

INTERCAMBIADOR DE CALOR DE TUBOS CONCÉNTRICOS



Esquema del Equipo

En un intercambiador de calor participan dos o más corrientes de proceso, unas actúan como fuentes de calor y las otras actúan como receptores del calor, el cual se transfiere a través de las paredes metálicas de los tubos que conforman el equipo (contacto indirecto). Los equipos utilizados para calentar fluidos emplean generalmente vapor como fuente de calentamiento, los equipos utilizados para enfriar fluidos emplean usualmente agua como fluido de enfriamiento.

Cuando existe una diferencia de temperatura entre un tubo y el fluido que circula por él, se transfiere calor entre la pared del tubo y el fluido. El flujo de calor intercambiado por unidad de tiempo, puede expresarse en función de un área de intercambio (A), una diferencia de temperatura característica (ΔT), siendo la constante de proporcionalidad el coeficiente de transferencia de calor (h).

Para tubos completamente llenos, régimen estacionario y sección transversal circular uniforme, el coeficiente de transferencia de calor es función del diámetro del tubo, largo del tubo, densidad, viscosidad, calor específico, conductividad térmica y velocidad promedio del fluido.

El equipo corresponde a un intercambiador de doble tubo o tubos concéntricos, con dos zonas diferentes de intercambio; una zona superior de calentamiento y una inferior de enfriamiento. Los tubos son hierro galvanizado, formado por una tubería interior de 1" NPS y una exterior de 2" NPS.

Tubería 1" NPS: diámetro interno, $d_i = 1.049"$; diámetro externo, $d_e = 1.320"$

Tubería 2" NPS: diámetro interno, $d_i = 2.069"$; diámetro externo, $d_e = 2.380"$

El equipo consta de las siguientes dos secciones ó zonas:

- a) Una zona de calentamiento conformada por tres tubos superiores, con un largo total de 7.2 m, en la cual se intercambia calor entre el vapor de calefacción, que condensa en el ánulo, y el agua (de la red) que circula por el tubo interior,
- b) Una zona de enfriamiento conformada por 5 tubos inferiores, con un largo total de 12 m, en la cual el agua que ha sido calentada en la zona superior (zona de calentamiento), es enfriada mediante agua (de la red) que circula en contracorriente por la zona anular.

En el equipo se encuentran instalados los siguientes dispositivos de medición:

- Manómetro para medir la presión del vapor de calefacción.
- Placa orificio para medir el flujo de agua de proceso (que circula por el tubo interior), calibrada según la relación:

$$Q \text{ (L/min)} = 2.65 \times [\Delta h \text{ (mm Hg)}]^{0.5}$$

- Un medidor de flujo totalizador para el agua de enfriamiento utilizada en la zona inferior.
- Termocuplas tipo J (fierro-constantan), conectadas a un selector de 7 canales que tiene un indicador digital, para determinar las siguientes temperaturas:

- i) Temperatura entrada del agua de proceso: T_1
- ii) Temperatura de ingreso del vapor de calefacción: T_2
- iii) Temperatura de salida del agua de proceso zona inferior: T_3
- iv) Temperatura de salida del agua de proceso zona superior: T_4
- v) Temperatura del vapor condensado: T_5
- vi) Temperatura de salida del agua de enfriamiento: T_6
- vii) Temperatura del aire atmosférico: T_7

Para llevar a cabo la experiencia se debe realizar lo siguiente:

- a) Abrir la válvula de agua de la red y fijar un flujo para el agua de proceso (que circula por tubo interior en ambas zonas) y el máximo flujo para el agua de enfriamiento que circula por el ánulo de la zona inferior.
- b) Abrir la válvula de vapor fijando una presión de 10 psig, la que ha de mantenerse constante a lo largo de la experiencia, por lo que debe ser continuamente controlada.
- c) Esperar unos 10 minutos para permitir que la operación llegue a régimen estable.
- d) Iniciar una corrida de 10 minutos, durante la cual se debe recibir, en un balde, el condensado del vapor de calefacción, el que debe ser pesado. Además, se deben medir las temperaturas anteriormente especificadas a los 5 y a los 10 minutos, tomando un promedio entre estos valores, y registrar en el medidor totalizador, la cantidad total de agua de enfriamiento que circuló por la zona inferior durante los 10 minutos que dura la corrida.
- e) Variar el flujo de agua de proceso, esperar 10 minutos, hasta que la operación se estabilice y realizar otra corrida de 10 minutos. En total se deben efectuar 4 corridas, correspondiendo cada una a un flujo diferente de agua de proceso.
- f) Al concluir la experiencia, cerrar en primer lugar la válvula de vapor de calefacción, dejando circular el agua de proceso y de enfriamiento por 10 minutos hasta que la temperatura baje a 30-40°C.

Precauciones:

- No abrir la válvula de vapor a menos que esté circulando agua de proceso (por la tubería interior) y no cortar este flujo mientras esté circulando vapor por el ánulo de la zona superior. Al concluir la experiencia, cortar primero el vapor y dejar circulando agua por unos 10 minutos hasta que la temperatura descienda a 30-40°C.
- Medir las temperaturas en la mitad y al final del periodo programado para cada corrida. Evaluar las propiedades de los fluidos a la temperatura media de cada uno en la zona respectiva.