

7. MECANISMOS DE ENDURECIMIENTO



Materiales I
13/14

INDICE

- Endurecimiento
- Mecanismos de endurecimiento
 - Endurecimiento por reducción del tamaño de grano
 - Endurecimiento por solución sólida
 - Endurecimiento por deformación
 - Endurecimiento superficial

1. Endurecimiento

- El mecanismo de endurecimiento posee una fuerte relación con el movimiento de dislocaciones. Esta relación dislocaciones-prop. Mecánicas es la que condicionará el endurecimiento.
- La capacidad de 1 metal para deformarse plásticamente depende de la capacidad de las dislocaciones para moverse
- Las técnicas de endurecimiento se basa en la restricción e impedimento del movimiento de las dislocaciones, dotando al material de más dureza y resistencia

3

2. Mecanismos de endurecimiento

- Existen tres métodos principales de endurecimiento.
 - Endurecimiento por solución sólida
 - Endurecimiento por reducción del tamaño de grano
 - Endurecimiento por deformación

4

2.1 Endurecimiento por reducción del tamaño de grano

Los L.G. producen como barreras al movimiento de las dislocaciones a temperatura ambiente, debido a:

- Los granos poseen distintas orientaciones. Cada grano posee su propio conjunto de dislocaciones sobre sus planos de deslizamiento preferentes, por ello, cuando una dislocación pasa de un grano a otro pierde su dirección preferente de deslizamiento.
- El desorden del L.G. produce discontinuidad de un grano a otro, se necesitaría un salto

5

2.1 Endurecimiento por reducción del tamaño de grano

A \downarrow Tamaño de Grano \rightarrow \uparrow Dureza y Resistencia=
impedimos el movimiento

Los límites de grano de bajo ángulo son menos efectivos, en cambio, los planos de macla anclan el deslizamiento de las dislocaciones más efectivamente.

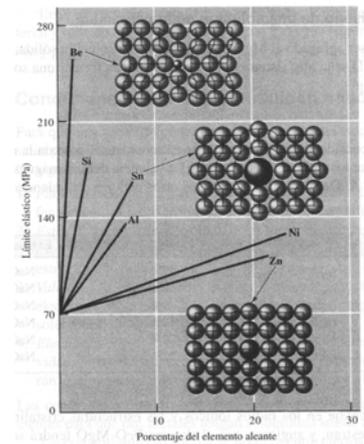
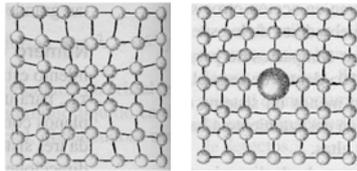
<http://www.youtube.com/watch?v=BV1cxwxnhPs>

6

2.2. Endurecimiento por sol. Sol.

- genera endurecimiento
- grado de endurecimiento

Tamaño
Cantidad



1. diferencia del tamaño atómico \uparrow endurecimiento

a > diferencia > distorsión de la red inicial \Rightarrow + difícil el deslizamiento

2. A > cantidad añadida > efecto endurecedor

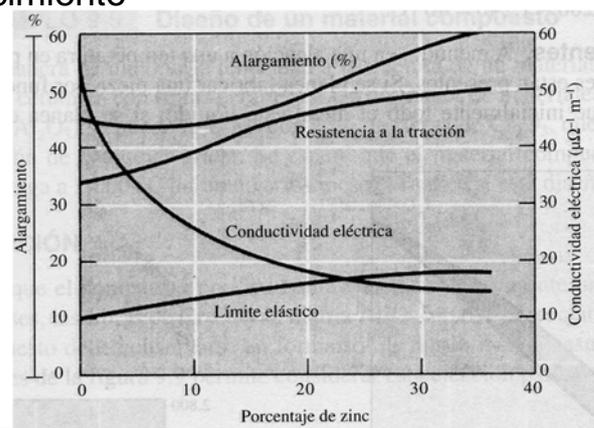
átomos grandes o pequeños a > diferencia de tamaño \Rightarrow > efecto endurecedor

7

2.2. Endurecimiento por sol. Sol.

Efecto de endurecimiento por solución sólida en las propiedades

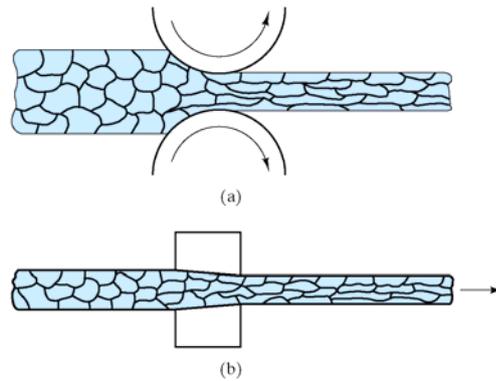
- límite elástico, R y dureza > materiales puros
- < ductilidad que en el material puro
- < conductividad eléctrica que en material puro
- R fluencia a \uparrow T mejora con el endurecimiento
- no sufren cambios a \uparrow T



8

2.3 Endurecimiento por deformación

- Mediante el trabajado en frío de los materiales se incrementa la densidad de dislocaciones, creando algunas nuevas y otras antiguas.
- Al aumentar la densidad de las dislocaciones, se vuelve más difícil el movimiento del resto de las dislocaciones, dando lugar al endurecimiento.
- Cuando metales dúctiles se endurecen por deformación, por la interacción de las dislocaciones, se incrementa la resistencia del material en perjuicio de la ductilidad
- El endurecimiento por deformación en frío es uno de los métodos más importantes en el endurecimiento de metales



9

2.3. Endurecimiento Superficial

Son tratamientos termoquímicos aplicados al acero en los cuales la composición de la superficie se altera por adición de algún elemento.

El objetivo de estos tratamientos es obtener 1 corteza exterior dura resistente al desgaste manteniendo las propiedades de la pieza masiva.

3 tratamientos principales:

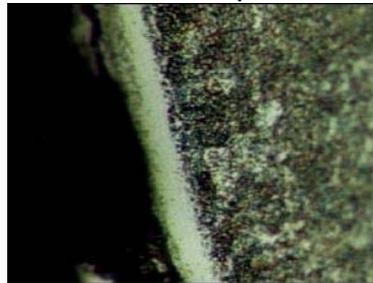
- Cementación
- Nitruración
- Carbonitruración

10

2.3. Endurecimiento Superficial

- Cementación:

- Es la aplicación de un proceso difusivo de C en una pieza, normalmente de Acero.
- Se genera por el calentamiento de una pieza en un medio rico en C para que este difunda
- La superficie queda un acero rico en C de mayor dureza y una matriz que conserva sus propiedades
- $T = 875-925^{\circ}\text{C}$
- Espesores = 0.13-3.8mm dependiendo del tipo de proceso

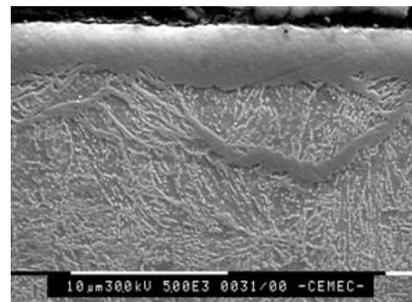


11

2.3. Endurecimiento Superficial

- Nitruración:

- Es este caso se genera la difusión del N en la pieza, normalmente de acero
- Se pretende lograr una capa fina y muy dura
- El efecto aumenta con la incorporación de elementos de aleación como Al, Cr.
- Los nitruros se caracterizan por precipitar en forma de partículas finas
- $T = 510^{\circ}\text{C}$
- Espesores = 0.025-0.5mm



12

2.3. Endurecimiento Superficial

- Carbonitruración:

- Es el tratamiento en el que se trata de difundir tanto el C como el N, absorbiéndose en la superficie del material

