir de la precipitació des de solució sòlida. Es formen partícules molt petites i dispersades uniformement que frenen les dislocacions i aporten resistència i dureza.



1) TT de solubilització: escalfament aliatge perquè es dissolgui en la dis. sòlida que forma el metall (solució sòlida d'A)
2) Temp fins a temperatura ambient. (solució sòlida sobresaturada)
3) TT de precipitació: escalfament per la nucleació de petits cristalls de B en cristalls d'A. (solubilitat de B en A ↓ amb T)

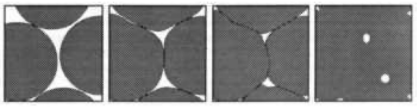
↳ (Al-Cu, Al-Si, Cu-Be, Cu-Sn, Mg-Al)

També reben el nom d'enduriment per envelliment perquè es pot donar amb el temps a T amb amb $t \to \infty$

Sinterització

és un TT de formació d'agregats de partícules per difusió a una $T = T_f/2$.

1) Contacte i formació de coll 2) Densificació (↓ porus) 3) Eliminació porus

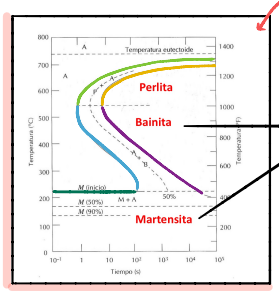


És un procés de fabricació basat en la compactació de materials en pols utilitzant pressió i temperatura.

Diagrames TTT

Temperatura, Temps, Transformació: es construeixen remedant fins a una T i observam què passa a T = Ct

Acer eutectoide (0.77% C)



Fases que no apareixen al diagrama de fases

- Línia perlita starter: quan es creua es comença a formar perlita
- Línia perlita finish: només quan es creua és té 100% perlita
- Línia bainita starter
- Línia bainita finish
- Línia martensita starter
- Línia martensita finish

Fases fora l'equilibri

Perlita ≠ Martensita — si tenim P, M o B i volem P, M o B hem d'austenitzar la mostra perquè γ ⇄ M ✓ γ ⇄ P ✓ γ ⇄ B ✓

Perlita ≠ Bainita — Bainita ≠ Martensita

perlita

Fase nucleant: FeC

Difusió: C

↓ (molta difusió) ↑

gruixuda: T ≈ T eutectoide

fina: T <<< T eutectoide

↑ (poca difusió)

bainita

Fase nucleant: α (α + FeC)

Difusió descontrolada

(més dura i més resistència que P)

↳ B inferior T ∈ (250, 350 °C)

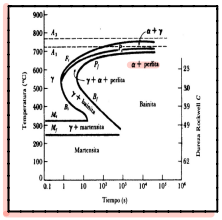
↳ B superior T ∈ (350, 550 °C)

martensita

Fase de no equilibri, transformació sense difusió. S'obté per refredament ràpid. És una solució sòlida sobre-saturada, es transforma amb la T.

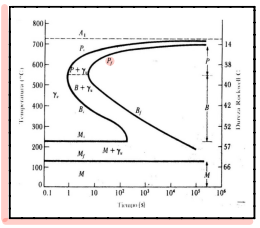
↳ estructura BCT

+ % C, ↓ Tm start, ↓ Tm finish



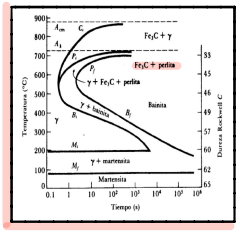
AISI 1050 (hipoeutectoide)

↳ es reconeix perquè té α + perlita.



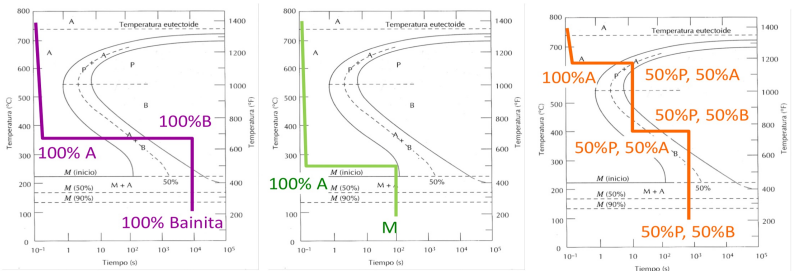
AISI 1077 (eutectoide)

↳ es reconeix perquè només té P, ni α ni FeC



AISI 10110 (hipereutectoide)

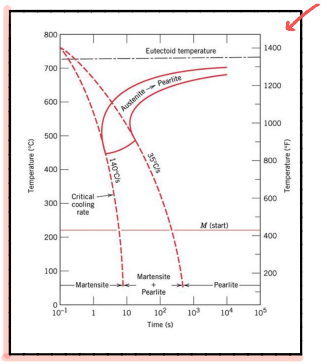
↳ es reconeix perquè té P + FeC



Diagrames TRC

Transformació remedament continu: estudien l'efecte de la velocitat en el remedament de restricció (a T ≠ Ct)

Acer eutectoide (0.77% C)



A diferència dels TTTs, aquests diagrames estan construïts amb velocitats de remedament constants. Per aquest motiu no apareix la bainita, perquè hauríem la podem aconseguir a T = Ct.