

PRÁCTICO N° 7

Convección Forzada

EJERCICIO 1

Para la transferencia de calor en una geometría de placa plana a T_s que intercambia con un flujo (u_∞) paralelo, a temperatura T_∞ se dispone de las siguientes fórmulas:

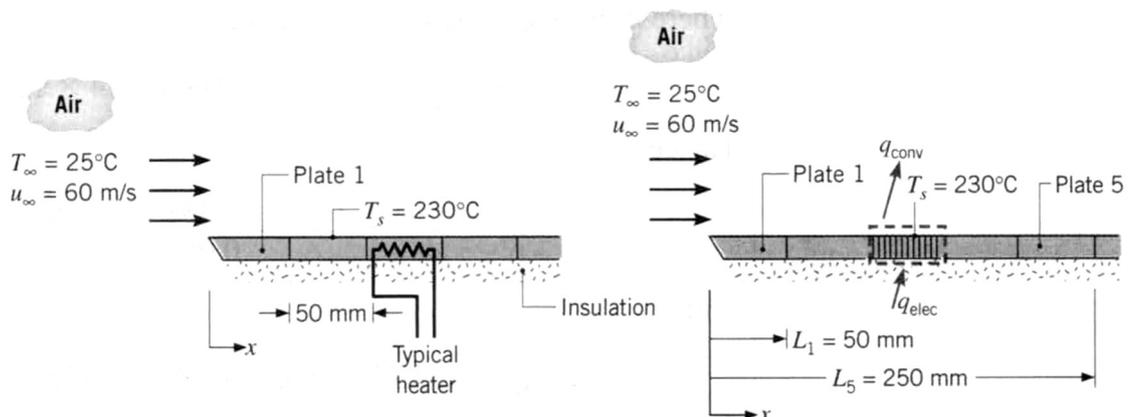
$$Nu_x = 0,332 Re_x^{1/2} Pr^{1/3} \quad \text{para flujo laminar y } Pr \geq 0,6$$

$$Nu_x = 0,0296 Re_x^{4/5} Pr^{1/3} \quad \text{para flujo turbulento y } 0,6 < Pr < 60$$

tomando las propiedades del fluido a T_{film} .

Una placa plana de 1 m de ancho se mantiene a una temperatura superficial uniforme de 230°C mediante un conjunto de calentadores eléctricos de cinta controlados de forma independiente, cada uno de los cuales es de 50 mm. Si fluye aire atmosférico a 25°C sobre la placa a una velocidad de 60 m/s:

- Determinar sobre qué calentador comienza la transición de flujo laminar a turbulento.
- Indicar qué calentador correspondiente a la región de flujo laminar entrega la máxima potencia y hallar cuánto vale ésta.
- Determinar la potencia que disipará el 4° calentador aguas abajo del calentador determinado en la parte **A**).
- ¿En qué calentador se tiene la potencia eléctrica más grande?



EJERCICIO 2

Sea un tubo largo de hierro de diámetro interior 1 1/2" con una pared de 2,5 mm de espesor. Un gasto de humos lo atraviesa perpendicularmente a 20 m/s y 520°C. Por dentro del tubo circula vapor sobrecalentado a 70 kg/cm² y 350°C con una velocidad promedio de 15 m/s (condiciones medias del vapor).

- A) Calcular la temperatura exterior e interior de la pared del tubo y el calor medio intercambiado por unidad de longitud.
- B) Suponiendo que en la cara exterior del tubo se deposita un material de k = 0,8 Kcal/hm°C y de espesor 1,5 mm, calcular las nuevas temperaturas interior y exterior de la pared y el nuevo calor medio intercambiado.
- C) Comparar ambos calores y comentar el resultado.

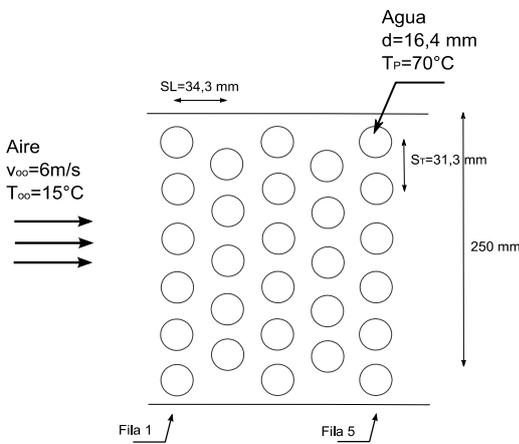
Nota: Propiedades de vapor a 350°C y 70 kg/cm²: $k = 6,02 \times 10^{-2} \text{ W/m}^\circ\text{C}$
 $Pr = 1,23$ $\mu = 23,1 \times 10^{-6} \text{ kg/ms}$ $\rho = 27,73 \text{ kg/m}^3$. Referencia: VDI Steam Tables

EJERCICIO 3

Calcular los h del lado del agua y del lado del aceite, así como el coeficiente global U, para aceite circulando a 70°C con v = 0,5 m/s por la zona anular comprendida entre caños de acero (k = 63 W/mK) de 4" y 2" Sch 40, y agua a 45°C por dentro del caño interior con v = 0,7 m/s. Fouling del lado del agua, equivalente a $h_f = 2.000 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$.

EJERCICIO 4

La figura muestra un banco de tubos en tresbolillo cuyo diámetro es de 16,4 mm, formado por 5 filas que se utilizan para precalentar aire con agua presurizada. En condiciones de funcionamiento, la superficie de la pared es de 70°C, mientras que el aire ingresa a una temperatura de 15°C y velocidad de 6 m/s.



- A) Determinar la temperatura de salida del aire y el calor intercambiado.

Nota: Para el cálculo del h basarse en T_∞ por ser aire.

- B) Recalcular el coeficiente de convección, utilizando ahora la temperatura media. Comparar con el caso anterior.

EJERCICIO 5

En una planta industrial, sobre una mesa de trabajo, se tiene una placa horizontal rectangular de $2m \times 1m$ a $80^\circ C$. Aire a $20^\circ C$ circula paralelo a la mesa a $6 m/s$, movido por un ventilador colocado algo antes de su borde.

- A) Calcular el coeficiente de transferencia y el calor que se está intercambiando cuando el flujo es paralelo al lado largo de la mesa ($L=2m$).
- B) Idem **A)** considerando que el aire circula paralelo al lado corto de la mesa ($L=1m$).
- C) Se desea que sobre la mesa no aparezca flujo turbulento. En cual configuración (A) o B) es más fácil lograrlo, y cual es la velocidad limite ($U_\infty \text{ limite}$) para esto.
- D) Si U_∞ es 10% menor que ese valor limite, hallar el calor que se está transfiriendo desde la placa

EJERCICIO 6

Para el calentamiento de agua desde $T_i=20^\circ C$ a $T_s=60^\circ C$ se la hace circular por un tubo interior de $D_1=20mm$ calentándolo electricamente desde el exterior con una generación de calor $\dot{g}_0=10^6 W/m^3$ que libera calor eléctrico en todo el volumen de la pared gruesa entre D_1 y D_2 ($D_2=40mm$ diámetro exterior) con la superficie externa aislada.

- A) Para un flujo de masa de agua de $\dot{m}=0,1 Kg/s$ ¿Que tan largo debe ser el tubo para alcanzar la temperatura de salida deseada?
- B) Al único efecto de calcular el coeficiente de convección h_i , suponga una temperatura de la superficie interna del tubo T_s y calcule dicho coeficiente h_i .
- C) Recalcular la temperatura supuesta y el h_i .

EJERCICIO 7

Aire caliente circula con un flujo másico $\dot{m}=0,05 \text{ Kg/s}$ por un ducto de lámina metálica no aislada de diámetro $D=0,15 \text{ m}$, que está en el entretecho de una casa. El aire caliente entra a $T_i=103^\circ\text{C}$ y después de una distancia $L=5 \text{ m}$ se enfria resultando $T_s=77^\circ\text{C}$. Se sabe que el coeficiente de transferencia de calor entre la superficie externa del ducto y el aire ambiente es $h_{ext}=6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ y que $T_\infty=7^\circ\text{C}$.

- A) Calcule la pérdida de calor del ducto en el tramo L
- B) Determinar la temperatura superficial del ducto.