

ANÁLISIS TERMOHIDRÁULICO DE DISIPADORES DE CALOR PARA CIRCUITOS ELECTRÓNICOS MEDIANTE FLUIDO-DINÁMICA COMPUTACIONAL

Erick Martín Nava Arriaga, Juan Antonio Ramírez Vázquez

Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico:
erick_martin_nava_arriaga@hotmail.com

Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato - Salamanca, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: juan.ramirez@ugto.mx

Resumen

En este trabajo se presenta el análisis numérico de una geometría no convencional. La geometría se basa en canales de una celda de combustible tipo PEM. Se analizan perfiles de temperatura, caídas de presión y transferencia de calor. Todos los canales tienen una región de entrada y de salida de 10 mm con el fin de obtener un flujo completamente desarrollado. Se usó agua como fluido de trabajo, entrando a 293 K. En todos los casos, se considera una velocidad de entrada de 0.1 m/s. En la zona de intercambio de calor, se suministra un flujo de calor de 10 W/cm² en un área de 23 mm x 23 mm y un 1 mm de espesor. La mejor geometría se determina desde un punto de vista de la mejor transferencia de calor y la menor caída de presión. La geometría aletada tiene una menor caída de presión en comparación con la geometría serpentín, pero, ésta última tiene una mejor transferencia de calor.

Abstract

A numerical analysis of a non-conventional geometry is presented in this work. The geometry is based on a configuration of a PEM fuel channels. Temperature profiles, pressure drop and heat transfer are analyzed. All channels have an inlet region and an outlet region of 10 mm in order to have a fully development flow. Water is used as fluid work, which is feed at 293 K. In all cases, it is considered a flow rate corresponding to 0.1 m/s. In the zone of heat exchange, a heat flux of 10 W/cm² is considered in an area of 23 mm x 23 mm and 1 mm of width. The best geometry is determined since a point of view of better heat transfer with a minor pressure drop. Fin geometry have a minor pressure drop in comparison with the spiral geometry, but, the las one have a better heat transfer.

Palabras Clave

Transferencia; Calor; Presión; Temperatura; Flujo.

INTRODUCCIÓN

Disipadores de Calor

Disipadores de calor en la actualidad

- *Importancia de los Disipadores de Calor*

En la actualidad, los avances tecnológicos llevan a que los dispositivos electrónicos para sistemas computacionales tengan mayor densidad de circuitos con una mayor velocidad de operación, a lo que esto lleva a un aumento de calor en magnitudes aproximadamente de 100 W/cm^2 , lo anterior es debido esencialmente al enfoque de hacer estos dispositivos de menor tamaño con una muy elevada capacidad de procesamiento [1]. Todo esto nos lleva a requerir de una mayor disipación de energía en los dispositivos electrónicos, complicando el control térmico cuando el objetivo es mantener a los componentes por debajo de una temperatura de operación máxima permisible. La temperatura en la unión del chip se ha vuelto un factor determinante que limita el funcionamiento y la vida útil del dispositivo electrónico. Las técnicas convencionales como aire intercambiando calor o disipadores de calor aleteados son las soluciones para el control térmico más usadas en la industria electrónica actualmente, principalmente por costos bajos, seguridad alta y manufactura relativamente sencilla [2]. El campo de flujo serpentín presenta una gran caída de presión debido a que está formado por un único canal, con una magnitud de ángulos de 90° ; caso contrario para el campo de flujo aletado y paralelo [3].

MATERIALES Y MÉTODOS

Típicamente los disipadores de calor para dispositivos electrónicos son de aluminio y de la forma como se muestra en la imagen 1 (a). Para el caso particular se usó de cobre como se muestra en la imagen 1 (b) dado que tiene mayor valor de conductividad térmica que el aluminio [4]; claro

está también analizar situaciones de costos para ver qué es más conveniente usar.

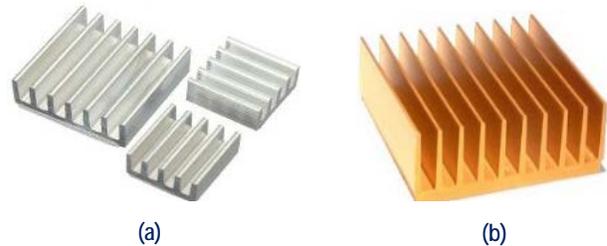


IMAGEN 1: Disipadores de calor típicos para dispositivos electrónicos de (a) aluminio y (b) cobre.

El análisis fue meramente teórico, usando softwares numéricos en los cuales se crearon las geometrías analizadas y la simulación de las mismas, en los cuales se especificaba el material de los disipadores de calor, para este caso se usó cobre, y el fluido de enfriamiento, el cual fue agua. La simulación mediante métodos numéricos del mismo software se encargó de resolver las ecuaciones diferenciales parciales de continuidad, momento y energía del fluido a través del disipador de calor para la obtención de los resultados que se mostrarán posteriormente.

De entrada, se hicieron y simularon cuatro disipadores de calor (cuatro geometrías) en los softwares, de los cuales tres son geometrías convencionales y el último es el propuesto por el Ing. Fernando Cano Banda en su tesis de Licenciatura. Como se muestra en la imagen 2 (a), está la geometría llamada “canal serpentín”, (b) nos muestra la segunda geometría que tiene por nombre “canales paralelos”, (c) muestra a la geometría nombrada como “canal aletado”, por último (d) muestra a la geometría propuesta, con el nombre de “serpentín radial recto”. Todas éstas fueron analizadas en los softwares bajo las mismas condiciones para el flujo y flujo de calor.

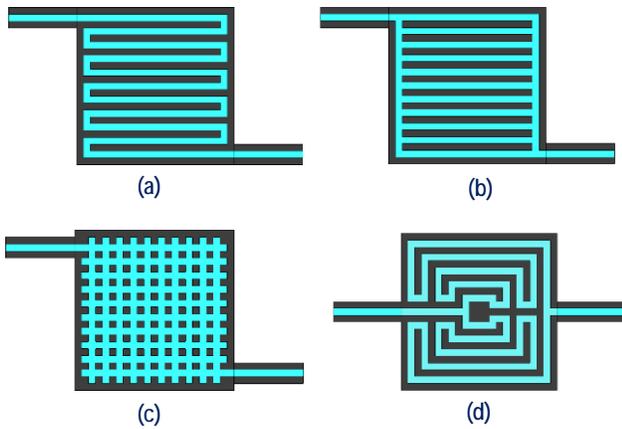


IMAGEN 2: Geometrías analizadas para transferencia de calor.

Todo canal y pared dentro de la geometría tiene un ancho de 1 mm. Para los cuatro casos, agua entró a una velocidad de 0.1 m/s a una temperatura de 293 K como se muestra en la imagen 3. Considerando lo siguiente:

1. Temperatura de entrada a temperatura ambiente (293 K o 20 °C).
2. Fluido incompresible.
3. Estado estable para el flujo de calor y la transferencia de calor.
4. Transferencia de calor por radiación despreciable.
5. Efecto de gravedad despreciable.
6. Flujo de calor constante en la parte inferior del disipador de calor de 10 W/cm² como se muestra en la imagen 4.

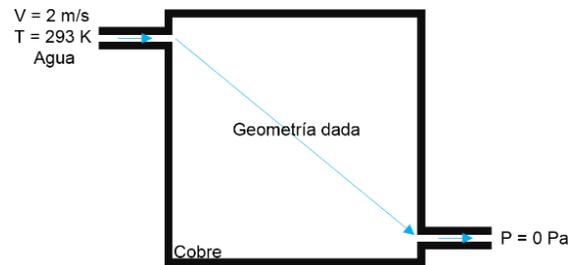


IMAGEN 3: Esquema del disipador de calor bajo las condiciones establecidas.

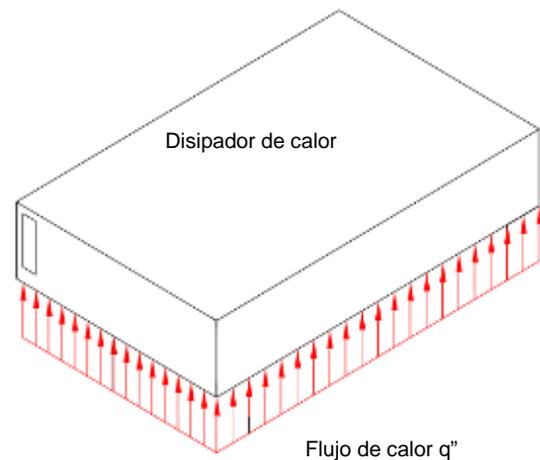


IMAGEN 4: Flujo de calor suministrado en la parte inferior de intercambiador de calor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Siendo finalizadas las simulaciones en el software para cada una de las geometrías, se obtuvieron sus respectivos resultados de perfiles de temperatura, valores de caída de presión y transferencia de calor, estableciendo y satisfaciendo un criterio de convergencia de 1×10^{-5} de error. La imagen 4 muestra los perfiles de temperatura de cada una de las geometrías, (a) para la de “canal serpentin”, (b) corresponde a la de “canales paralelos”, (c) es para la de “canal aletado” y (d) muestra el perfil de temperatura de la del “serpentin radial recto”.

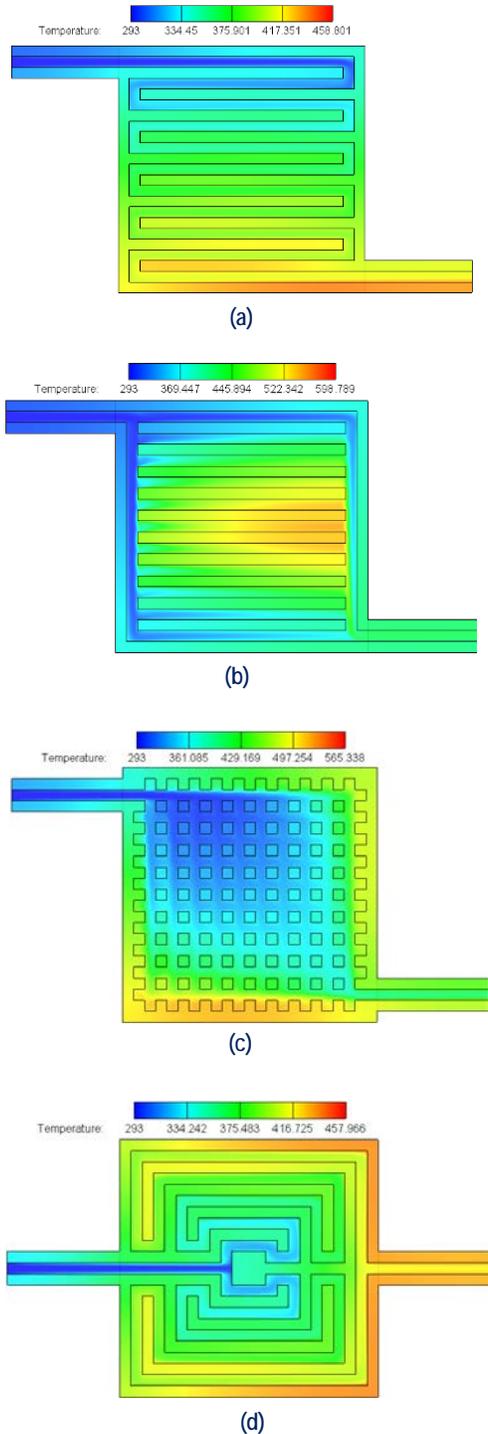


IMAGEN 4: Perfil de temperatura de las cuatro geometrías.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de caída de presión y transferencia de calor para cada una de las cuatro geometrías:

	Caída de Presión (Pa)	Transferencia de Calor (W)
Canal Serpentin	869.7	193.61
Canales Paralelos	123.03	144.78
Canal Aletado	100.91	160.47
Canal Serpentin Radial Recto	289.33	186.93

Como bien se sabe, los resultados obtenidos anteriormente se presentaron dadas las condiciones establecidas, las cuales fueron meramente arbitrarias. Se observa en la imagen 4 que para las cuatro geometrías la temperatura de salida anda alrededor un poco arriba de los 400 K, la cual está arriba del punto de ebullición del agua, esto típicamente no se busca en un dispositivo de enfriamiento. Lo anterior es debido a la velocidad de entrada del fluido, la cual es relativamente baja, y por eso el agua alcanza a hacer ebullición dentro de los canales (antes de salir del disipador de calor). Así pues, variando el parámetro de velocidad de entrada del fluido se evitará éste tipo de incidentes. Cabe mencionar que también el flujo de calor suministrado es relativamente alto, por lo que también es otro parámetro a considerar. Así pues, tanto la velocidad de entrada del fluido y el flujo de calor, al cambiar estos, también cambiará el valor de magnitud de la transferencia de calor y lograr que el fluido salga del disipador de calor sin hacer cambio de fase.

CONCLUSIONES

Como menciona la literatura, una gran variedad de artículos, tesis, etc., relacionados con el tema, el fenómeno de transferencia de calor es todo un campo bastante complejo, amplio y de suma importancia analizar detalladamente, dado que existen muchos parámetros los cuales son posible poder variar y otros son los que se buscan obtener para cierta aplicación y/o propósito.

Así pues, para este caso particular, se obtuvo qué geometría proporciona una mayor transferencia de calor sin dejar a un lado que la caída de presión se consideró un factor importante para una cierta aplicación dada. Por tanto, dada la tabla mostrada, la geometría de canal Serpentin es la que proporciona una mayor transferencia de calor de todas, pero a su vez, ésta es la que tiene mayor caída de presión (recordando que esto es debido a que sólo consiste de un solo canal para todo el trayecto del flujo de agua en el dissipador de calor), en una magnitud bastante considerable. Por lo que ahora se observa que la geometría propuesta, canal Serpentin Radial Recto, proporciona una transferencia de calor ligeramente menor a la del canal Serpentin, por una diferencia un tanto mínima de 6.68 W, pero la diferencia de caída de presión es mucho más considerable, ésta es de 580.37 Pa. Aunque tampoco estaría mal usar la geometría de canal Aletado, dado que proporciona una menor caída de presión que la geometría propuesta y una transferencia de calor bastante considerable, es decir, no tan despegada de las otras dos. Aquí ya queda al criterio de quien vaya a usar estos dispositivos para la aplicación particular, y como se mencionó antes, dependerá también de la manufactura de la geometría y costos que esto pudiese implicar.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia se le agradece infinitamente a Dios por todo lo que hecho para con mi vida. Se le agradece a mi familia, la cual siempre me ha brindado el apoyo incondicional para seguir

estudiando la carrera de ingeniería mecánica y para todo aquello que he hecho en mi vida. Se agradece al grupo encabezado por el Dr. Abel Hernández Guerrero los cuales me incorporaron a dicho grupo para participar y contribuir en eventos, concursos de interés y apoyarnos entre todos, opinar y criticar constructivamente para seguir creciendo. Se le agradece al apoyo que me brindó mi asesor el Dr. Juan Antonio Ramírez Vázquez del Verano de investigación durante todos estos días. También gracias al apoyo de amigos y compañeros de la misma institución y que he conocido a lo largo de mi vida. Gracias a todos ellos he llegado a donde estoy ahorita.

REFERENCIAS

- [1] García-González, J., Rubio-Jiménez, C. A., Hernández-Guerrero, A., Rubio-Arana, J. C. (2006). Análisis de Flujo y Transferencia de Calor en Microcanales para Diversas Configuraciones Geométricas. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Acapulco.
- [2] Zúñiga-Cerroblando, J. L., Hernández-Guerrero, A., Rubio-Arana, J. C., Solorio-Ordaz F. (2007). Disipación de Energía a Partir de la Variación de Parámetros Geométricos en Dispositivos Electrónicos. 4to Congreso Internacional, 2do Congreso Nacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas.
- [3] Cano-Banda, F., Hernández-Guerrero, A., Alatorre-Ordaz, A. (2014). Análisis de un Novedoso Colector Difusor con Geometría Concéntrica para Celdas de Combustible tipo PEM. Tesis de licenciatura para ser Ingeniero Mecánico de la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, 31-42.
- [4] Incropera, F. P., DeWitt, D. P., (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor. Pearson Prentice Hall , 4ª edición, Flujo Interno, 419-460.