EJEMPLO 5-4 El tubo en voladizo que se muestra en la figura 5-17 se fabricará con una aleación de aluminio 2014 tratado para obtener una resistencia a la fluencia mínima específica de 276 MPa. Se desea seleccionar un tamaño de tubo en existencia de la tabla A-8 usando un factor de diseño $n_d = 4$. La carga flexionante es $F = 1.75$ kN, la tensión axial es $P = 9.0$ kN, y la torsión es $T = 72$ N · m. ¿Cuál es el factor de seguridad que se encontró?

Solución El elemento de esfuerzo crítico está en el punto A de la parte superior de la pared, donde el momento flexionante es más grande y los esfuerzos flexionante y de torsión tienen sus valores máximos. El elemento de esfuerzo crítico se muestra en la figura 5-17*b*). Dado que tanto el esfuerzo axial como el esfuerzo flexionante están en tensión a lo largo del eje x, se suman al esfuerzo normal, de donde resulta

$$\sigma_x = \frac{P}{A} + \frac{Mc}{I} = \frac{9}{A} + \frac{120(1.75)(d_o/2)}{I} = \frac{9}{A} + \frac{105d_o}{I} \tag{1}$$

donde, si se usan milímetros para las propiedades de área, el esfuerzo está en gigapascales.

El esfuerzo torsional en el mismo punto es

$$\tau_{zx} = \frac{Tr}{J} = \frac{72(d_o/2)}{J} = \frac{36d_o}{J} \tag{2}$$

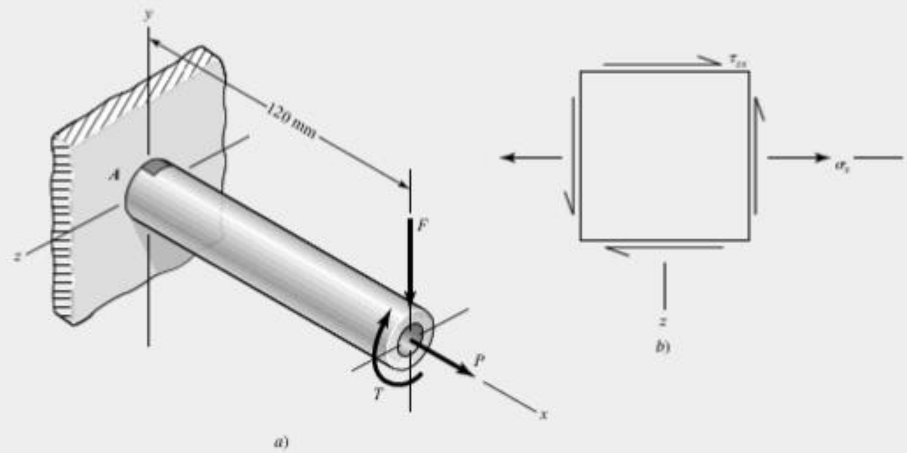

Figura 5-17

Por exactitud, se elige la teoría de la energía de distorsión como la base del diseño. El esfuerzo Von Mises, como en el ejemplo anterior, es

$$\sigma' = \left(\sigma_x^2 + 3\tau_{zx}^2\right)^{1/2} \tag{3}$$

Con base en el factor de diseño dado, la meta de σ' es

$$\sigma' \leq \frac{S_y}{n_d} = \frac{0.276}{4} = 0.0690 \text{ GPa} \tag{4}$$

donde en esta ecuación se han usado gigapascales para coincidir con las ecuaciones (1) y (2).

Si se programan las ecuaciones (1), (2) y (3) en una hoja de cálculo y se introducen tamaños métricos de la tabla A-8 se revela que un tubo de 42 × 5 mm es satisfactorio. También se determina que el esfuerzo de Von Mises es $\sigma' = 0.06043$ GPa para este tamaño. Por lo tanto, el factor de seguridad que se encuentra es

Respuesta

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{0.276}{0.06043} = 4.57$$

Para el siguiente tamaño más pequeño, un tubo de 42 × 4 mm, $\sigma' = 0.07105$ GPa, lo que da un factor de seguridad de

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{0.276}{0.07105} = 3.88$$