

Simulación numérica de la convección mixta en un canal vertical aletado

Numerical Simulation for Mixed Convective Airflow through a Vertical Finned Channel

Hernández-Gutiérrez Isabel Virginia

*Instituto Politécnico Nacional
ESIME-UPALM, México
Correo: ivhernandezg@gmail.com*

Barbosa-Saldaña Juan Gabriel

*Instituto Politécnico Nacional
ESIME-UPALM, México
Correo: jbarbosas@ipn.mx*

Gutiérrez-Torres Claudia del Carmen

*Instituto Politécnico Nacional
ESIME-UPALM, México
Correo: claudia2174@yahoo.com*

Jiménez-Bernal José Alfredo

*Instituto Politécnico Nacional
ESIME-UPALM, México
Correo: josealfredo1474@yahoo.com*

Moreno-Pacheco Luis Alfonso

*Instituto Politécnico Nacional
ESIME-UPALM, México
Correo: ls_moreno@hotmail.com*

Información del artículo: recibido: abril de 2013, reevaluado: mayo y agosto de 2013, aceptado: enero de 2014

Resumen

La simulación numérica para flujo de aire con transferencia de calor por convección a través de un canal vertical con cuatro aletas en estado permanente y régimen laminar en dos dimensiones se realizó mediante un código numérico desarrollado en la plataforma MATLAB® y los resultados se presentan en este trabajo. Una combinación de la técnica de discretización de los volúmenes finitos, el algoritmo SIMPLE y un esquema de ley de potencias para definir la ecuación de convección-difusión en la interface de cada volumen de control se implementaron para encontrar los campos de velocidad y presión, así como la distribución de temperatura dentro del dominio computacional propuesto. El análisis de flujo y transferencia de calor se dio para números de Reynolds de 50, 100 y 150; y gradientes de temperaturas entre la pared más caliente y la temperatura del fluido a la entrada de 50K y 70K. Combinaciones que permitieron tener números de Richardson de 0.46, 1.04 y 4.16 que corresponden a regímenes de convección forzada, natural y mixta, respectivamente para un $Pr=0.72$. Los resultados que aquí se presentan son las distribuciones de velocidad y temperatura, las estructuras de flujo y la caracterización de las zonas de recirculación adyacentes a las aletas. Finalmente se muestran las gráficas del número de Nusselt local y la temperatura promedio a través del canal. El número de Nusselt y las zonas de recirculación, crecen con el incremento del número de Reynolds.

Descriptores:

- simulación numérica
- canal vertical aletado
- flujo laminar
- convección mixta
- bidimensional

Abstract

A numerical simulation for mixed convective airflow through a vertical finned channel was carried out by means of a MATLAB® code. Steady state and two dimensional conditions are considered for solving the problem. The discretization technique used was finite volume and the SIMPLE (Semi-Implicit Pressure Linked Equations) algorithm was used to link the pressure and velocity fields inside the computational domain. The simulation was carried out for $Re = 50, 100$ and 150 . The heat transfer problem was solved for a temperature difference between the hot wall and the fluid temperature at the entrance of $50K$ and $70K$. These combinations resulted on Richardson of $0.46, 1.04$ and 4.16 corresponding to forced, mixed and natural convection, respectively. As a result, the fluid flow structures, the flow velocity and temperature fields as well as the recirculation zones adjacent to the fins are shown. Local Nusselt number and bulk temperature through the channel are presented. The Nusselt number and the recirculation zones increase when the Reynolds number is augmented.

Keywords:

- numerical simulation
- mixed convection
- vertical finned channel
- laminar flow
- bidimensional

Introducción

En la actualidad la investigación de flujos internos convectivos es importante, principalmente por la creciente necesidad en aplicaciones tecnológicas de procurar el control térmico de los dispositivos utilizados para la disipación de calor, aunado al hecho de que los avances en la tecnología demandan un alto desempeño, compatibilidad y poco peso en los mismos. El impacto en las aplicaciones tecnológicas referidas llega, entre otras, a la industria de equipo aeroespacial, equipos utilizados en energía nuclear, procesos químicos, al desarrollo de los microcomponentes electrónicos y circuitería, etcétera. Tradicionalmente, las superficies extendidas como aletas y nervios se han utilizado para aumentar la transferencia incitando una mezcla en el fluido, en donde su diseño y optimización son una área de estudio de alto interés (Yang *et al.*, 2010). Las aletas del tipo rectangular se usan en su mayoría para incrementar la convección, ya que son sencillas y de costo relativamente bajo para su manufactura (Sahiti, 2008). Por otra parte, Bakkas y colaboradores (2008) mencionan que la mayor parte de los trabajos en ductos con superficies aletadas o extendidas están enfocadas en convección mixta o forzada. Sin embargo, aún cuando la remoción de calor por convección natural es pequeña comparada con la convección forzada y mixta, esta puede tener un importante papel en el enfriamiento de sistemas térmicos, provocando ahorros y compactibilidad en los diseños, así como promoviendo la investigación de un mecanismo de enfriamiento eficiente que tiene mucho campo por descubrir.

El estudio de los efectos de la convección natural, forzada y mixta en canales verticales ha sido de gran interés para los investigadores. Aung *et al.* (1986a) desarrollaron una metodología teórica para el estudio del

flujo en un canal vertical. El trabajo provee una percepción adicional a las características de dicho flujo para la región totalmente desarrollada. En su trabajo determinaron que la combinación de un caudal fijo y ascendente además de alta flotabilidad en la parte superior del canal, puede precipitar un flujo hacia abajo que emana desde la parte superior abierta del canal. El trabajo concluye que, en convección natural pura no es posible encontrar flujo de retorno, y que cuando las temperaturas de las paredes son distintas, ocurre una situación de flujo reversible, siempre y cuando la magnitud del parámetro de flotación excede un cierto valor crítico; finalmente, para un flujo de calor simétrico en las paredes puede no existir flujo reversible.

Desrayaud *et al.* (2009) realizaron una investigación numérica concerniente al fenómeno del flujo reversible para convección mixta laminar en un canal vertical de placas paralelas de longitud finita. Los resultados obtenidos se presentaron para un canal calentado simétricamente a temperatura constante para varios números de Grashof y de Reynolds. Los autores expusieron los efectos de las fuerzas de flotación en los patrones del flujo para velocidad y temperatura, y mostraron que la longitud del canal no tiene influencia en la presencia de flujo reversible siempre que esa longitud sea 10 veces mayor o igual que la separación de las placas.

Wang *et al.* (2009) llevaron a cabo una investigación sobre la convección natural en canales verticales con obstáculos por medio de la técnica numérica del elemento finito. Los obstáculos que se presentan incluyen un semicírculo y dos aletas en diferentes posiciones. Muestran los patrones de flujo y térmicos, incluidos el número de Nusselt promedio para diferentes parámetros. Los resultados que se obtienen son que la transferencia de calor local aumenta con el aumento de obstrucciones por dos razones: el incremento de la su-

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/274823>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/274823>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)