

Transporte de calor en sistemas de dos fluidos

C. Wolluschek*, D. Maza
 Depto. Física y Matemática Aplicada
 Fac. de Ciencias. Universidad de Navarra.
 c/Irunlarrea s/n 31080-Pamplona

El transporte de calor por convección es un problema con una alta importancia tecnológica aunque muy poco comprendido, aún hoy en los comienzos del siglo *XXI*. En particular, para sistemas que presentan una superficie libre, tal como es el caso de dos capas de fluido superpuestas verticalmente, las investigaciones realizadas resultan muy escasas¹.

En este contexto, se presentan resultados experimentales que muestran como se modifica la ley de escala que vincula el calor adimensional transportado por dos fluidos en convección en función de la diferencia de temperatura a la que están sometidos.

Los líquidos se encuentran en una celda angosta y profunda (15 mm de ancho, 26 m de alto y 126 mm de largo) y son confinados entre dos superficies calefactoras de aluminio. Dos bastidores de teflón soportan la estructura mientras que las paredes laterales son ventanas ópticas que permiten la observación de los movimientos convectivos y de la interfase que separa los fluidos. Para la observación se utiliza una ombroscopia lateral que permite, mediante iluminación láser, determinar los gradientes de temperatura en el seno de ambos fluidos (figura 1).

La elección de los fluidos a utilizar representa un desafío de difícil solución. Se estudiaron diferentes combinaciones que garantizan, en la medida de lo posible, buenas condiciones de estabilidad físico-químicas. Los resultados que se detallan corresponden al sistema formado por una capa superior de aceite de silicona de 5 cSt y una capa inferior de líquido perfluorinado FC75, para distintas relaciones de profundidad. Definiendo Γ como la profundidad de la capa inferior respecto de la profundidad total, se investigaron las combinaciones $\Gamma = 0.15, 0.23, 0.50$ y 0.85 .

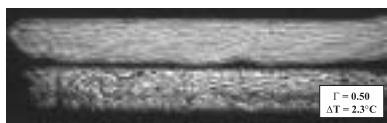


Figura 1. Imagen lateral de la configuración $\Gamma = 0.50$ obtenida mediante interferometría diferencial. El líquido superior es aceite de silicona de 5 cSt y el inferior, el líquido perfluorinado FC75. En la figura se puede observar la diferencia de régimen dinámico en cada una de las capas de fluido.

Aplicando gradientes de temperatura ΔT , tanto a favor como en contra del sentido de la gravedad, se ha medido el calor total transportado Q a través de los fluidos.

Para comenzar, se verificaron las leyes de escala de transpor-

te de calor para fluidos puros, determinando el calor adimensional transportado $Nu = \frac{Q_{conv} + Q_{cond}}{Q_{cond}}$, donde Q_{conv} es el calor transportado en régimen convectivo y Q_{cond} es el calor transportado en régimen conductivo, en función del parámetro de control ΔT . Se determinó que en el caso de dos capas líquidas, el transporte de calor también sigue leyes de potencia, aunque el valor de los exponentes depende de la relación de profundidades Γ disminuyendo de forma significativa al aumentar el espesor del líquido inferior².

Para comprender el origen de esta diferencia, se observó el régimen dinámico de cada una de las capas y se comparó con la cantidad total de calor transportado. Como resulta evidente de la figura 2, la energía transportada por el sistema decrece de forma significativa a medida que el espesor de la capa inferior aumenta. Una posible explicación de este efecto sugiere que, si bien el régimen de la capa inferior es claramente turbulento, la dinámica de la capa superior (de menor espesor) condiciona fuertemente el transporte de energía. Esta observación se puede suplementar con la posibilidad (aún en estudios preliminares) de que la interfase entre los fluidos juegue un papel determinante no sólo en el acoplamiento viscoso entre las capas, sino también en el térmico.

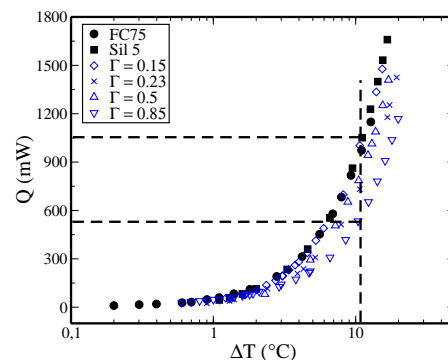


Figura 2. Curva del calor total transportado Q en función de la diferencia de temperatura ΔT para las diferentes configuraciones estudiadas.

* ceciliaw@fisica.unav.es

¹ Juel A. *et al.* *Physica* **D143** (2000) 169-186. Joseph D., Renardy Y., "Fundamentals of Two-Fluid Dynamics", Vol 1 y 2, Springer-Verlag (1993).

² C. Wolluschek & D. Maza. Preprint, 2003.