

8.1 TRATAMIENTOS TÉRMICOS



Materiales I
13/14

INDICE

- Introducción
- Tratamientos térmicos no endurecedores
 - Alivio de tensiones
 - Recocido
 - Normalizado
 - Revenido
- Tratamientos térmicos endurecedores
 - Temple
 - Precipitación

1. Introducción

- “Operación o conjunto de operaciones por medio de las cuales se somete al material en estado sólido a uno o varios ciclos térmicos”
- Etapas de un tratamiento térmico:
 - Calentamiento, lo más lento posible
 - Mantenimiento hasta homogeneización
 - Enfriamiento

3

1. Introducción

- Son ciclos enfriamiento/calentamiento
- Su fin es mejorar las propiedades mecánicas y modificar su microestructura
- Tenemos distintos procesos:
 - TT. NO ENDURECEDORES
 - Alivio tensiones
 - Recocido
 - Normalizado
 - Revenido
 - TT ENDURECEDORES:
 - Temple T.T.
 - Precipitación

4

2. T.T. no endurecedores (Alivio tensiones)

Alivio de Tensiones:

- En aleaciones con tensiones internas generadas previamente. Debido:
 - Mecanizado → deformación plástica
 - Tratamientos no uniformes → Soldadura
 - Transformaciones de fase → Matriz y soluto
- Objetivo: eliminar las tensiones mediante la aplicación de temperatura uniforme durante un tiempo determinado, finalmente se efectúa un enfriamiento controlado hasta temperatura ambiente.
- $T < T_{\text{recristalización}}$ y no se quiere modificar las propiedades mecánicas del material.

5

2. T.T. no endurecedores (Recocido)

Recocido:

- Objetivo: Obtener una microestructura cercana al equilibrio, más blanda que facilite el procesado de las piezas. (Enfriamiento lento)
- Se aplica en un paso intermedio del proceso, por ejemplo, justo antes de mecanizar
- Su empleo puede ser homogeneizar la pieza, recuperar microestructuras dañadas o eliminar tensiones.

6

2. T.T. no endurecedores (Recocido)

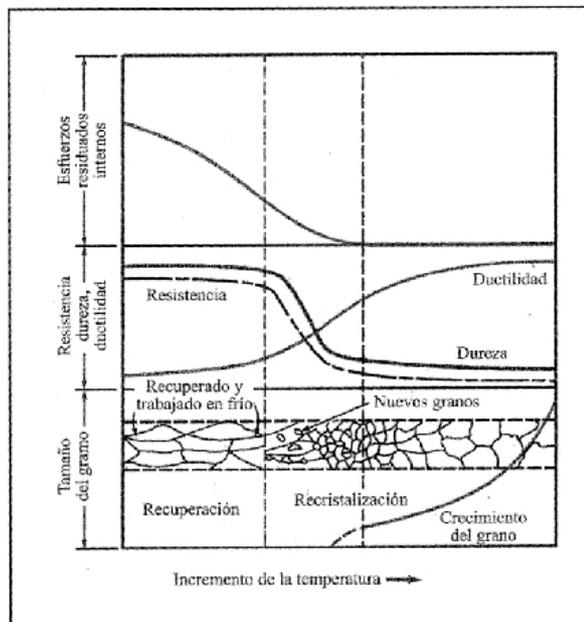
Recocido:

- Las variables que se han de controlar son:
 - Temperatura
 - Tiempo
 - Velocidad de enfriamientos
- Etapas
 - Calentamiento hasta la T de tratamiento
 - Mantenimiento isoterma u oscilaciones alrededor la la T de tratamiento
 - Enfriamiento lento (aire calmado, horno)

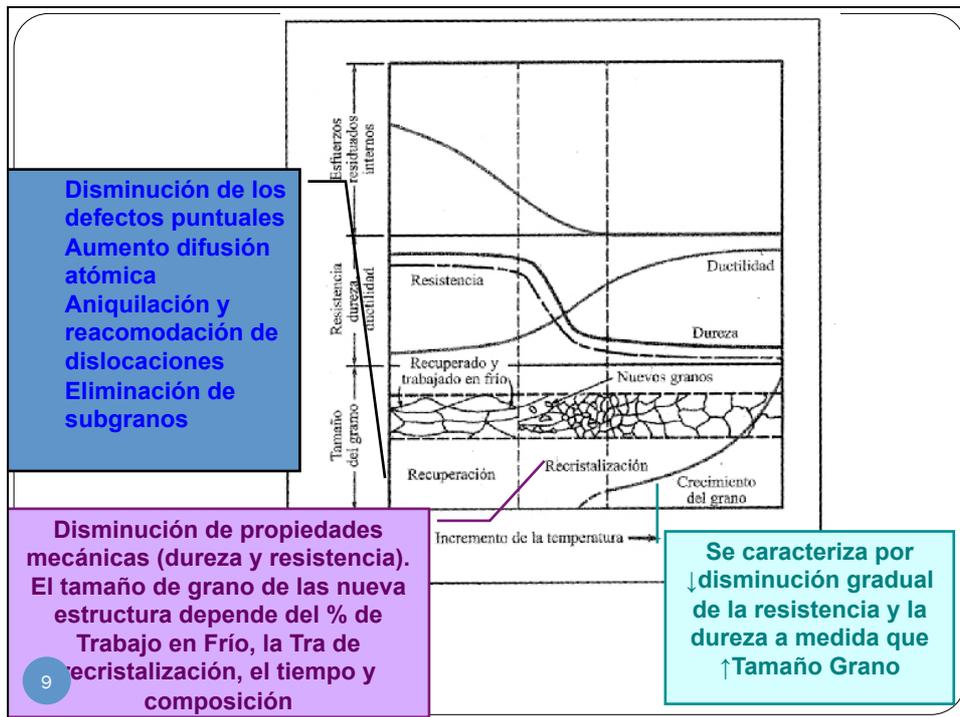
7

Ciclo de Recocido:

- * Restauración
- * Recristalización
- * Crecimiento grano



8



2. T.T. no endurecedores (Recocido I)

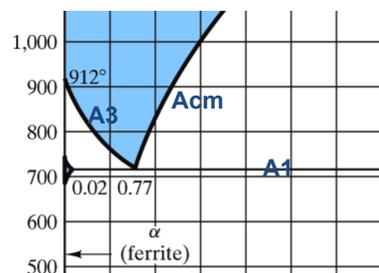
Recocido en aleaciones férreas:

- Se deben conocer las temperaturas Críticas del diagrama Fe-C:

A1: Temperatura Crítica inferior. Tra de equilibrio de la reacción eutectoide, por debajo de ella $Fe\gamma \rightarrow Fe\alpha + Fe_3C$

A3: Tra crítica Superior
Ferrítica: Tra estable de $Fe\alpha$.

Acm: Tra crítica Superior
Cementita: Tra estable de Fe_3C

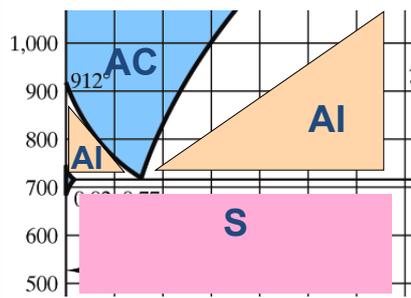


10

2. T.T. no endurecedores (Recocido II)

Recocido en aleaciones férreas:

- Según la temperatura que aplicamos tendremos tres tipos de recocido:



11

- R. Austenización completa (AC) $T > A3$, A_{cm}
- R. Subcríticos: (S) $T < A1$
- R. Austenización incompleta (globular o esferoidal) (AI) $A_{cm}, A3 < T < A1$

2. T.T. no endurecedores (Normalizado)

Normalizado

- Es un enfriamiento al aire tras una austenización previa
- En aceros al carbono que transforman a tiempos cortos obtenemos perlita fina
- Se suelen utilizar para afinar el grano, recuperar estructuras deformadas por mal TT o conformado.
- Cuando no se busca una estructura determinada
- En aceros de $\downarrow\%C$ no produce demasiado efecto pero:
- $A \uparrow C \rightarrow \uparrow$ perlita y cementita $\rightarrow \uparrow$ resistencia mecánica
- Sobre la tenacidad:
 - \downarrow frágiles para $\downarrow\%C$
 - \uparrow frágiles para $\uparrow\%C$

12

2. T.T. no endurecedores (Normalizado)

- Velocidad calentamiento → Importante si la sección no es homogénea → formación tensiones residuales
- Velocidad enfriamiento → ↑ Velocidad → ↑ cantidad de perlita poco espaciada y fina → acero más resistente y duro
- El punto más importante, más a tener en cuenta, es el punto en el cual comienza la transformación austenita-perlita.

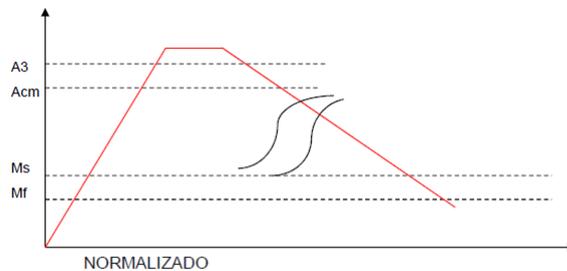
13

2. T.T. no endurecedores (Normalizado)

- Enfriamiento al aire
- La velocidad de enfriamiento y la T de mantenimiento es mayor que el recocido.
- Ventajas respecto al recocido:
 - Mas fácil y barato de aplicar
 - Microestructura mas fina
- Desventajas:
 - En algunos casos la dureza final es mayor que en el recocido

14

2. T.T. no endurecedores (Normalizado)



NORMALIZADO → Perlita + fina y abundante que en recocido
Acero +duro y +resistencia

15

2. T.T. no endurecedores (Revenido)

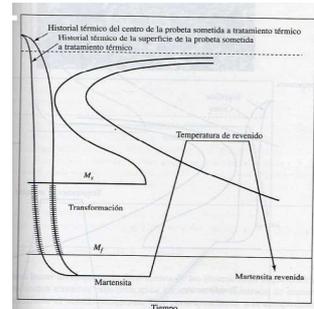
Revenido

- Tratamiento térmico que se aplica sobre estructuras templadas
- Suele darse tras el temple para aumentar la tenacidad
- Calentamiento a $T < A_1$, para no eliminar la martensita, durante un tiempo y enfriamos en agua o aire
- Reducen tensiones internas y se obtiene una estructura estable (equilibrio): ferrita+carburos
- Elimina tensiones residuales existentes en la martensita
- Favorece que una pequeña parte del C de la martensita difunda/nuclee en forma de Fe_3C .
- Las placas se redondean y acortan
- Si se enfría rápidamente la austenita retenida → martensita

16

2. T.T. no endurecedores (Revenido)

- Se consigue:
 - Mejorar tenacidad y disminuir fragilidad
 - Eliminar tensiones internas
 - Mejora alargamiento/ estricción
 - Perdemos un poco de resistencia y dureza



17

3. T.T. Endurecedores (Temple)

Temple

- Enfriamiento rápido desde austenización A3.
- Velocidad de enfriamiento > V crítica (aquella para que la austenita se transforme solo a martensita)
- NO QUEREMOS UNA TRANSFORMACIÓN EN EQUILIBRIO!
- Necesitamos una velocidad crítica → vel temple para obtener:
 - Estructura de MARTENSITA dura y resistente
- En laboratorio → Jominy
- <http://www.youtube.com/watch?v=qW0aUbTWtVM>
- <http://www.youtube.com/watch?v=hxOHvpAZy2o&feature=related>

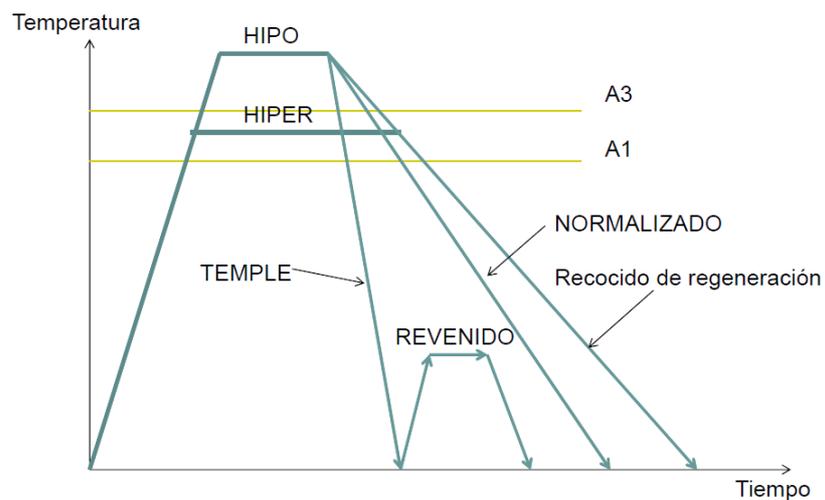
18

3. T.T. Endurecedores (Temple)

- Los materiales poseen la característica → **TEMPLABILIDAD**: capacidad de un material a templar. Aptitud de un acero para que se forme martensita en todos los puntos de su sección.
- Depende de:
 - El medio: capacidad calorífica de retirar calor.
 - Baja capacidad calorífica → agua
 - Alta capacidad calorífica → salmuera
 - El material:
 - Tamaño de grano:
 - ↑Tamaño grano, ↓LG → ↓núcleos perlita → Templabilidad
 - Composición química → aleantes
 - ↑Aleantes ↑Templabilidad
 - Tamaño de la pieza

19

3. Resumen



20

3. T.T. Endurecedores (Precipitación)

Precipitación o envejecimiento:

- Calentamiento de una aleación sólida saturada en fase (α) a una temperatura intermedia dentro del campo bifásico eutéctico ($\alpha + \beta$) y posterior enfriamiento que congele la microestructura.
- La fase β se comienza a formar como partículas dispersas en la matriz.
- La resistencia y dureza dependerán del tiempo y la temperatura aplicadas, aumentando en un momento inicial hasta adquirir un máximo, a partir de ese momento sus valores disminuirán → proceso de sobre-envejecimiento.