



Montaje y puesta a punto de la técnica del alambre caliente para líquidos

S. Alvarado, E. Marín, G. Juárez

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional
Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

Se presentan los avances logrados en el montaje de un instrumento basado en la técnica del alambre caliente (Hot-wire), para su uso en líquidos. Estos avances constan del rediseño del circuito eléctrico de este instrumento y el desarrollo de un software en Lab-View para el control y la adquisición de datos del instrumento. Finalmente se muestra una medición de la conductividad térmica de la glicerina realizada con fines de calibración.

Introducción

La técnica del alambre caliente (Hot Wire) consiste básicamente en generar una variación de temperatura utilizando un alambre metálico inmerso en un líquido, haciendo pasar corriente eléctrica a través de éste. El flujo de la corriente provoca calentamiento en el alambre por efecto Joule. El calor generado se disipa en el material de cuyas propiedades térmicas dependerá la evolución temporal de la temperatura resultante. Estas variaciones de temperatura están dadas por la siguiente ecuación:

$$\Delta T = \left(\frac{q}{4\pi k} \right) \ln \left(\frac{4\alpha t}{r^2 c} \right) \quad (1)$$

donde k es la conductividad térmica del líquido, q es la potencia disipada por unidad de longitud del alambre, α es la difusividad térmica, t es el tiempo transcurrido a partir de que comienza el calentamiento, r es el radio del alambre, $c \equiv e^\gamma \approx 1.781$ y γ es la constante de Euler.

El mismo alambre puede utilizarse como sensor de temperatura aprovechando para ello la dependencia de su resistencia eléctrica de este parámetro, la cual es medida generalmente utilizando un puente de Wheatstone de alta precisión.

Metodología

El circuito eléctrico rediseñado consta de un puente de Wheatstone (diseñado y construido por nosotros), una fuente de corriente directa modelo 2400 de la marca Keithley, que se encarga de suministrar la corriente deseada al puente de Wheatstone, y un nanovoltímetro modelo 2182 marca Keithley, que nos permite medir las variaciones de voltaje en la salida del puente, a partir de las cuales se puede determinar la resistencia del alambre y con ella sus variaciones de temperatura. Estos elementos se conectan a una PC para el control de su funcionamiento, la introducción de los parámetros deseados en la medición y la adquisición de los datos obtenidos para su posterior procesamiento. El software

utilizado para llevar a cabo estas tareas fue desarrollado en Lab-View.

Resultados

La figura 1 muestra el resultado de un experimento con fines de calibración realizado con una muestra de Glicerina.

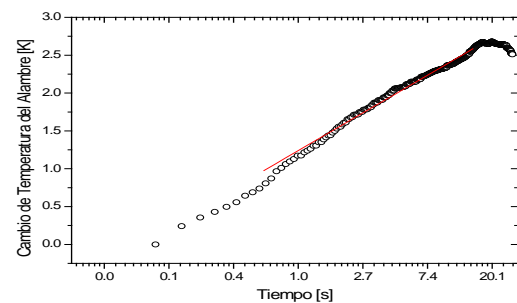


Figura 1. Cambio de temperatura del Hot-wire en función del tiempo (en escala logarítmica) para glicerina.

La línea continua es el mejor ajuste de los datos a la expresión 1, hecho en la parte lineal de la curva donde se cumple la misma. Las desviaciones de la linealidad se deben a la presencia de efectos de disipación de calor por convección. El valor obtenido de la conductividad térmica, $k=(0.29\pm 0.02)$ W/mK coincide muy bien con el reportado en la literatura.

Conclusiones

Se diseñó y montó un dispositivo para medición de conductividad térmica de líquidos según el método del alambre caliente, y su validez se ha demostrado midiendo la conductividad térmica de la glicerina. Se continuarán haciendo pruebas con otros fluidos de propiedades térmicas bien conocidas para lograr una mejor puesta a punto del sistema experimental.

Agradecimientos

A CONACyT, al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) y a la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Referencias

- [1] Kalyan C. Simham, Development of Computerized Transient Hot-Wire Thermal Conductivity (HWTC) Apparatus for Nanofluids, M. S. Thesis, Northern Illinois University (2008).
- [2] M. Kostic, K. C. Simham, Computerized Transient Hot-Wire Thermal Conductivity (HWTC) Apparatus for Nanofluids, Northern Illinois University (2009).