

# PROBLEMAS INTERCAMBIADORES DE DOBLE TUBO

## 1 Diseño de un intercambiador de doble tubo.

Se desea enfriar una corriente de 3000 kg/h de un solvente cuyas propiedades se indican más abajo, desde 40 °C hasta 30 °C. Se utilizará para ello una corriente de etilenglicol a 5 °C, para el cual puede adoptarse una temperatura de salida no mayor de 25 °C.

- a) Diseñar un intercambiador de calor de doble tubo apropiado para este servicio, teniendo en cuenta que las pérdidas de carga de cada corriente no debe exceder los 110 kPa y que la resistencia de ensuciamiento del solvente es de  $3 \times 10^{-4} \text{ s m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{J}$ .

Las propiedades del solvente evaluadas a su temperatura media de  $T = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , son:

$$\rho = 790 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1922 \text{ J / kg }^{\circ}\text{C}$$

$$\mu = 0,95 \text{ cP}$$

$$k = 0,187 \text{ J / s m }^{\circ}\text{C}$$

- b) Diseñar nuevamente el intercambiador pero en lugar de utilizar etilenglicol como refrigerante se emplea agua de pozo a la misma temperatura de entrada de 5°C y con las mismas limitaciones en cuanto a la pérdida de carga.

Compare y analice los resultados obtenidos.

- c) Para el equipo diseñado en el ítem (b), calcular la temperatura de salida del solvente y del agua para su primer día de funcionamiento (o sea, cuando su resistencia de ensuciamiento sea nula).

- d) Para el equipo diseñado en el ítem (b), calcular el caudal de agua que se debe emplear para que cuando éste se ponga en funcionamiento (equipo limpio) la temperatura de salida del solvente no sea menor a 30 °C (o sea, el valor de diseño).

## 2 Diseño: enfriamiento de tolueno con agua.

Se deben enfriar 5040 kg/h de tolueno desde 70 °C hasta 40 °C. Para ello se dispone de agua de enfriamiento a 30 °C en cantidad suficiente. Diseñar un equipo de doble tubo capaz de realizar esta operación, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

- Garantizar para la corriente de tolueno una resistencia de ensuciamiento mínima de  $2 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C m}^2 / \text{W}$ .
- La temperatura de salida del agua está fijada por requisitos en la torre de enfriamiento y es de 40 °C.
- La pérdida de carga en ningún caso puede exceder el valor tope de 70 kPa.
- A los efectos de fijar la geometría del equipo se sabe que:

- a) el local donde se instalará este equipo permite un largo útil máximo de 5 m.
- b) las velocidades aconsejadas por razones del proceso son de 1 m/s para ambos fluidos.

### 3.- **Diseño:** Enfriador de aceite doble tubo con aletas

Se desea enfriar 5Kg/s de un aceite de motor desde 65 hasta 55°C utilizando agua de mar que se calienta desde 20 hasta 30°C. Los datos geométricos disponibles son:

Longitud de tubo: 3 cm, intercambiador 2x 1 ¼ IPS cédula 40

K tubos = 52 w/mK

Escoja los factores de ensuciamiento adecuados, para el intercambiador con aletas y sin aletas determine:

- a) Velocidades en el tubo y en el ánulo (Recuerde verificar que se encuentran dentro de los valores aceptables).
- b) Coeficiente global limpio y sucio para cada caso.
- c) Área total de intercambio de calor y % de sobrediseño.
- d) Número de horquillas necesarias en cada caso.

#### Datos de aletas:

Altura aleta:  $H_f = 0.0127 \text{ m}$

Espesor de aletas:  $\delta = 0.9 \text{ mm}$

Número de aletas:  $N = 30$

K aletas = K tubos = 52 w/ mK

Número de tubos INTERNOS= 1

### 4.- Enfriador de aceite doble tubo sin aletas

$2,5 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$  de un aceite de motor se desean enfriar desde 70 °C hasta 50 °C por medio de agua de mar que se calienta desde 20 hasta 40° C. Se utilizara tubo de 3m de largo y las horquillas se arreglan de 3 ½ 2 plg. IPS célula 40.

Calcule y determine el área de transferencia de calor y el arreglo de intercambiadores necesarios

Considere caídas de presión máxima de 140 KPa para el aceite y de 50 KPa para el agua de mar. Calcule el intercambiador sin aletas  
¿Serán adecuadas las velocidades de los fluidos?

¿ De no ser adecuados, que sugiere usted para arreglarlas?

Demuestre mediante cálculos.

### 5 Verificación: calentamiento de benceno con tolueno.

Se desean calentar 4500 kg/h de benceno frío de 25 °C a 50 °C usando tolueno caliente que se enfriá desde 70 °C a 40 °C. La caída de presión permitida para cada corriente es de 70 kPa. Se dispone de un intercambiador de doble tubo de 3 horquillas de 6 m de longitud efectiva, con un arreglo de 2" x 1 ¼" IPS, Sch 40 conectadas en serie. ¿Es apto el equipo para este servicio?.

### 6 Verificación: calentamiento de ortoxileno con alcohol butílico.

Una corriente de ortoxileno proveniente de un tanque de almacenamiento se debe calentar desde 38 °C hasta 65 °C empleando una corriente de 8170 kg/h de alcohol butílico, el se enfriá desde 76 °C hasta 60 °C.

Para este propósito se dispone de un equipo de doble tubo compuesto de cinco horquillas de 6 m de longitud efectiva, con un arreglo 3" x 2" IPS Sch 40 conectadas en serie.

- a) ¿Es apto el equipo para este servicio?
- b) Si el equipo es adecuado para el servicio solicitado, determine el coeficiente de ensuciamiento real y el sobredimensionamiento del equipo.
- c) Si las corrientes caliente y fría se cambian con respecto al ánulo y tubo interior de lo planteado en el ítem (a), ¿cómo justifica o refuta su decisión inicial respecto a donde colocar la corriente caliente?

## **7 Verificación: calentamiento de benceno mediante nitrobenceno.**

Se desea calentar benceno en un intercambiador de doble tubo de 4 horquillas de 6 m de longitud efectiva con una configuración 2" x  $\frac{1}{4}$ " IPS Sch 40, desde 38 °C hasta 60 °C mediante una corriente de 3630 kg/h de nitrobenceno que tiene una temperatura inicial de 82 °C.

Determine el máximo y el mínimo caudal de benceno que se puede calentar en el equipo si para lograr un tiempo operativo razonable se debe adoptar una resistencia de ensuciamiento combinada de  $7 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ °C/W}$ .