



Efectos Térmicos por Convección Mixta Opuesta y Laminar en la Estructura del Flujo a Través de un Cilindro Circular Isotérmico

I. Guillén¹, C. Treviño², U. Suárez¹ y L. Martínez-Suástegui¹

¹ ESIME Azcapotzalco, Instituto Politécnico Nacional, Avenida de las Granjas No. 682, Colonia Santa Catarina, Delegación Azcapotzalco, México, Distrito Federal 02250, México

² UMDI, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Sisal, Yucatán, México

Abstract— Particle image velocimetry (PIV) measurements are carried out in an experimental investigation of laminar opposing mixed convection of the downward channel flow past an isothermal horizontal cylinder confined inside a vertical water channel. With variation in the value of buoyancy strength or Richardson number $Ri = Gr/Re^2$, the flow reverses close to the heated cylinder and the wake flow pattern and wake vortex shedding process are affected accordingly. The thermal effect on the shedding frequency of the vortex structures in the wake of the confined cylinder and their corresponding Strouhal number are presented. Results show that the frequency of vortex shedding decreases for increasing values of the Richardson number. In this work, the instantaneous and mean streamlines, two-dimensional vectors, velocity and vorticity contours are plotted for several cases to show some of the flow characteristics.

Palabras claves— PIV, Opposed flows, Mixed Convection, Isothermal Cylinder, Vortex Shedding.

I. INTRODUCCIÓN

Convección mixta se define como un fenómeno de transferencia de calor en donde los mecanismos de convección natural y convección forzada interactúan. En canales verticales e inclinados, el flujo neto puede ser ascendente o descendente. La fuerza de flotación puede asistir u oponerse al flujo forzado, dependiendo de la dirección del flujo forzado relativa a la gravedad y las condiciones de calentamiento-enfriamiento. Junto con los parámetros geométricos que aparecen en cualquier problema específico, existen tres parámetros importantes: Los números de Reynolds (Re), Grashof (Gr) y Prandtl (Pr) caracterizan el flujo forzado y la influencia de la flotación. Las contribuciones relativas de la convección libre y forzada al mover al flujo comúnmente

se representan por la razón entre los números de Grashof y de Reynolds, generalmente en la forma Gr/Re o Gr/Re^2 [1].

El estudio de la transferencia de calor a través de un cilindro circular confinado dentro de un ducto es un tema de gran relevancia por sus aplicaciones prácticas en el diseño de intercambiadores de calor, enfriamiento de dispositivos electrónicos, enfriamiento de barras de combustible en reactores nucleares y en torres de enfriamiento. Por otro lado, se sabe que el patrón de flujo alrededor de un cilindro depende fuertemente de su posición con respecto a la dirección del flujo neto. Cuando un cilindro opera bajo el régimen de convección mixta, las fuerzas de flotación juegan un papel importante en el comportamiento de la estela. Uno de los pioneros en el estudio de convección mixta para un cilindro caliente y horizontal para flujo laminar fue Badr [2,3], ya que resolvió las ecuaciones de continuidad, cantidad de movimiento y energía para flujo paralelo contrario o a favor de la gravedad. Existen múltiples trabajos en la literatura en donde el flujo laminar a través de un cilindro horizontal en convección forzada, natural o mixta es estudiado [4-16]. En la literatura existen muy pocos trabajos que estudian las características transitorias de flujos en transferencia de calor por convección mixta interna para flujo opuesto en situaciones donde ocurre el fenómeno de reversión del flujo. Cabe mencionar que a la fecha, no existe ningún trabajo experimental con velocimetría láser que estudie el problema de transferencia de calor por convección mixta a través de un cilindro isotérmico para flujo cruzado, opuesto y laminar, donde se consideren valores relativamente altos del parámetro de flotación para el caso de un cilindro confinado dentro de un ducto. En el presente trabajo, se llevan a cabo mediciones experimentales empleando PIV en dos dimensiones (2D) para estudiar el efecto de la flotación en la distribución del flujo y patrones en la estela. Dados los parámetros del sistema, se pretende describir los patrones espaciales y temporales para un número de Reynolds de $Re = 135$ y diferentes valores del número de Richardson.