

**EQUIPO PARA LA MEDIDA DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA.
 MEDIDA DE NEUMATICOS DESMENUZADOS.**

Luis R. Saravia ¹,

Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO, UNSa - CONICET)
 Universidad Nacional de Salta - Av. Bolivia 5150 C.P. 4400 - Salta
 Tel - Fax 0387-4255489 e-mail: luis.r.saravia@gmail.com

RESUMEN: Hoy en día, los neumáticos usados de autos y otros vehículos constituyen un residuo contaminante de gran entidad dado el alto consumo de los mismos. Solo se dispone de un procedimiento de recuperación limitado y el uso para conseguir otros objetivos ha sido dificultoso. Algunas empresas están buscando soluciones utilizando una máquina que convierte el neumático, luego de que se le quitan las bandas especiales que poseen, en trozos muy pequeños similares a pequeños cilindros del orden de 1 mm de diámetro. Se decidió medir su conductividad térmica dado que el material tiene cualidades potenciales como aislante térmico en la industria y en edificios. Se ha construido un instrumento para realizar esa medida, procurando disponer de un equipo portátil de bajo costo para su posible uso en una fábrica. En este trabajo se describe el equipo construido y las medidas realizadas sobre muestras entregadas por un empresario. Un valor promisorio de 0,11 W/(m.C) fue obtenido para la conductividad térmica.

Palabras clave: neumáticos usados, neumáticos desmenuzados, conductividad térmica, equipo de medida

INTRODUCCION

Los neumáticos usados de vehículos constituyen hoy día un residuo contaminante de gran entidad dada la cantidad de vehículos que circulan actualmente. La recuperación es limitada y no resulta sencillo encontrar un uso sustitutivo de los mismos debido a su forma especial y la alta resistencia del material (goma vulcanizada). Algunos empresarios han pensado



Fig. 1.- Muestra el material obtenido con la molienda. El nonio indica los 5 cm.

en la posibilidad de moler el material para poder usarlo con mayor facilidad. Se ha consultado al INENCO sobre posibles alternativas de uso. El material posee cualidades potenciales para ser usado en la industria y los edificios por lo que se decidió medir su conductividad térmica. A esos efectos se ha diseñado y construido un equipo portátil de bajo costo, para su uso en fábrica.

En las secciones que siguen se describen el diseño y la construcción del equipo y su utilización para la medida de neumáticos desmenuzados. Las muestras han sido entregadas por el Sr. Dottori, un reconocido empresario del rubro neumáticos en la capital de Salta.

La figura 1 muestra el material a medir, colocado sobre una superficie blanca. Se muestra un nonio indicando una distancia de 5 cm como referencia de tamaño. La molienda da lugar a un producto con dos componentes diferenciados. Uno es un polvillo negro que no es muy fino. El otro consiste en trozos en forma de cilindros de alrededor de 1 mm de

diámetro y unos 2 cm de largo, con bastante variabilidad en estas medidas.

¹ - Investigador Principal del CONICET, Profesor Titular Emérito de la UNSa. Este valor es bastante bajo en comparación con materiales de construcción como los ladrillos y el concreto, por lo que su uso en construcción podría ser atractivo si el precio del producto fuese bajo. Es de esperar que el producto desmenuzado tenga un coeficiente un poco menor debido al aire incorporado.

DISEÑO DEL EQUIPO.

La figura 2 muestra un esquema en corte del equipo diseñado. Se ha adoptado una geometría cilíndrica para el equipo, lo que resulta en un equipo muy compacto. El interior contiene un caño metálico de hierro con un diámetro externo de 38 mm. Para el exterior se usa un tubo de PVC blanco usado para desagües, con un diámetro de 110 mm. Las tapas del equipo son también de PVC, de las que se venden en el comercio para dichos caños. Los dos caños están centrados, para lo cual se usan dos círculos de madera colocados en los extremos por debajo de las tapas. Cada círculo tiene un orificio del diámetro del tubo de hierro donde este encaja para quedar centrado. Por fuera de las tapas se colocará una aislación de poliestireno expandido para disminuir las pérdidas laterales.

En el centro del tubo metálico se coloca un tubo de cuarzo de los utilizados en los calentadores eléctricos. El usado tiene una longitud L de 38 cm. Dentro del tubo se coloca una resistencia eléctrica que suministra la potencia. Dos orificios centrados en las tapas externas mantienen en su lugar al tubo de cuarzo.

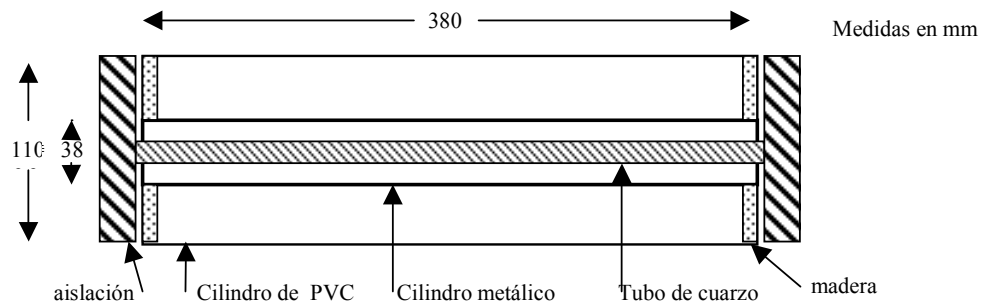


Fig. 2.- Muestra el equipo con su cilindro externo, el interno y el tubo de cuarzo

CONSTRUCCIÓN E INSTRUMENTACIÓN DEL EQUIPO

Las figuras 3 y 4 muestran al equipo desarmado y en su estado final conectado a los instrumentos.

Se aprecia el caño metálico interno, centrado con el caño de PVC externo. La madera, al colocarse en su lugar centra el caño interno. Dentro del caño metálico se ve el tubo de cuarzo que sostiene y aísla la resistencia de calentamiento. Finalmente, la tapa de PVC blanco cierra ese extremo del equipo.

Se ven las termocuplas internas de medida de la temperatura del caño metálico.

Dos de ellas están colocadas en la mitad del caño, opuestas una a la otra. Una termocupla de control está colocada en el extremo del caño para verificar la uniformidad de la distribución de la temperatura a lo largo del caño.

Una cuarta termocupla, que no se ve en la foto está colocada sobre el caño externo blanco.

La resistencia de calentamiento es una cinta de Alferón con una resistencia de 2 Ohms. El Alferón es una aleación de hierro, cromo y aluminio de la familia del Kanthal. Es usada en resistencias de calentamiento soportando 1500 C. El valor elegido para la resistencia permite utilizar una fuente DC de bajo voltaje, menor a 30 V, y corrientes hasta 3 A.



Fig. 3.- Muestra el equipo semidesarmado. Se ve el caño metálico interno, El tubo de cuarzo, las maderas de centrado, las termocuplas, el caño externo, la tapa y el cable de conexión a la resistencia.



La figura 4 muestra la instrumentación conectada al equipo cargado con el producto. La carga se realiza abriendo un extremo y retirando ligeramente la madera para introducir el material.

La fuente es regulada y tiene control de valor máximo de corriente. La tensión se fijó en 5.0 V ya que con la potencia entregada, 12 W, la muestra llega a más de 70 C. Es posible usar una fuente mas sencilla que tiene la tensión seleccionable por puntos y no hay control de exceso de corriente. Con este material la corriente necesaria llegó a 2.14 A, que puede ser entregada por una fuente modesta.

El termómetro es marca Tess y puede medir dos termocuplas a la vez. Como se dispone de 4 termocuplas fue necesario realizar un cambio manual cuando se medía.

El equipo está colocado sobre un soporte que permite su giro. Se ha encontrado que la parte superior del caño se calienta algo más que la parte inferior debido a que el aire dentro del caño convecta al ser el tubo de cuarzo mas pequeño. Esto puede ser evitado en un modelo posterior si se coloca un tubo de cobre en vez de hierro, lo que lograría uniformizar la temperatura. Igualmente el problema es solucionable girando periódicamente 180 grados al equipo sobre su soporte, con lo cual se consiguió la misma temperatura en las dos termocuplas opuestas.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

El equipo fue cargado con una masa neta de 1190 gramos. El volumen neto del equipo es de 4192 cm³. Por tanto, la densidad de la muestra es de 0,284 gr/cm³.

La expresión para calcular la conductividad termica k de la muestra cilíndrica es (Incropera y DeWitt, 2004) :

$$K = \frac{Pot * \ln(R_{ext}/R_{int})}{2 * \pi * L * (T_{ext} - T_{int})}, \quad [1]$$

donde :

Pot es la potencia entregada,
 R_{ext} es el radio externo del equipo,
 R_{int} es el radio interno del equipo,
 L es la longitud del equipo,
 T_{ext} es la temperatura del cilindro externo,
 T_{int} es la temperatura del cilindro interno.

La figura 5 muestra los resultados obtenidos para las temperaturas interna y externa en función del tiempo medido a partir del instante inicial. Como se aprecia, las temperaturas alcanzan el estado estacionario después de las 4 horas de funcionamiento del equipo. La temperatura interna llega a los 74 C y la externa a 27 C. El voltaje aplicado fue de 5,0 V y la corriente de 2,40 A, por lo que la potencia entregada fue de 12 W.

Aplicando la expresión [1] se obtiene para la conductividad térmica un valor de 0,11 W/(m.C).

CONCLUSIONES

El valor obtenido para la conductividad térmica de la goma vulcanizada molida, igual a 0,11, es algo menor que el de una goma maciza, que varía entre 0,13 y 0,15. Esto es compatible con la idea de que el aire incluido entre las partículas de la goma molida puede disminuir en algo el valor de la conductividad térmica.

El equipo ha funcionado en forma consistente, su costo es muy bajo y su peso es de solo 1320 gr sin carga, por lo que se lo puede considerar como un equipo portátil. Se ha discutido en el trabajo algunas modificaciones que mejorarán su funcionamiento.

El valor obtenido para la conductividad es bajo y el material se puede considerar como un buen aislante. Es factible considerar que el mismo podría ser utilizado para mejorar el comportamiento térmico de un edificio si su precio de venta fuese económico. El material podría mezclarse con concreto o ponerlo como relleno. Una capa de 11 cm de este material sería equivalente a 3 cm de poliestireno expandido. En el caso de casas construidas con adobe sería de interés ensayar su mezcla con la tierra que se utiliza para fabricar el adobe, lo que mejoraría su propiedades térmicas.

Será necesario evaluar con cuidado las condiciones en que podría ser usado dado que el material es medianamente combustible.

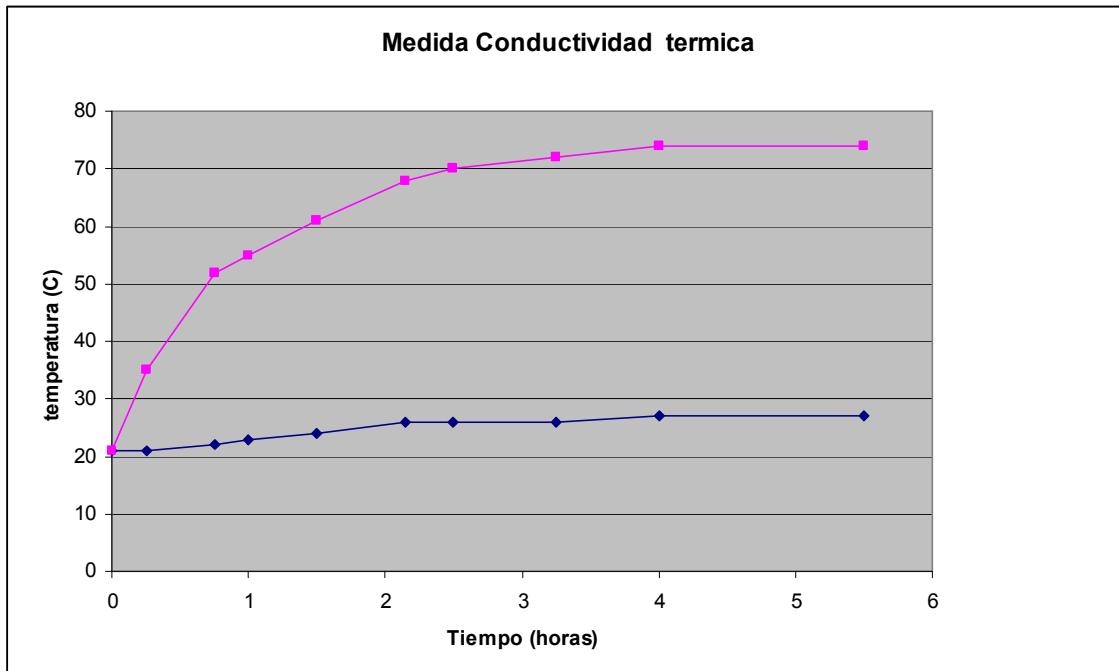


Fig. 5.- Muestra Las variaciones de la temperatura del cilindro interno (en rojo) y la temperatura externa (en azul) como función del tiempo medido a partir del instante inicial.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sr. Dottori por su gentileza al entregar las muestras del material

REFERENCIAS

Incropera, F. P. y DeWitt, D. P. (2004). *Fundamentals of heat and mass transfer*, 4th edition, John Wiley.

ABSTRACT

Nowadays, used car tires are considered to be a important contaminant problem. The possibilities to use them in other applications are low. Some companies are trying to find a solution using grinding machines that produce small bits about 1mm thick. The material has insulation properties and the measurement of its thermal conductivity could be useful for a more detailed evaluation. An instrument has been built developing a portable very low cost equipment. The equipment is described in detail and the performed measurements are discussed.