

Test 1

martes, 28 de septiembre de 2021 8:29

La pared de un horno industrial construida con ladrillo refractario ($k = 0,6 \text{ BTU/hr-pie} \cdot ^\circ\text{F}$) tiene 0,7 pies de ancho. La superficie externa se recubre con material aislante de $k = 0,04 \text{ (BTU/hr-pie} \cdot ^\circ\text{F)}$ y 0,1 pies de espesor. La temperatura de la superficie interior es de 1800°F y la de la superficie exterior es de 100°F .

1. Calcular la transferencia de calor en **BTU/hr** por pie cuadrado.
2. Si se limita el flujo de calor a un valor máximo de $300 \text{ (BTU/hr-pie}^2)$, ¿qué espesor **en pies** deberá tener la capa de aislante?

datos:

$$A_L = 0,7 \text{ pies}, \quad k_L = 0,6 \text{ BTU/hr} \cdot \text{pie} \cdot ^\circ\text{F}, \quad T_1 = 1800^\circ\text{F}$$

$$A_S = 0,1 \text{ pies}, \quad k_S = 0,04 \text{ BTU/hr} \cdot \text{pie} \cdot ^\circ\text{F}, \quad T_2 = 100^\circ\text{F}$$

luego, el flujo de calor viene dado por:

$$q'' = \frac{\Delta T}{R_t}$$

a)

$$\begin{aligned} \text{donde } R_t &= R_L + R_S = \frac{A_L}{k_L} + \frac{A_S}{k_S} = \left(\frac{0,7}{0,6} + \frac{0,1}{0,04} \right) \left[\frac{\text{pie}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}}{\text{BTU}} \right] \\ &= 3,67 \frac{\text{pie}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}}{\text{BTU}} \end{aligned}$$

$$\text{ademas } \Delta T = T_1 - T_2 = (1800 - 100)^\circ\text{F} = 1700^\circ\text{F}$$

$$\Rightarrow q'' = \frac{1700^\circ\text{F}}{3,67} \left[\frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}} \right] = 463,22 \left[\frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{pie}^2} \right]$$

$$\text{b) Si } q'' = 300 \frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{pie}^2} \Rightarrow A_S = ?$$

Sol:

$$\text{Se considera, } q'' = \frac{\Delta T}{R_t}$$

$$\Rightarrow 300 \left[\frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{pie}^2} \right] = \frac{1700^\circ\text{F}}{\left[\frac{0,7}{0,6} + \frac{A_S}{0,04} \right] \left[\frac{\text{pie}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{F}}{\text{BTU}} \right]}$$

$$\Rightarrow 300 \left[\frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{pie}^2} \right] = \frac{1700}{1,17 + \frac{A_S}{0,04}} \left[\frac{\text{BTU}}{\text{pie}^2 \cdot \text{hr}} \right]$$

$$\Rightarrow \left[1,17 + \frac{A_S}{0,04} \right] 300 = 1700$$

$$\Rightarrow 351 + \frac{300}{0.04} A_s = 1700$$

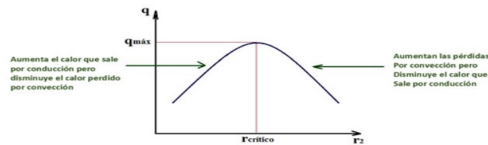
$$\Rightarrow 351 + 7500 A_s = 1700$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{1349}{7500} = 0.18$$

$$\Rightarrow A_s = 0.18 \text{ pies}$$

Un alambre eléctrico que tiene un radio $r_1 = 5 \text{ mm}$ y una resistencia por unidad de longitud de $10^{-4} \Omega/\text{m}$, se cubre con un aislante plástico de conductividad térmica $k = 0.20 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$. El aislante se expone al aire ambiente que está a 300K y con un coeficiente de convección de $10 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$. Si el aislante tiene una temperatura máxima permisible de 450 K .

1. Considerando lo siguiente:



¿Cuál es el radio crítico del cable en milímetros?

2. ¿Cuál es la corriente máxima permisible que se puede hacer pasar por el alambre en amperes (usar solo un decimal)?

Sol:

$$r_i = 0.05 \text{ m}, \quad k = 0.20 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}, \quad h = 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{K}}$$

$$a) \quad r_c = \frac{k}{h} = \frac{0.20 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}}{10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{K}}} = 0.02 \text{ m} = 20 \text{ mm}$$

b)

Considere una barra de cobre de 50 mm de diámetro y 6 m de largo, que se retira de un horno a una temperatura de 200°C para ser enfriada a 100°C . Si se enfria la barra en aire a 20°C con un coeficiente de convección de $15 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$.

1. Calcule el tiempo **en segundos** para que la temperatura del centro de la barra alcance los 100°C

2. Calcule la temperatura **en grados Celsius** en el eje del cilindro para un tiempo de 5 minutos.

datos:

$$D = 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m}, \quad h = 15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{K}}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$T(0) = 200^\circ\text{C}$$

$$T = 100^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 20^\circ\text{C}$$

$$C_p = 390 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$$

$$\rho = 8960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Consideramos lo siguiente formula

$$\ln \left[\frac{T - T_\infty}{T_0 - T_\infty} \right] = - \frac{hA}{C_p \rho V} t \Rightarrow t = \ln \left[\frac{T - T_\infty}{T_0 - T_\infty} \right] \left(\frac{-C_p \rho V}{hA} \right)$$

Propiedades del cobre

$$V = \pi r^2 h = \pi \frac{(0.05)^2}{4} \cdot 6 \text{ m}^3$$

$$A = 2\pi r h = \pi (0.05) 6 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \frac{V}{A} = \frac{0.05}{4} \text{ m}$$

$$\Rightarrow t = \ln\left(\frac{100 - 20}{200 - 20}\right) \left(-390 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 8960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1}{15} \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right) \cdot \frac{0.05}{4} \text{ m}$$

$$\Rightarrow T = \ln\left(\frac{80}{180}\right) \left(-390 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 8960 \cdot \frac{1}{15} \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right) \cdot \frac{0.05}{4}$$

$$\Rightarrow t \approx 2361.43 \text{ seg} //$$

b) $S_{\min} \Rightarrow T = ?$

$$S_{\min} = 300 \text{ seg}$$

de la fórmula anterior

$$\ln\left[\frac{T - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}}\right] = -\frac{hA}{c_p \rho V} t \Rightarrow \frac{T - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}} = e^{-\frac{hA}{c_p \rho V} t}$$

$$\Rightarrow T = \exp\left(-\frac{hA}{c_p \rho V} t\right) (T_0 - T_{\infty}) + T_{\infty}$$

$$\Rightarrow T = \exp(-2912) (180)^{\circ}\text{C} + 20^{\circ}\text{C}$$

$$\Rightarrow T =$$