

Se usa una serie de operaciones de laminado en frío para reducir el espesor de una placa de 50 mm a 25 mm en un molino reversible de 2 rodillos. El ancho inicial de la placa es de 250 mm. El diámetro de los rodillos es de 700 mm y giran a 20 rpm. Considere que el coeficiente de fricción entre los rodillos y el material de trabajo es de 0.15. El material de trabajo tiene como parámetros de la curva de fluencia $k=600$ MPa, $n = 0.2$. El proceso tiene como especificación que el draft sea igual en cada punto en cada paso. Determine lo siguiente.

- El número mínimo de pasos requeridos
- El draft para cada paso
- La fuerza de laminación, la potencia de molino y el momento de torsión del rodillo para el último paso. Considere un espacio de 3% en cada paso.

Datos

$$\begin{array}{llll} t_0 = 50 \text{ mm} & \text{Ancho} = 250 \text{ mm} & W = 20 \text{ rpm} & k = 600 \text{ MPa} \\ t_f = 25 \text{ mm} & \phi_{\text{rodillo}} = 700 \text{ mm} & \mu = 0.15 & n = 0.2 \end{array}$$

a) Reducción espesor

Máxima reducción de espesor

$$d = 50 - 25 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = (0.15)^2 (700/2) = 7.875 \text{ mm}$$

Los pasos requeridos se dan por $(25/7.875) = 3.17 \approx 4$

$$\Rightarrow \frac{25}{4} = 6.25 \text{ mm}$$

∴ Se requieren 4 pasos con un paso de 6.25 mm

Fuerza de laminado

$$F = \bar{Y}_f W L = (464.6535 \times 10^6) (277.28 \times 10^{-3}) (46.7707 \times 10^{-3}) = 6025.896 \text{ kN}$$

Esfuerzo de fluencia

$$\bar{Y}_f = \frac{K \epsilon^n}{(1+n)} = \frac{600 (0.6931)^{0.2}}{(1+0.2)} = 464.6535 \text{ MPa}$$

Deformación verdadera

$$\epsilon = \ln\left(\frac{t_0}{t_f}\right) = \ln\left(\frac{50}{25}\right) = 0.6931$$

Ancho promedio para último paso

$$W_0 = 250 \text{ mm} \Rightarrow W_4 = 250 (1.03)^4 = 281.3732 \text{ mm}$$

$$W_1 = W_0 (1.03)$$

$$W_2 = W_1 (1.03)$$

$$W_3 = W_2 (1.03)$$

$$W_4 = W_3 (1.03)$$

$$W_4 = 250 (1.03)^3 = 273.1818 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow W = \frac{W_3 + W_4}{2} = \frac{(273.1818) + (281.3732)}{2} \text{ mm}$$

$$W = 277.28 \text{ mm}$$

Longitud de contacto

$$L = \sqrt{R(\text{paso})} = \sqrt{(700/2)(6.25)} = \underline{46.7707 \text{ mm}}$$

Potencia del molino

$$P = 2\pi N F L$$

$$P = 2\pi (20 \frac{\text{rev}}{\text{min}}) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) (6025.896 \times 10^3) (46.7707 \times 10^{-3})$$

$$P = 590.2746 \text{ kW}$$

Utilizamos W_4 para saber F_4

$$F_4 = \bar{V}_F W L = (464.6535 \times 10^6) (281.3773 \times 10^{-3}) (46.7707 \times 10^{-3})$$

$$F_4 = 6114.9392 \text{ kN}$$

Entonces para cada rodillo

$$T_4 = 0.5 F_4 L$$

$$T_4 = 0.5 (6114.9392 \times 10^3) (46.7707 \times 10^{-3})$$

$$T_4 = 143 \times 10^3 \text{ Nm}$$