

EJEMPLO 7.1

El eje sólido y el tubo que se muestran en la figura 7-9a están sometidos a la fuerza cortante de 4 kN. Determine el esfuerzo cortante que actúa sobre el diámetro de cada sección transversal.

SOLUCIÓN

Propiedades de la sección. Con base en la tabla que aparece en la página final de este libro (al reverso de la contraportada), el momento de inercia de cada sección, calculada respecto a su diámetro (o eje neutro), es

$$I_{\text{sólido}} = \frac{1}{4} \pi c^4 = \frac{1}{4} \pi (0.05 \text{ m})^4 = 4.909(10^{-6}) \text{ m}^4$$

$$I_{\text{tubo}} = \frac{1}{4} \pi (c_o^4 - c_i^4) = \frac{1}{4} \pi [(0.05 \text{ m})^4 - (0.02 \text{ m})^4] = 4.783(10^{-6}) \text{ m}^4$$

El semicírculo superior (en gris más oscuro) que se muestra en la figura 7-9b, por encima (o por debajo) de cada diámetro representa Q , porque esta área se “mantiene sobre el elemento” mediante el esfuerzo cortante longitudinal a lo largo del diámetro.

$$Q_{\text{sólido}} = \bar{y}' A' = \frac{4c}{3\pi} \left(\frac{\pi c^2}{2} \right) = \frac{4(0.05 \text{ m})}{3\pi} \left(\frac{\pi(0.05 \text{ m})^2}{2} \right) = 83.33(10^{-6}) \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{tubo}} &= \sum \bar{y}' A' = \frac{4c_o}{3\pi} \left(\frac{\pi c_o^2}{2} \right) - \frac{4c_i}{3\pi} \left(\frac{\pi c_i^2}{2} \right) \\ &= \frac{4(0.05 \text{ m})}{3\pi} \left(\frac{\pi(0.05 \text{ m})^2}{2} \right) - \frac{4(0.02 \text{ m})}{3\pi} \left(\frac{\pi(0.02 \text{ m})^2}{2} \right) \\ &= 78.0(10^{-6}) \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Esfuerzo cortante. Al aplicar la fórmula del esfuerzo cortante, donde $t = 0.1 \text{ m}$ para la sección sólida y $t = 2(0.03 \text{ m}) = 0.06 \text{ m}$ para el tubo, se tiene

$$\tau_{\text{sólido}} = \frac{VQ}{It} = \frac{4(10^3) \text{ N}(83.33(10^{-6}) \text{ m}^3)}{4.909(10^{-6}) \text{ m}^4(0.1 \text{ m})} = 679 \text{ kPa} \quad \text{Resp.}$$

$$\tau_{\text{tubo}} = \frac{VQ}{It} = \frac{4(10^3) \text{ N}(78.0(10^{-6}) \text{ m}^3)}{4.783(10^{-6}) \text{ m}^4(0.06 \text{ m})} = 1.09 \text{ MPa} \quad \text{Resp.}$$

NOTA: Como se analizó en las limitaciones de la fórmula del esfuerzo cortante, los cálculos realizados aquí son válidos porque el esfuerzo cortante a lo largo del diámetro es vertical y, por lo tanto, tangente a la frontera de la sección transversal. Un elemento de material sobre el diámetro está sometido a “cortante puro” como se muestra en la figura 7-9b.

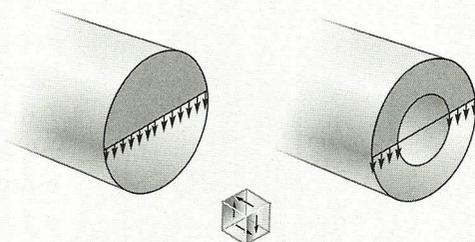
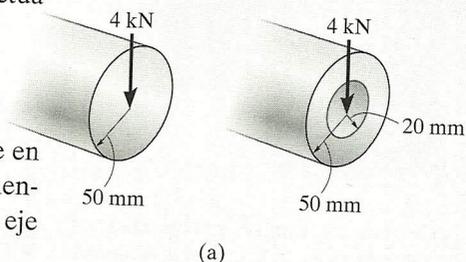


Figura 7-9