

## Intercambiadores de calor y aletas

1- Un intercambiador de calor constituido por unos tubos concéntricos de acero de conductividad térmica  $k=200 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , se emplean para enfriar un caudal másico de  $500 \text{ kg/hr}$  de una sustancia cuyo calor específico es  $1.881 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ , utilizando agua como refrigerante. El agua entra por el interior de los tubos a  $15^\circ\text{C}$  con un caudal de  $450 \text{ kg/hr}$  en contracorriente con la sustancia que entra a  $95^\circ\text{C}$ . El tubo interno tiene un diámetro interno de  $3 \text{ cm}$  y un espesor de  $3 \text{ mm}$ , En las condiciones de operación se ha determinado los coeficientes de convección siendo el interno  $h_i=2674 \text{ W/m}^2\text{C}$  y el externo  $h_e=1744 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Determinar la temperatura de salida de cada uno de los fluidos si la longitud del tubo es de  $4 \text{ m}$  y el calor específico del agua igual a  $4.18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ .

2- Un intercambiador de doble tubo se utiliza para enfriar aceite de transformadores utilizando agua como refrigerante. El aceite por la tubería interna, cuya relación de diámetros es de  $d_e/d_i$   $14/12 \text{ mm}$ , va a la velocidad de  $4 \text{ m/s}$  y una temperatura de entrada de  $100^\circ\text{C}$ . El agua se mueve en contracorriente por la sección anular a la velocidad de  $2.5 \text{ m/s}$  y su temperatura de entrada es de  $20^\circ\text{C}$  y el diámetro interno  $D_i$  de la tubería externa es de  $22 \text{ mm}$ . Determinar la longitud total del intercambiador para que el aceite tenga una temperatura de salida de  $60^\circ\text{C}$  si la conductividad térmica del material de los tubos es  $k=200 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ . Propiedades del aceite: densidad= $852 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu=0.375 \text{ E-4 m}^2/\text{s}$ ,  $k=0.138 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ,  $\text{Pr}=490$ ,  $c_p=2.131 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ . Propiedades del agua: densidad= $996 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu=0.805 \text{ E-6 m}^2/\text{s}$ ,  $k=0.618 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ,  $\text{Pr}=5.42$ ,  $c_p=4.18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ . Tómese como válida para el aceite la relación  $Nu = 1.86 \cdot (\text{Re} \cdot \text{Pr} \cdot \frac{d}{L})^{1/3}$  donde  $d$  es el diámetro del tubo, tomado como longitud característica, y  $L$  su longitud. Para el agua, tómese la relación  $Nu = 0.027 \cdot \text{Re}^{0.8} \cdot \text{Pr}^{1/3}$ , donde se toma como longitud característica el llamado diámetro equivalente, definido por  $D_{eq} = \frac{D_i^2 - d_e^2}{d_e}$ .

3- Demostrar que la expresión del perfil de temperaturas a lo largo de una aleta cilíndrica de longitud infinita, es similar al encontrado para una aleta de sección cuadrada donde ha de sustituirse el perímetro por la longitud de la circunferencia de la sección cilíndrica.

4- Una aleta de sección cuadrada  $10 \text{ cm}$  de lado y de longitud  $1 \text{ m}$  se une a un cuerpo a  $300^\circ\text{C}$  y el conjunto se sitúa en un ambiente a  $20^\circ\text{C}$ . En régimen permanente se observa que la temperatura de la aleta en su punto medio es de  $85^\circ\text{C}$ . Si el coeficiente de conductividad del material es  $300 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , cual es el coeficiente de convección entre la aleta y el exterior?. Considere la aleta de longitud infinita.

5- Encontrar una expresión para el radio de una aleta circular de longitud  $L$  de un material de conductividad  $k$ , unida a una base a la temperatura  $T_0$  y en un ambiente a la

temperatura  $T_a$ , si al medir la temperatura de su punto medio se obtiene el valor  $T_m$ .  
Tómese la aproximación de aleta infinita