

Técnica Fotoacústica para la medición de la Capacidad calorífica específica en sólidos

G. Vera Medina¹, A. Calderón¹, J. A. I. Díaz Góngora¹, G. Peña Rodríguez², E. Marín¹

¹ Departamento de Física, Universidad Francisco de Paula Santander. A.A. 1055, Cúcuta, Colombia.

² Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

Se presenta la técnica Fotoacústica para la medición de la capacidad calorífica C en sólidos mediante la configuración de celda abierta para la transmisión de calor. Este consiste en un líquido (agua destilada) como muestra de referencia que permita a la celda Fotoacustica medir parámetros dentro del rango de frecuencia de modulación donde las muestras son térmicamente delgadas. Se presentan los resultados de las mediciones realizadas en muestras patrón para diferentes materiales, incluyendo metales y semiconductores. Los valores obtenidos son acordes a los reportados en la literatura.

Introducción

Existe un número creciente de técnicas dedicadas a la determinación de propiedades térmicas de sólidos, una de estas propiedades es la capacidad calorífica específica. En los últimos años hemos presenciado el desarrollo de métodos Fototérmicos. Dentro de sus ventajas se encuentra el empleo de muestras y variaciones de temperatura pequeñas, la no necesidad de los contactos eléctricos y el hecho de que (en general) no son destructivas. En este trabajo se informa acerca de las mejoras en una variante de la técnica

fotoacústica para la medición directa de la capacidad calorífica específica de sólidos [1].

Procedimiento Experimental

Se muestra esquemáticamente la propuesta experimental en la fig. 1, en donde un haz de luz laser se hace incidir sobre la muestra a través del líquido de referencia. La presión en la cámara fotoacústica para una muestra ópticamente opaca y térmicamente fina y un líquido ópticamente transparente y térmicamente grueso viene dada por,

$$\frac{\text{señal}}{\text{normalizada}} \rightarrow N = \frac{\delta P_{\text{liquido+muestra}}}{\delta P_{\text{muestra}}} = Cte \cdot \frac{f}{\sqrt{1 + 2\Omega f^{1/2} + 2(\Omega f^{1/2})^2}} \quad (1)$$

donde ε representa la efusividad térmica, $\varepsilon = (k\rho c)^{1/2}$, $\alpha = k/\rho c$ describe la difusividad térmica, $C = \rho c$ es la capacidad calorífica, $P_0(T_0)$ es la presión (temperatura), l , el espesor de la muestra. Los subíndices g, s y r, representan el gas, la muestra y la referencia respectivamente. Ajustando la data experimental a la Ec. 1 se puede determinar el parámetro Ω (ver Fig. 1 para definición) y a partir de él el valor de C .

$$\Omega = \frac{l}{\varepsilon_r} \cdot \sqrt{\pi} c_s \quad \text{donde} \quad \begin{array}{l} \varepsilon \rightarrow \text{efusividad térmica} \\ l \rightarrow \text{espesor de la muestra} \\ C \rightarrow \text{capacidad calorífica específica} \end{array}$$

Fig 2. Cociente de las amplitudes FA para muestras con líquido y sin líquido de referencia. La línea sólida representa el mejor ajuste a la Ec. 1.

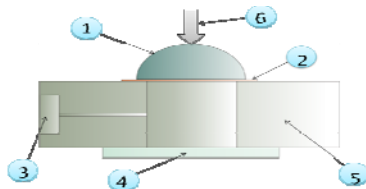
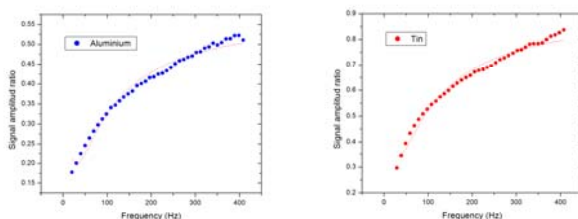


Fig 1. Arreglo experimental: 1, líquido de referencia; 2, muestra; 3, micrófono; 4, ventana transparente; 5, celda de acrílico; 6, haz de luz laser (488 nm), modulado mecánicamente.

Resultados y Análisis

La Fig. 2 muestra resultados típicos de mediciones realizadas en Aluminio y Estaño. Los valores obtenidos para diferentes materiales se muestran en la Tabla 1.



Muestras	ρc (Medida) J/Kcm ³	ρc (Reportada) J/Kcm ³
Cobre	3.4 ± 0.3	3.4
Aluminio	2.6 ± 0.2	2.4
Plata	2.3 ± 0.3	2.5
Estaño	1.5 ± 0.1	1.7
Paladio	3.1 ± 0.3	2.9

Tabla 1. Resultados experimentales para los diferentes materiales estudiados.

Agradecimientos

A PIFI y SIP-IPN, y CONACYT.

Referencias

- [1] Delgado-Vasallo O et al 2005, J de Physique IV 125, 201.