

SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL EVAPORADOR PARA EL PROTOTIPO DE PLANTA OTEC DE 1KWE PARA EL MAR CARIBE MEXICANO USANDO EL PROGRAMA ANSYS FLUENT

Víctor Manuel Romero Medina, Estela Cerezo Acevedo, Bryant Steve Delgado Díaz, Erick Pérez Solís y Emiliano Carrillo Camacho

Universidad del Caribe, vromero@ucaribe.edu.mx, ecerezo@ucaribe.edu.mx, 160300018@ucaribe.edu.m, 160300078@ucaribe.edu.mx, 160300074@ucaribe.edu.mx

Resumen

Durante el diseño y construcción del prototipo de planta OTEC de 1 kWe para el mar Caribe mexicano, una de las líneas de investigación relevante ha sido la simulación de los componentes principales del prototipo (Cerezo et al. 2017, Cerezo et al., 2018, Romero et al. 2018). Actualmente se han simulado tres de los componentes siendo estos el condensador, la turbina y el evaporador; la bomba es el último componente que actualmente se encuentra en proceso de simulación. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la simulación del evaporador y se comparan con la información presentada por el fabricante.

El evaporador es un intercambiador de placas corrugadas tipo chevron modelo M6-MWFD fabricado por la empresa Alfa Laval (ver la Figura 1). Las placas se mantienen separadas mediante sellos de goma permitiendo que se tengan canales alternos para el flujo del fluido de trabajo (R152a) y el agua de mar, permitiendo la transferencia de calor del agua de mar hacia el R152a provocando la evaporación de este último. La corrugación de las placas genera turbulencia de los fluidos para acelerar la transferencia de calor (Kakaç et al, 2012).

El proceso de simulación consta de los pasos siguientes (Ansys, Inc., 2017):

1. Generación de la geometría. La geometría se construyó mediante el módulo Design Modeler del programa Ansys a partir de la geometría de las placas originales del evaporador real, mostrada en la Figura 1(a).

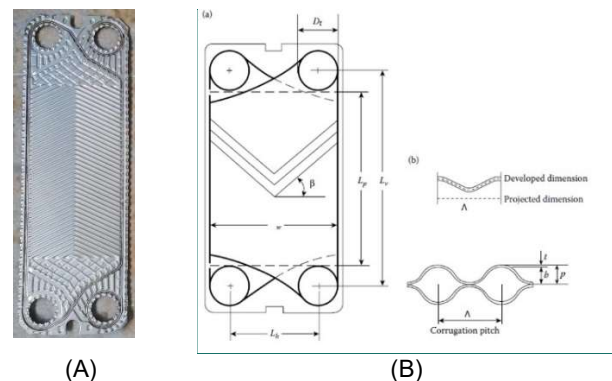


Figura 1. (A) Imagen de la placa real, y (B) Esquema de la placa.

2. Discretización del volumen de control. La discretización del volumen de control se realizó mediante el módulo Mesh del programa Ansys. En la Figura 2(a) se puede ver la discretización del volumen de control completo y en la Figura 2(b) se puede ver un detalle de la salida del fluido de trabajo, R152a. Esta malla se estuvo mejorando mediante la realización de varias simulaciones de flujo hasta obtener la malla que fuera independiente de la solución.

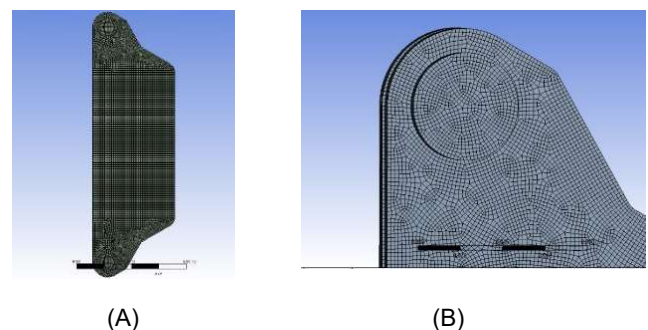


Figura 2. Discretización del VC (A) Volumen completo, y (B) Detalle de la salida del R152a.

3. Definición de materiales y ecuaciones a resolver. Esta etapa se realiza en el programa Fluent de

Ansys. Previamente a la simulación se definieron las propiedades de los materiales que participan en el proceso de transferencia de calor, tanto de los fluidos como de las placas. Estas propiedades se resumen en la Tabla 1. En esta etapa también se definieron los modelos numéricos que se requieren para realizar la simulación del flujo, transferencia de calor y cambio de fase del R152a.

Tabla 1. Condiciones de operación del evaporador.

Propiedades	Agua	R152a
Flujo másico (kg/h)	10880	810.9
Temperatura de entrada (°C)	27	14.1
Temperatura de salida (°C)	23	15.9
Presión de operación (bar)	-	4.27/3.99
Caida de presión	103/71.8	103/28.3
Calor intercambiado (kW)	50.59	-

- Realizar la simulación. En esta etapa se realiza directamente en el programa Fluent, se definieron los parámetros particulares de los modelos numéricos y se realizó la simulación hasta alcanzar la convergencia numérica.
- Análisis y comparación de los resultados. Finalmente, se compararon los resultados numéricos obtenidos con los parámetros de operación del evaporador del fabricante proporcionados en la ficha técnica

Esta metodología consistió en realizar las simulaciones del evaporador para diferentes cantidades de placas hasta obtener la cantidad de placas que permitiera obtener el 100 % de fracción de masa de vapor del R152a, que representa la condición de operación adecuada para enviar este vapor a la turbina y accionar el generador eléctrico. En la Figura 3 se pueden observar los detalles a la salida del R152a de los resultados de fracción de masa de vapor de las simulaciones realizadas para 4 placas y 24 placas. Finalmente, en la Figura 4 se presenta la gráfica que muestra el incremento de fracción de masa de vapor del R152a conforme se van incrementando las placas en el evaporador. Comparando con la ficha técnica del fabricante, se puede verificar que las simulaciones son muy satisfactorias ya que el fabricante reporta que para 11 placas el vapor del R152a es alrededor del 75 %, mientras que las simulaciones presentan alrededor del 73 %, siendo este un error menor al 3 %.

mientras que las simulaciones presentan alrededor del 73 %, siendo este un error menor al 3 %.

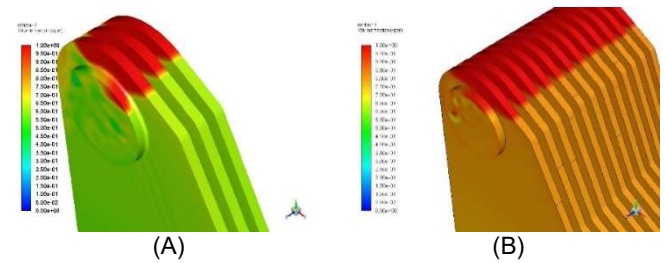


Figura 3. Resultados de las simulaciones (A) 4 placas, y (B) 24 placas.

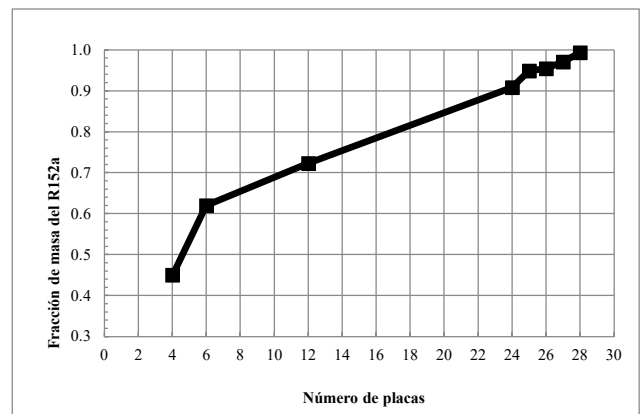


Figure 4. Gráfica de la fracción de masa del R152a versus Número de placas.

Referencias

- Cerezo E., Sánchez, M.H., Romero, V.M., Bernal, M., Tobal, J.G., Camarillo, B.C. (2017). I Informe técnico del avance por etapa, CEMIE-Océano. México.
- Cerezo, E., Romero, V.M., Sánchez, M.H., Bárcenas, J.F., Camarillo, B.C., Cacciari, G., Rosado, E. (2018) II Informe técnico del avance por etapa, CEMIE-Océano. México.
- Romero, V.M., Cerezo, E., Olivera, M.A., Palacios, M.A. (2018) III Informe técnico del avance por etapa, CEMIE-Océano. México.
- ANSYS Inc. (2017) ANSYS Fluent Theory Guide Release 2018. ANSYS Inc. USA.
- ANSYS Inc. (2017) ANSYS Fluent Users Guide. ANSYS Inc. Release 2018.USA.
- Kakaç, S., Liu, H., Pramuanjaorenkij, A. (2012) Heat Exchangers, Selection, Rating, and Thermal Design, 3a. Ed., CRC Press, USA.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



