

<b>FULL D'EXAMEN</b>	<b>PUNTUACIÓ:</b>
----------------------	-------------------

<b>DEPARTAMENT:</b>	F. MECÀNICA	<b>PROFESSOR:</b>	Alejandro Velardo
<b>MATÈRIA/UNITAT:</b>	M3 UF2	<b>GRUP:</b>	MS3
<b>DATA:</b>		<b>CONVOCATÒRIA:</b>	JUNY
<b>GRUP:</b>			

LAMINADO

1. Sobre una placa de 29 mm de espesor fabricada en acero al bajo carbono se aplica un paso de laminado para reducir el espesor en un 15%. Para este metal y esta reducción, se espera un ensanchamiento del 10%. La velocidad de entrada de la placa es de 12.0 m/min. El diámetro del rodillo es de 230 mm y su velocidad de rotación es de 48 rpm, y además sabemos que el momento torsor sobre dicho rodillo es de 5500 N·m. Determine:

- a) **(0,5p)** La velocidad de salida de la placa, en m/min.
- b) **(1,25p)** La potencia necesaria, en CV, para realizar esta operación.
- c) **(0,75p)** Si la relación Potencia/momento torsor (P/T) fuese de 5, ¿cuál sería la velocidad angular que deberían llevar los rodillos (rad/s)?

$$t_0 = 29mm \rightarrow t_1 = 0'85 \cdot 29 = 24'65mm$$

$$w_1 = 1'1 \cdot w_0$$

$$v_0 = 12 \frac{m}{min}$$

$$R = 230mm$$

$$N = 48rpm$$

$$T = 5500N \cdot m$$
  

a)  $t_0 \cdot w_0 \cdot v_0 = t_1 \cdot w_1 \cdot v_1 \rightarrow t_0 \cdot w_0 \cdot v_0 = t_1 \cdot 1'1 \cdot w_0 \cdot v_1 \rightarrow v_1 = \frac{t_0 \cdot v_0}{t_1} = \frac{29 \cdot 12}{24'65 \cdot 1'1} = 12'83 \frac{m}{min}$

b)  $T = 0'5 \cdot F \cdot L \rightarrow F = \frac{T}{0'5 \cdot L}$

$$F = \frac{5500}{0'5 \cdot 22'367 \cdot 10^{-3}} = 491812NL = \sqrt{R(t_0 - t_f)} = \sqrt{115 \cdot (29 - 24'65)} = 22'36mm$$

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot F \cdot L}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 48 \cdot 491812 \cdot 22'367 \cdot 10^{-3}}{60} = 55276'6W \cdot \frac{1CV}{736W} = 75CV$$

c)  $\frac{P}{T} = 5 \rightarrow \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot F \cdot L}{0'5 \cdot F \cdot L} = 5 \rightarrow N = 0'3978 \frac{rev}{s} \cdot \frac{2 \cdot \pi rad}{rev} = 2'5 \frac{rad}{s}$

2. *Un molino de laminación en caliente tiene 4 bastidores. Las dimensiones de la plancha inicial son: espesor de 9 mm, ancho de 45 mm y longitud de 3 m. El espesor final será de 1 mm, el diámetro del rodillo en cada bastidor de 120 mm y la velocidad de rotación en el bastidor número 1 de 30 rev/min. Se ha observado que la velocidad de la plancha que entra al bastidor número 1 es de 48 m/min. Suponga que no ocurre ensanchamiento de la plancha durante la secuencia de laminado. La reducción porcentual del espesor es igual en cada bastidor y se supone que el deslizamiento hacia delante será igual en cada bastidor. Determine:*
- a) **(0,75 p)** *La reducción porcentual en cada bastidor*
  - b) **(0,75 p)** *La velocidad de rotación de los rodillos en los bastidores del dos al cuatro*
  - c) **(0,75 p)** *El deslizamiento hacia delante*
  - d) **(0,75 p)** *¿Cuál es el draft en los bastidores uno y cuatro.*
  - e) **(1,0 p)** *¿Cuál es la longitud y velocidad de salida de la tira final que sale del bastidor cuatro?*

4 Bastidores de laminación

$$t_0 = 9 \text{ mm}$$

$$w_0 = w_1 = \dots = w_4 = 45 \text{ mm}$$

$$L_0 = 3 \text{ m}$$

$$t_8 = 0'3 \text{ €}$$

$$R = 120 \text{ mm}$$

$$N_{R1} = 30 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \rightarrow$$

$$v_{R1} = 30 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot R = 30 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 2\pi \cdot 120 = 22619,46 \frac{\text{mm}}{\text{min}} = 22'61 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$v_0 = 19 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

%reducció constant. El deslizamiento hacia delante constante.

%reducció [x]:

$$t_0 \cdot (1 - x)^4 = t_4 \rightarrow x = 1 - \sqrt[4]{\frac{t_4}{t_0}} = 1 - \sqrt[4]{\frac{1}{9}} = 0'4226$$

$$0'4226 \cdot t_0 = t_1$$

$$w_0 = w_1 = \dots = w_4 = 45 \text{ mm}$$

$$t_0 \cdot w_0 \cdot v_0 = t_1 \cdot w_1 \cdot v_1 \rightarrow v_1 = \frac{v_0}{0'4226}$$

$$a) v_1 = \frac{v_0}{0'4226} = 44,95 \frac{\text{m}}{\text{min}} \rightarrow v_2 = \frac{v_1}{0'4226} = 106'37 \frac{\text{m}}{\text{min}} \rightarrow v_3 = \frac{v_2}{0'4226} = 251'71 \frac{\text{m}}{\text{min}} \rightarrow$$

$$v_4 = \frac{v_3}{0'4226} = 595'64 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$c) s = \frac{v_1 - v_{R1}}{v_{R1}} = \frac{44'95 - 22'61}{22'61} = 0'988$$

$$b) (1 + s) \cdot v_{R1} = v_1 \rightarrow v_{R1} = \frac{v_1}{(1+s)}$$

$$v_{R1} = \frac{v_1}{(1+s)} = 22'61 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$v_{R2} = \frac{v_2}{(1+s)} = 53'50 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$v_{R3} = \frac{v_3}{(1+s)} = 126'61 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$v_{R4} = \frac{v_4}{(1+s)} = 299'62 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$d) d_0 = t_0 - t_1 = 0'5774 \cdot t_0 = 5'196 \text{ mm}$$

$$d_4 = t_3 - t_4$$

$$t_3 = (1 - 0'4226)^3 \cdot t_0 = 1'7324 \text{ mm} \rightarrow d_4 = 1'7324 - 1 = 0'7324 \text{ mm}$$

FORJA

3. Se ejecuta una operación de encabezamiento en frío para producir la cabeza de un clavo de acero. El coeficiente de resistencia del acero es 590 MPa y el exponente de endurecimiento por deformación es de 0.25. El coeficiente de fricción en la interfaz troquel-trabajo = 0.13. El alambre del cual se hace el clavo es de 7.00 mm de diámetro. La cabeza tiene un diámetro de 10.5 mm y un espesor de 1.9 mm. La longitud final del clavo es de 127 mm.

a) (1 p) ¿qué longitud de alambre se debe proyectar fuera del troquel para proveer el volumen suficiente de material para esta operación de recalado?

b) (1 p) calcule la fuerza mínima que debe aplicar el punzón para formar la cabeza en esta operación de troquel abierto.

$$D_0 = 7 \text{ mm} \rightarrow D_f = 10.5 \text{ mm}$$

$$h_f = 1.9 \text{ mm}$$

$$K = 590 \text{ Mpa}$$

$$n = 0.25$$

$$\mu = 0.13$$

$$a) V_f = \frac{\pi \cdot D_f^2}{4} \cdot h_f = \frac{\pi \cdot 10.5^2}{4} \cdot 1.9 = 164.52 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot 7^2}{4} = 38.48 \text{ mm}^2$$

$$h_0 = \frac{V}{A_0} = \frac{164.52}{38.48} = 4.275 \text{ mm}$$

$$b) \epsilon = \ln \frac{h_0}{h_f} = \ln \frac{4.275}{1.9} = 0.811$$

$$Y_f = K \cdot \epsilon^n = 590 \cdot 0.811^{0.25} = 559.88 \text{ MPa}$$

$$K_f = 1 + \frac{0.4 \cdot \mu \cdot D_f}{h_f} = 1 + \frac{0.4 \cdot 0.13 \cdot 10.5}{1.9} = 1.287$$

$$A_f = \frac{\pi \cdot D_f^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10.5^2}{4} = 86.59 \text{ mm}^2$$

$$F = K_f \cdot Y_f \cdot A_f = 1.287 \cdot 559.88 \cdot 86.59 = 62394 \text{ N}$$

4. Una pieza cilíndrica es recalada en un troquel abierto. El diámetro inicial es de 50 mm y la altura inicial es de 45 mm. La altura después del forjado es de 20 mm. El coeficiente de fricción en la interfaz troquel-trabajo es de 0.20. El material de trabajo tiene una curva de fluencia definida por un coeficiente de resistencia de 595 MPa y un exponente de endurecimiento por deformación de 0.115. Determine la fuerza instantánea en la operación:

a) **(0,5 p)** en el momento en que se alcanza el punto de fluencia (fluencia a la deformación de 0.002). b) **(0,5 p)** si  $h = 35$  mm y c) **(0,5 p)** si  $h = 20$  mm.

$$\begin{aligned}D &= 50 \text{ mm} \\h &= 45 \text{ mm} \\K &= 595 \text{ Mpa} \\n &= 0.115 \\ \mu &= 0.2\end{aligned}$$

$$a) V = \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 50^2}{4} \cdot 45 = 88357 \text{ mm}^2$$

Suponemos una deformación mínima  $\rightarrow \epsilon = 0.002$

$$Y_f = K \cdot \epsilon^n = 595 \cdot 0.002^{0.115} = 291.12 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{V}{h} = \frac{88357}{45} = 1963.49 \text{ mm}^2$$

$$K_f = 1 + \frac{0.4 \cdot \mu \cdot D}{h} = 1 + \frac{0.4 \cdot 0.2 \cdot 50}{45} = 1.088$$

$$F = K_f \cdot Y_f \cdot A = 1.088 \cdot 291.12 \cdot 1963.49 = 622 \text{ KN}$$

$$b) h = 35 \text{ mm} \rightarrow \epsilon = \ln \frac{h_0}{h} = \ln \frac{45}{35} = 0.2513$$

$$Y_f = K \cdot \epsilon^n = 595 \cdot 0.2513^{0.115} = 507.62 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{V}{h} = \frac{88357}{35} = 2524.5 \text{ mm}^2 \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 56.7 \text{ mm}$$

$$K_f = 1 + \frac{0.4 \cdot \mu \cdot D_f}{h_f} = 1 + \frac{0.4 \cdot 0.2 \cdot 56.7}{35} = 1.1295$$

$$F = K_f \cdot Y_f \cdot A = 1.1295 \cdot 507.62 \cdot 2524.5 = 1447.5 \text{ KN}$$

$$c) h = 20 \text{ mm} \rightarrow \epsilon = \ln \frac{h_0}{h} = \ln \frac{45}{20} = 0.811$$

$$Y_f = K \cdot \epsilon^n = 595 \cdot 0.811^{0.115} = 580.8 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{V}{h} = \frac{88357}{20} = 4417.85 \text{ mm}^2 \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 75 \text{ mm}$$

$$K_f = 1 + \frac{0.4 \cdot \mu \cdot D_f}{h_f} = 1 + \frac{0.4 \cdot 0.2 \cdot 75}{20} = 1.3$$

$$F = K_f \cdot Y_f \cdot A = 1.3 \cdot 580.8 \cdot 4417.85 = 3336 \text{ KN}$$