GRADO INGENIERO DE LA ENERGÍA
SEMINARIO INGENIERÍA TÉRMICA 2014/2015
Cambiadores de calor

PROBLEMA Nº 1

Se requiere enfriar una corriente de bioetanol al 95% (c_p= 3810 J kg^{-1} K^{-1}) con un caudal de 6,93 kg s^{-1} desde 65,6 ºC hasta 39,4 ºC utilizando un caudal máximo de agua de refrigeración de 6,30 kg s^{-1} disponible a 10 ºC (c_p= 4187 J kg^{-1} K^{-1}). Para la construcción de este cambiador se dispone de tubo de una pulgada de diámetro externo. Suponiendo para el diseño preliminar un valor del coeficiente global de transmisión de calor de 568 W m^{-2} K^{-1}, compare las siguientes alternativas:

a) Cambiador de tubos concéntricos y flujo paralelo.
b) Cambiador de tubos concéntricos y flujo en contracorriente.
c) Cambiador de carcasa y tubos con dos pasos por carcasa y 72 pasos por tubos.
d) Flujo cruzado con el fluido por carcasa sin mezclar.

PROBLEMA Nº 2

Dos estudiantes discuten sobre si la eficiencia en un cambiador de carcasa y tubos es mayor en el caso de que éste de un paso de carcasa y otro por tubos, o en el caso de que de un paso por carcasa y dos por tubos. El estudiante A sostiene que en el segundo caso (dos pasos por tubo) se requiere más área de intercambio, ya que para un número fijo de tubos y un caudal de calor dado, la fuerza impulsora real es menor. Por el contrario, el estudiante B mantiene, que al aumentar la velocidad en el interior de los tubos, el coeficiente individual de transmisión de calor aumenta y por lo tanto el área requerida es menor si se emplean dos pasos por tubos.

¿Quién tiene razón? Compruébelo para el sistema que se especifica a continuación:

Datos del cambiador:

Número total de tubos = 200

Tubo: $D_{int.}$ = 2,21 cm; espesor = 1,65 mm

Por el interior de los tubos circula un caudal de agua de 225.000 kg/h que entra a 16ºC y se calienta hasta 28ºC.

Por la carcasa circula un aceite que entra a 50ºC y se enfría hasta 40ºC.

El coeficiente individual de transmisión de calor del aceite puede considerarse constante e igual a 1700 W/m^2 K.

DATOS Y NOTAS:

Propiedades del agua a una temperatura media de 22ºC:

Conductividad térmica (k) = 0,601 W/m K

Viscosidad cinemática (ν) = 0,957·10^{-6} m^2/s

Densidad (ρ) = 998 kg/m^3

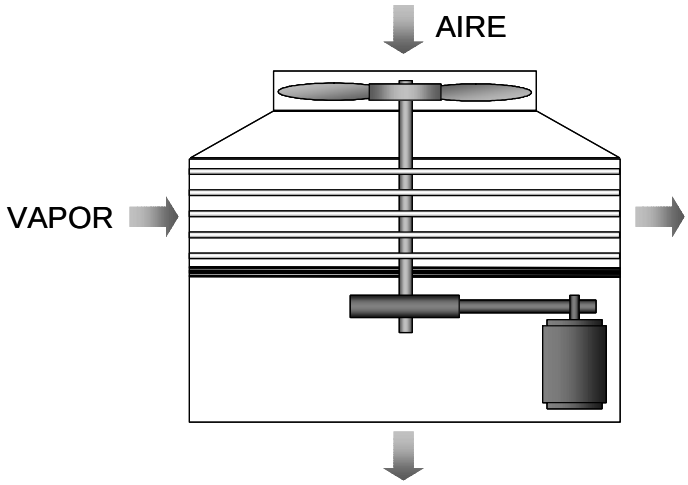
Calor específico (C_p) = 4180 J/kg K

Pr = 6,6

Tómese un valor medio para el calor específico del aceite de 1654 J/kg K.

PROBLEMA Nº 3

En la siguiente figura se muestra un aerocondensador de vapor de baja presión enfriado por aire. El banco de tubos tiene cinco filas de tubos en la dirección del aire. Éstos tienen un diámetro interno de 2,2 cm y un diámetro externo de 2,5 cm y son de 9 m de largo. La temperatura media de entrada del aire es de 21ºC y la de salida de 50ºC.



La temperatura del vapor es de 55ºC y su coeficiente de transmisión de calor es de 10^4 W/m^2 K. El coeficiente de ensuciamiento en el lado del vapor es de 10^{-4} m^2 K/W y se puede suponer que la parte externa del tubo carece de depósitos. ¿Cuántos tubos se necesitarían para condensar un 1 kg/s de vapor?

DATOS Y NOTAS:

Calor específico medio del aire = 1013 J/kg K.
Conductividad térmica media del aire = 0,0279 W/m K.
Viscosidad cinemática media del aire = 19,4 10^{-6} m^2/s.
Número de Prandtl para una temperatura entre 20 y 60ºC = 0,71
Calor latente de condensación del vapor de agua = 2600 kJ/kg.
Conductividad térmica de la pared del tubo = 15 W/m K.
Los tubos están dispuestos al tresbolillo, con una separación diagonal de 4 cm y transversal de 6 cm.
La velocidad de aproximación del aire a los tubos es de 2 m/s.

PROBLEMA Nº 4

Un caudal de 10 kg s^{-1} de agua fluye a través de 50 tubos haciendo dos recorridos en un cambiador de calor de carcasa y tubos. Por la carcasa, circula aire, con un caudal de 16 kg s^{-1}. Las temperaturas de entrada del aire y agua son, 15 y 75°C, respectivamente. La longitud de los tubos es de 6,7 m, y tienen un diámetro interno de 2,3 cm y externo de 2,5. Los coeficientes de transporte de calor del agua y aire son, 470 y 210 W m^{-2} K^{-1}, respectivamente. Calcular:

a) Eficiencia del cambiador.
b) Caudal de calor intercambiado.
c) Temperatura de salida de aire y agua.