

PROBLEMAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR ESTACIONARIO

Problema: Flujo de Calor a Través de la Pared Aislada de un Cuarto Frío

Un cuarto de almacenamiento refrigerado se construye con una plancha interna de 0.5 plg de pino, una plancha intermedia de 4 plg de corcho prensado y una plancha externa de 3 plg de concreto. La temperatura superficial de la pared interna es 255.4 K y la del exterior del concreto es 297.1 K. Las conductividades en unidades SI son: 0.151 para el pino; 0.0433 para el corcho prensado; y 0.762 para el concreto, todas en W/m·K. Calcúlese la pérdida de calor en W para 1 m², así como la temperatura en la interfase entre la madera y el corcho prensado.

Solución: Llamando $T_1 = 255.4$, $T_4 = 297.1$ K, A al pino, B al corcho y C al concreto, se obtiene la siguiente tabulación de propiedades y dimensiones:

$$k_A = 0.151 \quad k_B = 0.0433 \quad k_C = 0.762$$

$$\Delta x_A = \left(\frac{1}{2} \text{ plg}\right) (0.0254) = 0.0127 \text{ m}$$

$$\Delta x_B = 4(0.0254) = 0.1016 \text{ m}$$

$$\Delta x_C = 3(0.0254) = 0.0762 \text{ m}$$

Las resistencias de los materiales calculadas para un área A de 1 m² son:

$$R_A = \frac{\Delta x_A}{k_A A} = \frac{0.0127}{(0.151)(1)} = 0.0841 \text{ K/W}$$

$$R_B = \frac{\Delta x_B}{k_B A} = \frac{0.1016}{(0.0433)(1)} = 2.346 \text{ K/W}$$

$$R_C = \frac{\Delta x_C}{k_C A} = \frac{0.0762}{(0.762)(1)} = 0.100 \text{ K/W}$$

Luego,

$$\begin{aligned}
 q &= \frac{T_1 - T_4}{R_A + R_B + R_C} = \frac{255.4 - 297.1}{0.0841 + 2.346 + 0.100} \\
 &= \frac{-41.7}{2.530} = -16.48 \text{ W } (-56.23 \text{ BTU/hr})
 \end{aligned}$$

Puesto que la respuesta es negativa, el calor fluye desde el exterior.

Para calcular la temperatura T_2 en la interfase entre el pino y el corcho,

$$q = \frac{T_1 - T_2}{R_A}$$

Sustituyendo los valores conocidos y resolviendo,

$$-16.48 = \frac{255.4 - T_2}{0.0841} \quad \text{y} \quad T_2 = 256.79 \text{ K en la interfase}$$

Existe otro método para calcular T_2 que consiste en aplicar el hecho de que la caída de temperatura es proporcional a la resistencia:

$$T_1 - T_2 = \frac{R_A}{R_A + R_B + R_C} (T_1 - T_4)$$

Sustituyendo,

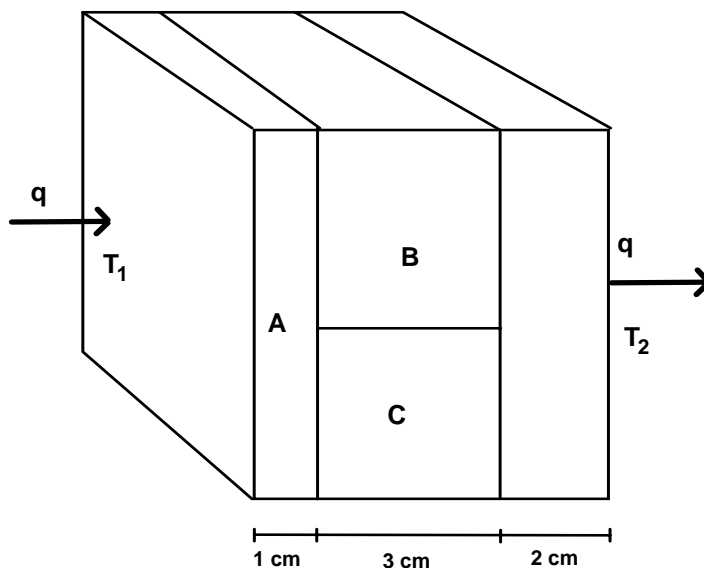
$$255.4 - T_2 = \frac{(0.0841)(255.4 - 297.1)}{2.530} = -1.39 \text{ K}$$

Por consiguiente, $T_2 = 256.79 \text{ K}$ (2.5°F), igual que antes.

Problemas Propuestos

- Se desea construir un almacén refrigerado con una capa interna de 20 mm de madera de pino, una capa intermedia de corcho prensado y una capa externa de 52 mm de concreto. La temperatura de la pared interior es -18°C y la de la superficie exterior, 30°C en el concreto. Las conductividades promedio son, para el pino, 0,151; para el corcho 0,0433; y para el concreto 0,762 W/m-K. El área superficial total interna que se debe usar en los cálculos es aproximadamente 50 m^2 (omitiendo las esquinas y los efectos de los extremos). ¿Que espesor de corcho prensado se necesita para mantener la pérdida de calor en 550 W?
- ¿Que cantidad de aislante de fibra de vidrio ($K=0,02\text{ BTU/hr-pie-}^{\circ}\text{F}$) es necesaria para garantizar que la temperatura exterior de un horno de cocina no excederá de 120°F ?. La temperatura máxima del horno que será mantenida por el control termostático de tipo convencional es de 550°F , la temperatura del ambiente de la cocina puede variar de 60 a 90°F y el coeficiente promedio de transferencia de calor entre la superficie del horno y la cocina es de $2,5\text{ BTU/hr-pie}^2\text{-}^{\circ}\text{F}$.
- Calcular el flujo de calor a través de la pared mostrada en la figura suponiendo que éste es unidimensional.

$T_1 = 50^{\circ}\text{C}$
 $T_2 = 20^{\circ}\text{C}$
 $K_A = 200\text{ W/m-}^{\circ}\text{C}$
 $K_B = 50\text{ W/m-}^{\circ}\text{C}$
 $K_C = 40\text{ W/m-}^{\circ}\text{C}$
 $K_D = 90\text{ W/m-}^{\circ}\text{C}$
 Area Transversal = 1 m^2
 Area B = Area C



- Una pared de un horno es construida de ladrillos que tienen dimensiones comunes $9 \times 4 \frac{1}{2} \times 3$ pulgadas. Se dispone de dos clases de material: uno que tiene una temperatura útil límite de 1900°F y una conductividad térmica de $1\text{ BTU/hr-pie-}^{\circ}\text{F}$, y el otro tiene una temperatura límite máxima de 1600°F y una conductividad térmica de 0,5. Los ladrillos tienen el mismo costo y pueden colocarse de cualquier forma, pero se desea construir la pared más económica para un horno con una temperatura del lado caliente de 1900°F y del lado frío de 400°F . Si la cantidad máxima permisible de transferencia de calor es 300 BTU/hr-pie^2 de área, determinar el arreglo más económico para los ladrillos disponibles.