

SIMULACIÓN APLICADA AL DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS.

Autores: Nicolás Morello⁽¹⁾, Romina Beltrán⁽²⁾.

Tutor: Mg. Luis A. Toselli.

Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional, Grupo de Investigación en Calidad en Mecatrónica, GECAM (1), Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química, GISIQ (2)

*Av. Universidad 450, X5900HLR Villa María, Córdoba, Argentina, tel. 0353-4537500.
nicolasmorello@hotmail.com, rvgsiq@yahoo.com.ar*

Resumen

En los procesos químicos las operaciones de transferencia resultan de un interés prioritario, en particular aquellas que involucran transferencia de calor. El cálculo de áreas requeridas y la selección entre diferentes geometrías de diseño, ha recibido una especial atención en la bibliografía especializada. La aplicación de herramientas computacionales para asistir al diseño de tales equipos se ha convertido, en la actualidad, en un recurso indispensable.

En el presente trabajo se analizarán las características de un equipo de creciente aplicación en la industria de procesos, denominado habitualmente como intercambiadores de placa, en dos versiones de diseño.

Se diseñan y comparan, mediante simulación, dichos intercambiadores considerando distintos parámetros tales como: tipos de placa y número de pasos para la circulación de fluidos, entre otros; aplicando para tal fin el software Chemcad 6.0.2TM, evaluándose las potencialidades del módulo CC-THERM como herramienta específica. Los resultados obtenidos permiten comparar el comportamiento operativo de los intercambiadores y la respuesta esperable de geometrías de corrugado clásicas como ChevrónTM e IntermatingTM.

Introducción

Los intercambiadores de placa, que pueden manejar un caudal pequeño de líquido con alta velocidad de circulación, presentan una superficie de transmisión de calor reducida y, al ser construidos modularmente, se le pueden agregar o quitar placas de intercambio cuando el proceso lo requiere. Esto constituye una ventaja comparativa frente a los intercambiadores de casco y tubo que son los más utilizados industrialmente, los cuales, aun cuando pueden trabajar con caudales superiores, demandan un mayor espacio físico y, en términos generales, poseen una limitada opción de rediseño.

Los intercambiadores de placa consisten en un paquete de placas metálicas provistas de juntas elásticas, que se encuentran alineadas, suspendidas de un bastidor y comprimidas entre dos marcos o cabezales rígidos por medio de tornillos (Cao, 2006).

En cada una de las esquinas de las placas se encuentran lumbreras de distribución, las cuales pueden estar perforadas o no según lo requiera el diseño, estas perforaciones conforman los conductos colectores, que distribuyen los fluidos entre las placas de intercambio. Las placas se encuentran igualmente separadas entre sí por medio de corrugaciones transversales. La finalidad de estas corrugaciones es promover la suficiente turbulencia en el flujo a través de la placa como para aumentar los coeficientes de transferencia de calor, al mismo tiempo que aumentar la resistencia

estructural de la misma. Existen distintos modelos de placas corrugadas, las que consideraremos en este trabajo son el modelo Chevron™ e Intermating™.

En el primero las corrugaciones son paralelas entre sí y transversales a la dirección del flujo. En el segundo tipo los surcos se unen formando un ángulo, la variación de estos hace que el fluido se mueva en diferentes direcciones, tal como se puede observar en la figura N° 1.

Las placas se pueden fabricar en distintos materiales y se construyen por estampado en frío en prensas hidráulicas. De este modo estos intercambiadores pueden considerarse equipos semi estándares ya que la perforación y el armado del conjunto es relativamente rápido.

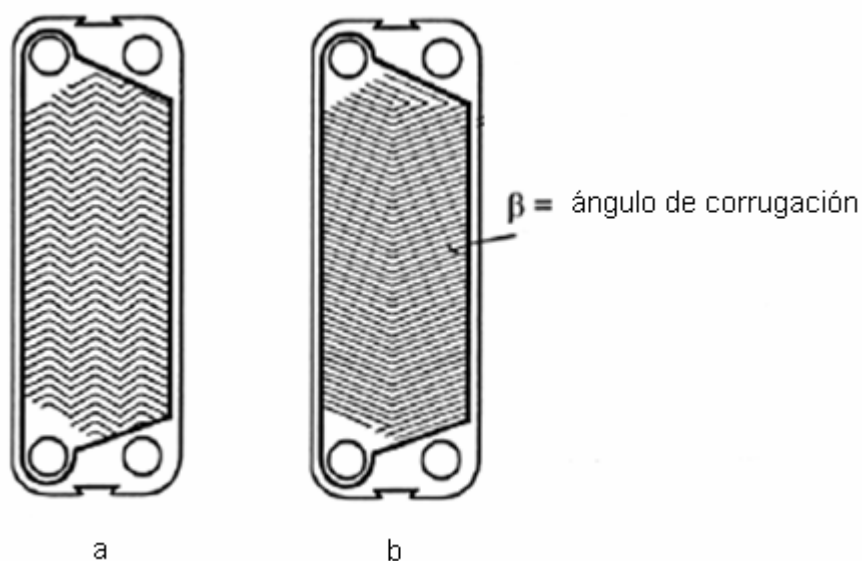


Figura N° 1: Modelos de placas corrugadas: a. Intermating™. b. Chevron™ (Hartnett, 2001).

Metodología

En el presente trabajo se implementó la aplicación el software Chemcad 6.0.2™, evaluándose las potencialidades que posee el módulo CC-THERM como herramienta para el diseño y verificación de una amplia variedad de equipos de transferencia de calor.

Para este caso en particular, se han utilizado sus opciones de diseño y verificación de intercambiadores de placa modificando parámetros tales como el tipo de éstas, número de pasos para ambos fluidos, ángulos de corrugado, entre otros; analizando luego sus efectos sobre el requerimiento de área.

Desarrollo

Se planteó como caso de estudio el análisis de un rehervidor correspondiente a una columna de rectificación de etanol, sobre cuyo modelo de simulación se evaluaron una serie de diseños alternativos. Se considera este tipo de intercambiadores en particular en razón de observarse una creciente aplicación de equipos de placa frente al diseño tradicional de casco y tubo tipo Kettle.

Para realizar la simulación se comienza realizando los balances de materia y energía en el software Chemcad 6.0.2™. Para ello, es necesario especificar las temperaturas y las presiones de las corrientes de alimentación y el caudal de entrada de la mezcla

etanol agua, proveniente de la torre rectificadora. También, se debe especificar la fracción vaporizada del vapor de salida y la temperatura de salida de la mezcla binaria. En la tabla N° 1 se detallan los datos de operación, en **negrita** los datos de ingreso necesarios para realizar la simulación y sin **negrita** los datos obtenidos.

Tabla N° 1: datos de ingresos operación.

Datos necesarios	Temperatura (°C)	Presión (atm)	Caudal (kg/h)	Fracción Vaporizada
Entradas				
Etanol-agua	96	1.1	8084	0
Vapor vivo	135	3.08	1586	1
Salidas				
Etanol-agua	100	1.1	8084	0.2
Vapor	135	30.8	1586	0

Debido a que los fluidos circulan por todos los canales en paralelo se analizaron los siguientes esquemas de flujo:

- Ambas corrientes, tanto la caliente como la fría circulando en un paso. En la figura N° 2 se muestra una representación esquemática del circuito recorrido por los fluidos en las placas.

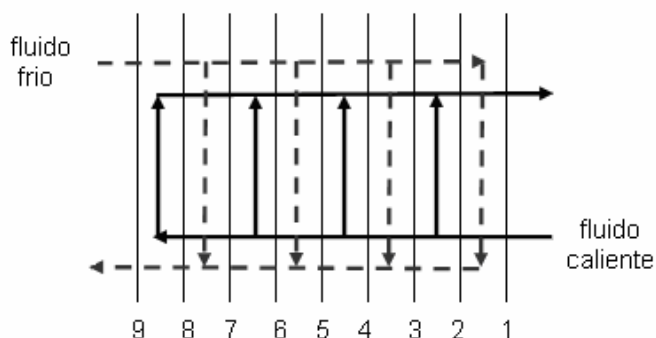


Figura N° 2: Representación esquemática de la circulación en un paso.

- Uno de los fluidos recorre dos pasos y el otro recorre uno. Esta configuración se realiza con el objetivo de lograr una mayor velocidad del fluido dentro del intercambiador. En la figura N° 3 se observa un esquema del caso considerado.

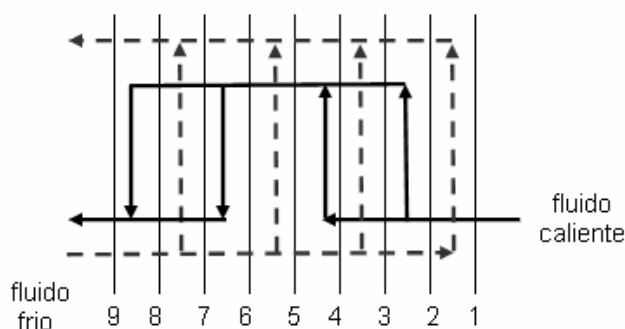


Figura N° 3: Representación esquemática de circulación en uno y dos pasos.

- Ambos fluidos circulan en dos pasos. En la figura N° 4 se muestra una representación esquemática del circuito correspondiente.

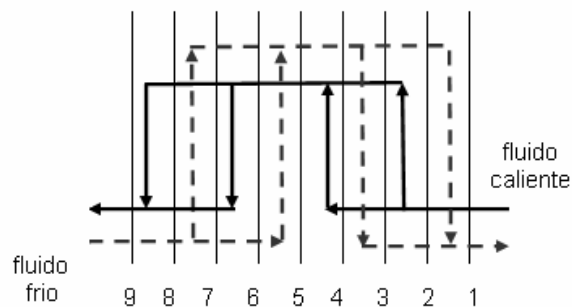


Figura N° 4: Representación esquemática de circulación simultánea en dos pasos.

Para cada modelo de flujo se realizaron distintos diseños comparando el número de placas y el área efectiva, utilizando los corrugados clásicas Intermating™ y Chevron™. En particular, para esta última se modificó también el ángulo de corrugación.

Análisis de Resultados

En todos los casos se han considerado placas con iguales dimensiones y geometrías. Las alternativas de diseño evaluadas para Chevron presentan además variaciones del ángulo de corrugado (figura N° 5). En ésta se puede observar como se reduce de manera significativa el número de placas (reducción del área de total) con el incremento de este.

Como es lógico esperar el aumento en el número de pasos produce el mismo efecto. Sin embargo, se puede visualizar claramente la incidencia en el área requerida en caso de un fluido con paso múltiple cuando a la circulación de éste le corresponden o no condiciones de coeficiente controlante.

Se observa además como mayores ángulos de corrugado generan condiciones de turbulencia tales que resultan prioritarias convergiendo en todos los casos a valores semejantes de área.

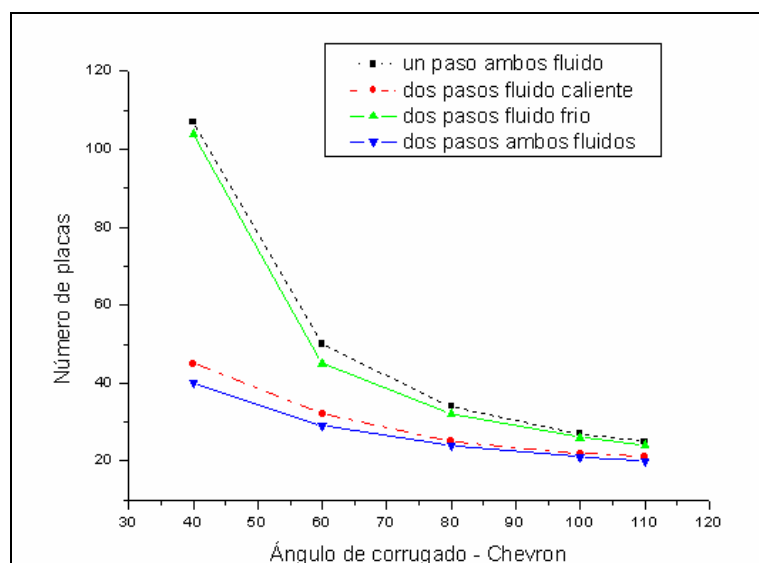


Figura N° 5: Representación esquemática de los fluidos circulando en dos pasos.

De la misma manera esta variante de Chevron™ es superior en eficiencia reduciéndose el número de placas si se lo compara con la tipo Intermating™. No obstante, el comportamiento de ambas resulta semejante para menores ángulos de corrugado de las primeras.

En la tabla N° 3 se muestran resultados comparativos obtenidos con aplicaciones de la segunda placa y modificando las condiciones de circulación de los fluidos.

Tabla N° 3: Requerimientos comparativos para un mismo modelo de placa.

Tipo	Intermating™			
	Ambos en uno	Caliente: en dos pasos	Frío: en dos pasos	Ambos en dos pasos
N° de placas	36	25	33	24

Conclusiones

A partir de lo antes expuesto se puede indicar, que:

El manejo del módulo CC-THERM aplicado al diseño de tales equipos resulta fácil y sencillo aún para usuarios inexpertos.

Se ha podido evaluar el comportamiento teórico de un equipo de termotransferencia de creciente aplicación, con variantes de diseño que no están habitualmente disponibles en la bibliografía clásica.

Se puede observar una mayor versatilidad en el diseño cuando se emplean placas tipo Chevron™ con ángulo de corrugado superior a 80°.

Se considera muy conveniente profundizar en el análisis de comportamiento de estos equipos, trabajando ahora sobre variaciones geométricas de las placas y también explorando otras configuraciones no estándar definidas por el usuario, que es otra de las opciones disponibles del software.

Referencias

Eduardo Cao. Transferencia de Calor en Ingenieria de Procesos. Segunda edición. 2006.

James P. Hartnett. Advances in Heat Transfer. Volume 34. 2001.

Chemstations Inc, The User Guide Chemcad 5.3. Houston, Texas 77042, U.S.A. 2005.

APV Heat Transfer Handbook. A History Of Excellence. Copyright 2008 SPX Corporation.

Donald Q. Kern. Procesos de Transferencia de Calor. Trigésima primera reimpresión. México, 1999.