

COSTOS EN EQUIPOS DE INTERCAMBIO DE CALOR

Introducción

Una vez que has revisado los conceptos y las metodologías de diseño de tres de las principales tecnologías de intercambiadores de calor, es importante determinar el costo total del uso de estos. A continuación, se presentan los principales aspectos que deben tomarse en cuenta cuando se va a instalar un nuevo intercambiador de calor, ya sea que sea un equipo nuevo o si este va a reemplazar a uno existente.

Desarrollo

Cuando se lleva a cabo el diseño y la selección de un intercambiador de calor para satisfacer necesidades energéticas deben tomarse en cuenta aspectos técnicos impuestos por la planta, tales como niveles de caída de presión permisibles, disponibilidad de espacio entre otros.

Sin embargo, un aspecto de suma importancia que debe tomarse en cuenta es determinar los costos de los equipos. Cuando se habla del costo de los equipos, deberá analizarse por separado la inversión por la compra del intercambiador de calor, costos de instalación y/o acondicionamiento del espacio y los costos de operación.

En términos del costo de inversión del equipo, debe considerarse el tiempo de vida que el intercambiador estará en funcionamiento,

típicamente los intercambiadores de calor operan durante periodos de 20 a 25 años e incluir una tasa de interés en el periodo.

Las expresiones de costos suelen ser determinadas a partir de datos e información proporcionada por proveedores con base en precios promedio de fabricación. Se considera que los intercambiadores de calor son fabricados en acero inoxidable AISI 316. Estas expresiones deben ser modificadas si el material de construcción cambia como por ejemplo Titanio.

El costo anualizado de un intercambiador de calor de platos puede ser estimado por medio de la ecuación propuesta por Wang et al. [1] donde A es el área superficial:

$$Cost_{PHE} = 231A^{0.639} \quad (1)$$

Esta expresión aplica para intercambiadores de calor del tipo tubo y coraza, se presenta a continuación expresiones de costos para distintas tecnologías de intercambiadores de calor.

Tabla 1. Ecuación de costos de intercambiadores de calor para distintas tecnologías.

Tecnología de intercambio de calor	Expresión de costos
Tubo y coraza	$Cost_{SHE} = 145.63A^{0.6}$
Plato y Marco	$Cost_{PHE} = 231A^{0.639}$
Intercambiadores de calor soldados (Brazed Heat Exchangers)	$Cost_{BHE} = 805A^{0.74}$

Compabloc	$Cost_{Compabloc} = 4280 + 4690A^{0.7}$
Intercambiadores de Calor soldados por fusión	$Cost_{FB-BHE} = 1280A^{0.8}$

Las expresiones presentadas son una base que permite a los ingenieros de diseño realizar estimaciones del costo de inversión del equipo; estas expresiones suelen presentar errores del orden de $\pm 20\%$ debido a las grandes fluctuaciones por país y regiones en el mundo.

De manera adicional, la expresión para calcular el costo anualizado es:

$$Cost_{HE, annual} = Cost_{PHE} \left[\frac{i(i+1)^{n_i}}{(i+1)^{n_i} - 1} \right] \quad (2)$$

Donde n_i es el tiempo de vida del equipo e i es la tasa de interés anual (%).

Los costos anuales de bombeo son:

$$Pumping_{Cost} = \frac{\left(\frac{\Delta P \dot{m}}{\rho} \right) (24 \cdot 365 \cdot Cost_{kWh})}{(\eta_{pump}/100)} \quad (3)$$

Los costos totales de operación de un intercambiador de calor es la suma de los costos anualizados y los costos de bombeo expresados como Ec(3).

$$Cost_{Total} = Cost_{HE, annual} + Cost_{Pumping} \quad (4)$$

Donde ΔP es la caída de presión (kPa), $\dot{m}$ es el flujo másico, $Cost_{kWh}$ es el precio de la electricidad (\$/kWh) y η_{pump} es la eficiencia de la bomba (%).

Se lleva a cabo la consideración de que la planta opera 24 horas por día y 365 días por año. El precio promedio de electricidad es $Cost_{kWh} = 0.2 \text{ USD/kWh}$ y la eficiencia de la bomba es tomada como 85 % (0.85).

Conclusiones

Las expresiones aquí expuestas representan una estimación inicial. Las expresiones aquí expuestas representan una estimación inicial del costo de un intercambiador de calor de varias tecnologías. Debe considerarse que los costos finales dependen de un gran número de variables en el sitio de instalación. Para estimar el costo final, deberá llevarse a cabo una investigación del lugar de instalación considerando factores como ubicación geográfica de la planta entre otros. Espero que hayas disfrutado la clase.