

12. CONFORMADO POR DEFORMACIÓN PLÁSTICA



MATERIALES
13/14

1

ÍNDICE

- Introducción: conceptos
- Deformación plástica: PROCESOS
 - Laminación
 - Forja
 - Extrusión
 - Trefilado / Estirado

2

INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS

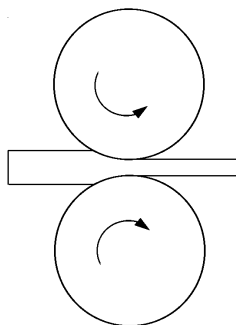
- Fenómenos Microestructurales:
 - Movimientos de dislocaciones: deslizamiento/**trepado**
 - Materiales policristalinos – movimientos en granos. Restricciones en límites de grano (coherencia) ⇒
 - distorsión de los granos
 - barreras a la deformación
 - Endurecimiento por deformación (**acritud**)
 - Recuperación/recristalización ⇒ tratamientos **térmicos**

3

CONFORMADO POR DEFORMACIÓN

DEFORMACIÓN PLÁSTICA LAMINACIÓN

- Laminación en caliente o en frío
- Tensiones de compresión
- Laminación de forma (perfiles, raíles), plana (bobina, plancha) o redonda (barra, alambre, tubo)



4

http://www.youtube.com/watch?v=6xnKmt_gsLs&feature=related
<http://www.youtube.com/watch?v=3UNwPPaZMyE>

DEFORMACIÓN PLÁSTICA LAMINACIÓN



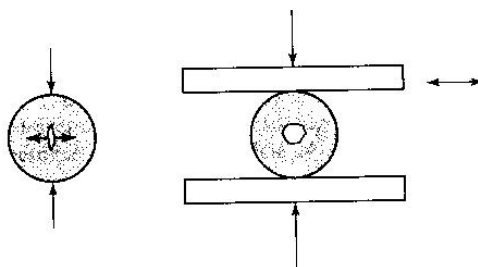
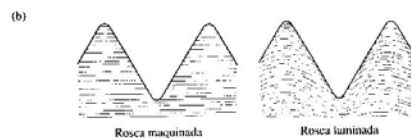
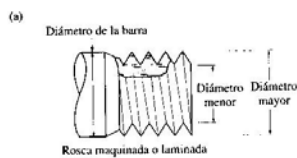
RODILLOS DE LAMINACIÓN

5

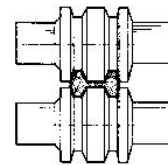
DEFORMACIÓN PLÁSTICA LAMINACIÓN

FORMAS

- El tocho o preforma se hace pasar por un tren de rodillos sucesivos
- Etapas de desbaste, y de acabado (control dimensional)

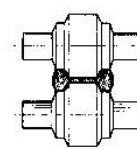


Etapa 1



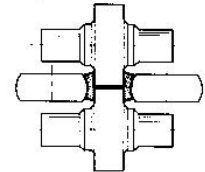
Rodillos de desbaste

Etapa 2



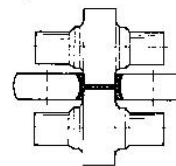
Rodillos canteadores

Etapa 3



Rodillos de forma horizontal y vertical

Etapa 4



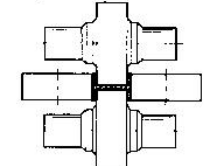
Rodillos intermedios horizontal y vertical

Etapa 5

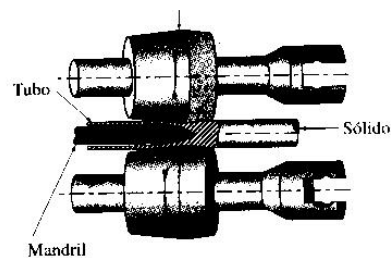


Rodillos canteadores

Etapa 6



Rodillos de acabado horizontal y vertical

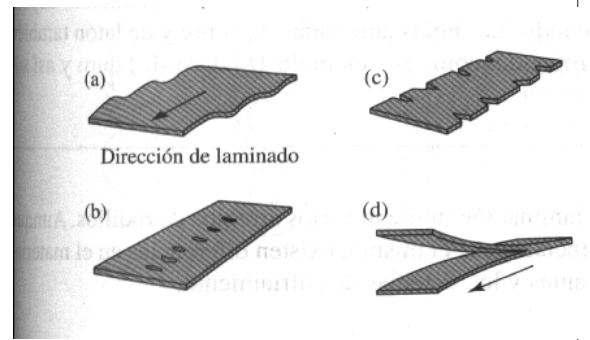


6

DEFORMACIÓN PLÁSTICA LAMINACIÓN

DEFECTOS:

- Bordes ondulados: flexión de rodillo
- Cascarilla, corrosión, rayas, mordeduras, picaduras.
- Grietas: baja ductilidad
- Desgarre laminar (poros oxidados)

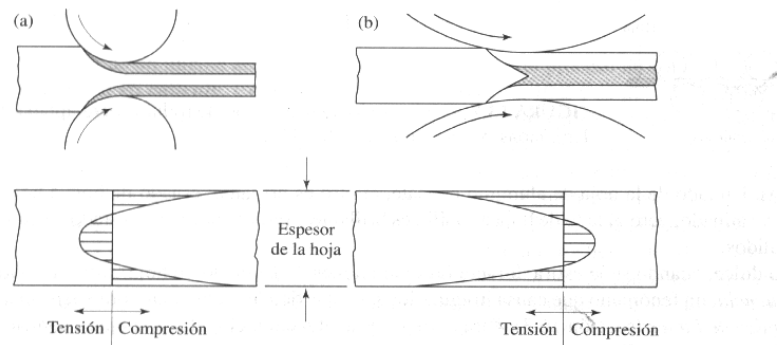


TENSIONES

RESIDUALES:

Características

- Tolerancias
- Rugosidad
- Espesor



7

Caliente \neq Frío

DEFORMACIÓN PLÁSTICA FORJA

- La pieza se conforma mediante sucesivas compresiones
- Se producen piezas individuales (no como en laminado)

Forjado en frío

- necesita mayor fuerza por \uparrow R. de los materiales
- requiere ductilidad suficiente
- buen acabado superficial
- buena precisión dimensional

Forjado en caliente

- \downarrow fuerza necesaria
- \downarrow precisión dimensional
- \downarrow acabado superficial

- Operaciones de acabado: tratamiento térmico y mecanizado. Se evita con el forjado de precisión u otros métodos de conformado

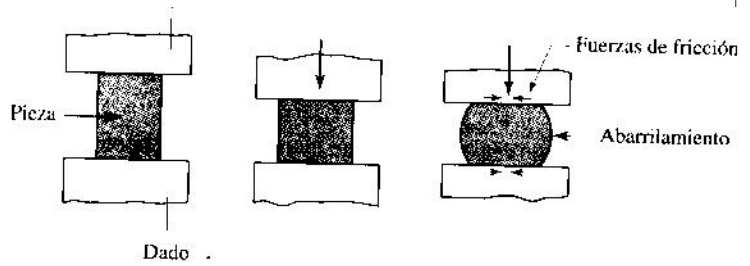
<http://www.youtube.com/watch?v=7PQyant3mCc&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=kidWBeyOMAO&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=rFDsSMDeV3w&feature=related>

8

DEFORMACIÓN PLÁSTICA FORJA

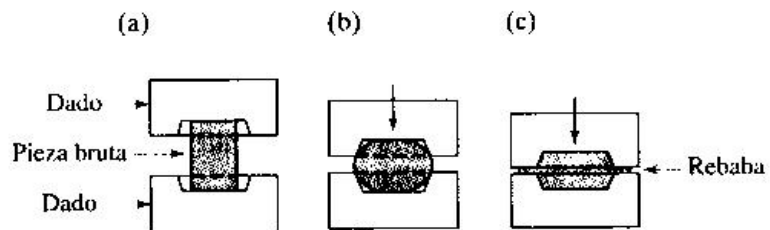
CON MATRIZ ABIERTA

- Fuerzas de 15 kg a 11 t
- ↓ altura por compresión
- recalado
- Δ abarrilado (F. Fricción)
 - mejorar con lubricante
 - ↓ ΔT^a (piezas calientes con dados precalentados suficientemente)



CON MATRIZ CERRADA

- la pieza adquiere la forma de la cavidad
- aparecen rebabas



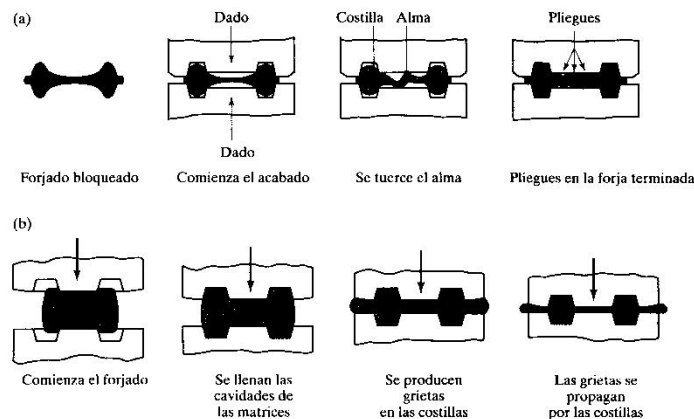
9

CONFORMADO POR DEFORMACION

DEFORMACIÓN PLÁSTICA: FORJA

DEFECTOS:

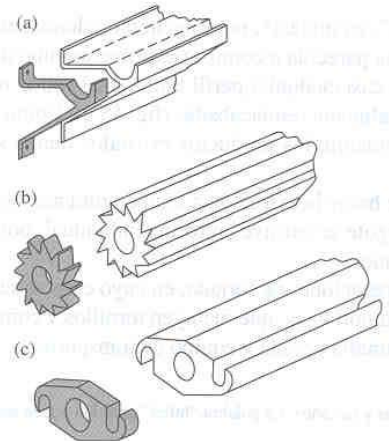
- Agrietamiento durante el forjado
- Flujo de material irregular
 1. Pliegues: falta de llenado- el alma se retuerce - repliegues remanentes
 2. Grietas internas (alma gruesa): se propagan por la pieza ya formada
 3. Deformación no uniforme (grad T^a): transformaciones de fase
 4. Flujo de grano (límite de grano \perp a superficie): ataque ambiental
- Causan fallos de fatiga, corrosión y desgaste: Inspección



10

DEFORMACIÓN PLÁSTICA EXTRUSIÓN

- Se hace pasar un cilindro por una matriz
- Se aplican esfuerzos de compresión
- El perfil transversal es sólido o hueco
- Produce piezas semiacabadas
- Sale una sección transversal constante
- Es un proceso discontinuo
- La temperatura depende de la ductilidad
- Combina extrusión con forjado (en frío)



<http://www.youtube.com/watch?v=CfGDwkQ8F6M>

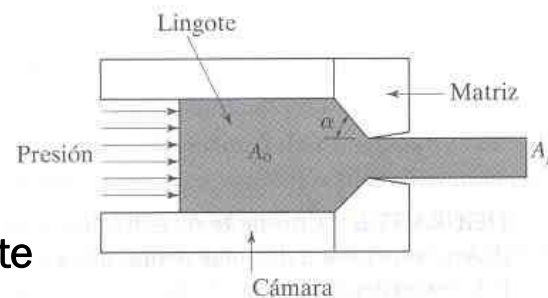
11

CONFORMADO POR DEFORMACIÓN

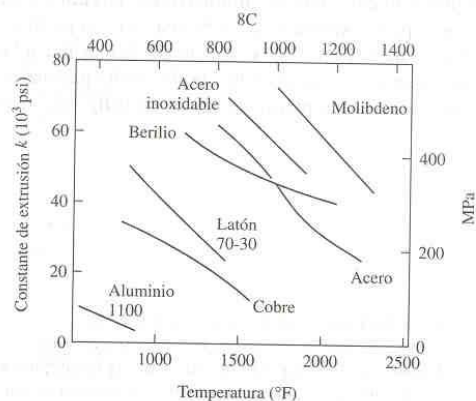
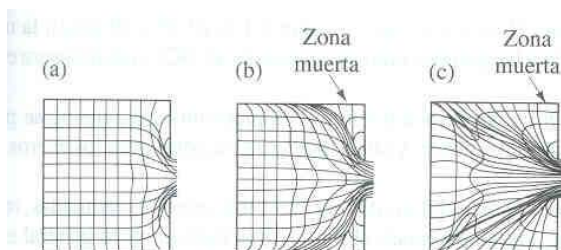
DEFORMACIÓN PLÁSTICA EXTRUSIÓN

Parámetros de extrusión

- ángulo de la matriz α
- relación de secciones A_0/A_f (relación de extrusión)
- T^a , velocidad, tipo de lubricante
- Factor de forma (Perím./Área)
- Longitud limitada



- Fuerza $F = A_0 k \ln (A_0/A_f)$
 $k =$ constante de extrusión



12

DEFORMACIÓN PLÁSTICA EXTRUSIÓN

EN CALIENTE

- para metales de baja ductilidad
- alto desgaste de la matriz (se puede precalentar como la de forja)
- deformaciones no uniformes de la pieza (**al enfriar**)
- presencia de óxidos (película abrasiva, defectos)

EN FRÍO

- aplicaciones: industria automóvil, herramientas, motores, etc.
- mayores esfuerzos sobre herramientas y matriz; mayor desgaste
- requiere lubricación adecuada (para evitar que se pegue)

13

CONFORMADO POR DEFORMACIÓN

DEFORMACIÓN PLÁSTICA EXTRUSIÓN

Ventajas extrusión en frío frente a la extrusión en caliente:

- o ↑ props. mecánicas (endurecimiento por def. Plástica)
- o buen control dimensional
- o mejor acabado superficial
- o no es necesario calentar el sistema
- o velocidad de producción elevada

Limitaciones: peso (45kg), longitud (2m), fuerza de la prensa

14

CONFORMADO POR DEFORMACIÓN

DEFORMACIÓN PLÁSTICA: EXTRUSIÓN

DEFECTOS TÍPICOS (Visibles o por ensayos no destructivos):

1. Agrietamiento

- $\uparrow T^a$, fricción, \uparrow vel. Extrusión $\Rightarrow \sigma \text{ sup} \uparrow \Rightarrow$ grietas intergranulares
Se evita bajando T^a o bajando velocidad de extrusión
- $\downarrow T^a \Rightarrow$ adhesiones (ciclos) - defecto bambú

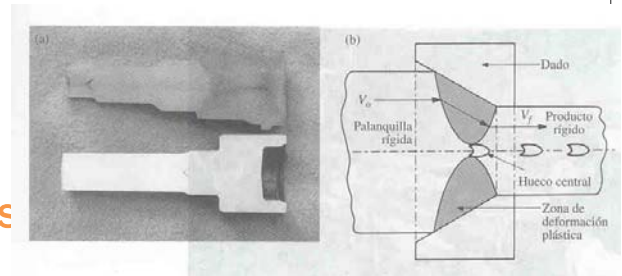
2. Tubo

- el flujo tiende a arrancar los óxidos superficiales hacia interior
Se evita: modificando el patrón de flujo de línea, la fricción,
 \downarrow grad T^a , eliminando los óxidos superficiales

3. Agrietamiento interno, \uparrow si

- \uparrow el ángulo de la matriz
- \uparrow la concentración de impurezas
- \downarrow la relación extrusión o la fricción

causado por la aparición de esfuerzos de tracción en el centro de la pieza



15

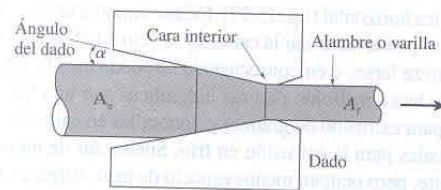
CONFORMADO POR DEFORMACIÓN

DEFORMACIÓN PLÁSTICA TREFILADO / ESTIRADO

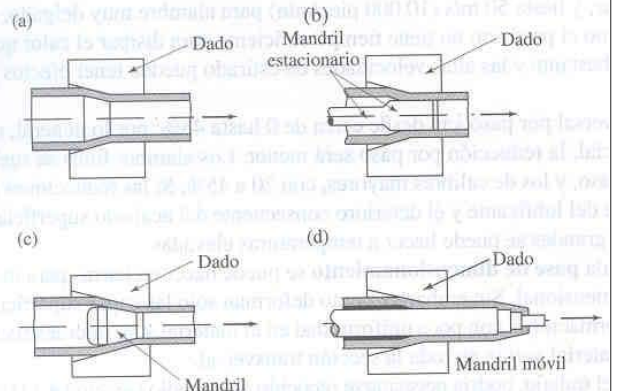
La sección transversal se reduce, tirando a través de la matriz

- variables iguales a las de extrusión
- **se emplean** esfuerzos de tracción
- el ángulo influye en la fuerza y en la calidad de acabado

• al \uparrow reducción $\Rightarrow \uparrow F$. Estirado
límite superior: **tensión de rotura**
(se trabaja alrededor del límite de fluencia)



Otras formas:



16

CONFORMADO POR DEFORMACIÓN

DEFORMACIÓN PLÁSTICA TREFILADO / ESTIRADO

	ESTIRADO	TREFILADO
PREFORMA	BARRAS DIÁMETRO > 10 mm	REDONDOS 5 a 8 mm
OBJETO	CALIBRAR, ENDURECER	ADELGAZAR
REALIZACIÓN	UNA PASADA	VARIAS PASADAS

17

CONFORMADO POR DEFORMACIÓN

DEFORMACIÓN PLÁSTICA TREFILADO / ESTIRADO

DEFECTOS:

- ≈ a los de extrusión
- traslapes (pliegues longitudinales)
- deformación no uniforme (procesos en frío)
- diferencias de esfuerzos en la pieza:
 - reducción ↓. Superficie E. Compresión, centro tracción
 - reducción ↑. Superficie E. Tracción, centro compresión
- esfuerzos residuales (posible causa de corrosión bajo tensión)

18

CONFORMADO POR DEFORMACIÓN