

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES AMORTIGUANTES DE PRODUCTOS PROVENIENTES DEL RECICLADO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

PACS: 43.50.Gf

J. E. Crespo⁽¹⁾, E. Juliá⁽²⁾, F. Parres⁽¹⁾, J. Segura⁽²⁾, J.M. Gadea⁽²⁾, A.V. Nadal⁽¹⁾

(1) Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales
Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n
03801 Alcoy. Alicante
E-mail: anadal@mcm.upv.es

(2) Departamento Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n
03801 Alcoy. Alicante
E-mail: erjusan@mes.upv.es

Palabras clave: fibras recicladas, amortiguamiento, factor de pérdidas.

ABSTRACT

Hoy en día, la contaminación producida por los ruidos y las vibraciones es un problema de gran interés para resolver. Esta contaminación es creciente en las sociedades desarrolladas, en las que cada vez más se demandan leyes y normativas para controlar el ruido, tanto en el interior como en el exterior de las áreas residenciales. Por otro lado, el reciclado de productos como los neumáticos fuera de uso (ELTs) es un asunto pendiente, particularmente importante en los países en vías de crecimiento.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la contaminación producida por los ruidos y las vibraciones es un problema de gran interés para resolver. Esta contaminación es creciente en las sociedades desarrolladas, en las que cada vez más se demandan leyes y normativas para controlar el ruido, tanto en el interior como en el exterior de las áreas residenciales. Por otro lado, el reciclado de productos como los neumáticos fuera de uso (ELTs) es un asunto pendiente, particularmente importante en los países en vías de desarrollo [1-5].

Por tanto, el uso de este tipo de desperdicios, utilizados para obtener materiales absorbentes de las vibraciones podría resolver dos tipos de problemas medioambientales: ruido y vibraciones, por un lado, y contaminación por otro. El material bruto es el residuo proveniente del triturado de neumáticos de vehículos pesados. Este producto está compuesto por residuos de naturaleza elastomérica denominados GTR (Ground Tire Rubber), que están parcialmente adheridos a las fibras textiles y metálicas que constituyen el neumático [6, 7]. Estas fibras textiles obtenidas se denominan "Fluff". [6-7].

2. MÉTODO EXPERIMENTAL

2.1. MATERIALES

Se han elaborado varias muestras mediante el sinterizado con GTR y GTR con FLUFF, con diferentes tamaños de partícula y diferentes porcentajes de fibras. La Tabla 1 muestra la composición de los materiales utilizados así como el tamaño de grano del GTR. La fibra es de dos clases: microfibras y fibra, cada una con diferentes longitudes. La microfibras tiene una longitud media de 2 mm, mientras que la fibra tiene la longitud media de 20 mm.

Tabla 1. Tamaño de grano de GTR y porcentaje de fibras.

Material	Tamaño de grano (mm)	Fluff (%)	
		Microfibras	Fibra
Mat 1	2		5
Mat 2	2	5	
Mat 3	2		25
Mat 4	5	5	
Mat 5	5		5
Mat 6	5		25
Mat 7	0,2		
Mat 8	0,2		

3. CARACTERIZACIÓN

Para determinar el factor de pérdidas en determinados materiales plásticos de desecho, se siguen las recomendaciones de la Norma ASTM E-756-05: "Standard Test Method for Measuring Vibration-Damping Properties of Materials" [8]. Se ha ensayado una serie de ocho diferentes muestras. La Tabla 2 muestra las características de estos materiales.

Tabla 2. Densidad y espesor de cada material.

Material	Densidad (kg/m ³)	Espesor (mm)
Mat 1	983.33	10
Mat 2	1049.38	9
Mat 3	1080.35	11
Mat 4	931.37	11
Mat 5	766.37	13
Mat 6	1007.59	12
Mat 7	1058.2	9
Mat 8	1017.11	10

El proceso para obtener las propiedades de amortiguamiento de materiales no autoportantes requiere una configuración a modo de sándwich. La Figura 1 muestra el esquema usado para este tipo de ensayo.

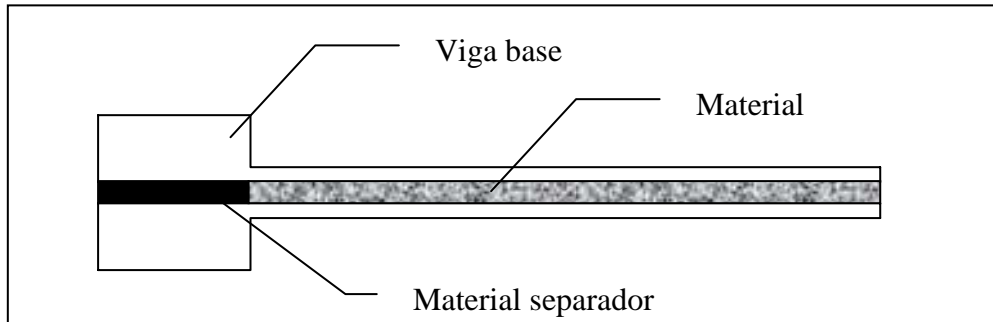


Figura 1. Esquema de la configuración para el ensayo.

La Figura 2 muestra el esquema del método experimental utilizado para medir el factor de pérdidas, así como una fotografía del montaje.

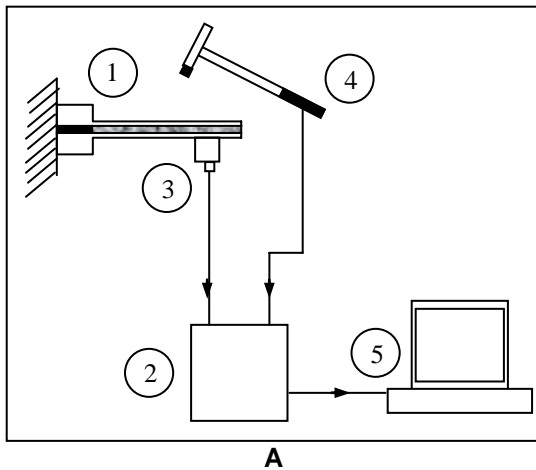


Figura 2. A) Esquema del montaje experimental: 1. Viga compuesta; 2. Tarjeta de adquisición de datos; 3. Acelerómetro; 4. Martillo calibrado; 5. Ordenador. **B)** Fotografía del sistema.

El factor de pérdidas se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$\eta_1 = \frac{(A\eta_s)}{[A - B - 2(A - B)^2 - 2(A\eta_s)^2]}$$

donde:

η_1 = Factor de perdidas a cortadura.

$\eta_s = \Delta f_s / f_s$, factor de pérdida de la muestra intercalada.

$A = (f_s / f_n)^2 (2 + DT) (B / 2)$.

$B = 1 / [6 (1 + T)^2]$.

$D = \rho_1 / \rho$, relación de densidades, donde ρ_1 = densidad del material amortiguador (kg/m^3) y ρ = densidad de la viga base (kg/m^3).

f_n = frecuencia de resonancia para n modo de la viga base (Hz).

f_s = frecuencia de resonancia para el modo s de la viga compuesta (Hz).

Δf_s = ancho de banda de media potencia de modo s de la viga compuesta (Hz).

$T = H_1 / H$ relación de espesores, donde H espesor de la base de la viga (m) y H_1 espesor del material de amortiguamiento (m).

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La señal de salida se procesa mediante una serie funciones de Matlab. El siguiente gráfico muestra las señales de respuesta en frecuencia para el segundo modo de vibración de cada material. (Figure 3).

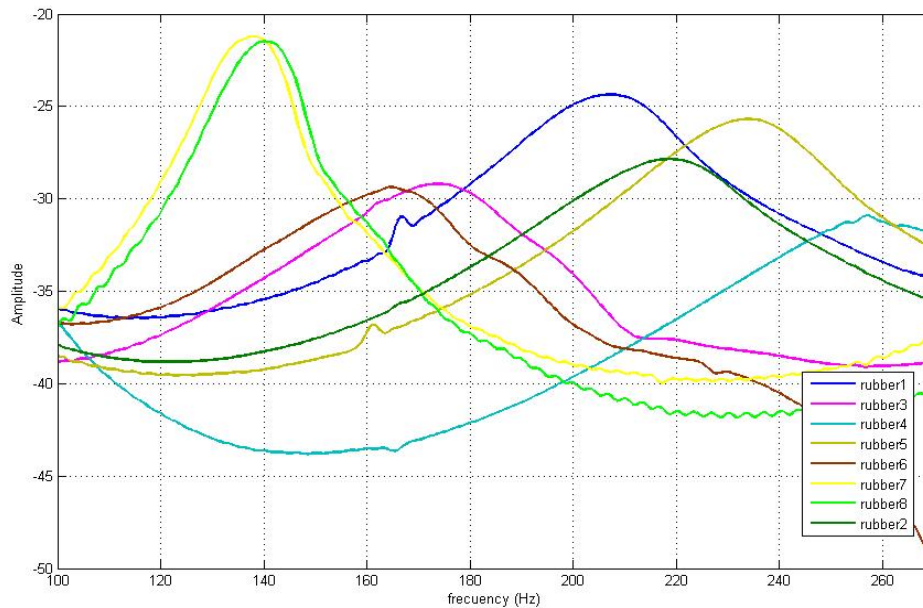


Figura 3. Funciones de respuesta en frecuencia para el Segundo modo de cada material.

La tabla 3 muestra el valor del factor de pérdidas para cada material.

Tabla 3. Factor de pérdidas para cada material.

Material	Densidad (kg/m³)	Espesor (mm)	2º Modo (Hz)	Factor de pérdidas
Mat 1	983.33	10	209	0.585
Mat 2	1049.38	9	221	0.574
Mat 3	1080.35	11	177.5	0.823
Mat 4	931.37	11	257.5	0.414
Mat 5	766.37	13	235	0.194
Mat 6	1007.59	12	166.5	0.409
Mat 7	1058.2	9	138.5	0.264
Mat 8	1017.11	10	141.5	0.232

Los resultados muestran que el factor de pérdidas es mayor cuando se utiliza un grano más fino en el material. En general el incremento se produce en ambos tipos de muestras tanto para grano fino como para grano más grueso. Los resultados son coherentes con las propiedades mecánicas obtenidas con los productos sinterizados de GTR, donde los tamaños más finos de grano tienen las mejores propiedades elastoméricas, incrementando la resistencia a la tracción y bajando el modulo de Young [9]. Un material más elastomérico tiene unos mecanismos internos de absorción de energía que justifican su comportamiento no elástico.

El incremento en el factor de pérdidas con el porcentaje de fibras muestra que se produce una interacción entre las fibras y el GTR, este fenómeno se produce para ambos tamaños de grano. Por otro lado el incremento en el factor de pérdidas causado por la adición de fibras es mayor que el obtenido con otros productos sin "Fluff" añadido. La presencia de las fibras suponen un incremento del mecanismo interno de absorción de energía, la fibra actúa como un área de disipación de energía mediante un efecto de interfase, de esta forma las áreas de elastómero próximas a las áreas de fibras disipan mayor cantidad de energía que aquellas que no lo están. La causa puede ser la presencia de una interfase entre dos materiales de diferente rigidez, donde se producen tensiones cortantes que dan lugar durante el movimiento vibratorio a mecanismos más eficaces de absorción de energía.

5. CONCLUSIÓN

Los valores obtenidos para el factor de pérdidas muestran que el material obtenido con el sinterizado del GTR y fibra se puede utilizar en aplicaciones donde se precise una reducción del nivel vibraciones. El trabajo continúa y se están desarrollando nuevas muestras con espesor constante y más altos porcentajes de fibras, o con masa constante.

6. REFERENCES

- [1] Ferrer G., The economics of tire remanufacturing, Resources, Conservation and Recycling 19 (1997) 221-225
- [2] Adhikari B., De D., Maiti S., Reclamation and recycling of waste rubber, Prog. Polym. Sci (2000) 909-948
- [3] Fang Y., Maosensheng Z., Wang Y., The status of recycling of waste rubber, Materials and Design, Elsevier (2001) 123-127
- [4] Sunthonpagasit N., Duffey M.R., Scrap tires to crumb rubber: feasibility analysis for processing facilities, Resources, Conservation and recycling 40 (2004) 281-299
- [5] Hyun J., Sung C., Yong S., Woo K., Status of recycling end-of-life vehicles and efforts to reduce automobile shredder residues in Korea, J. Materials Cycles Waste Management, (2007) 159-166.
- [6] Nadal A., Ferrer C., Monzó M., López J., Étude des mécanismes de recyclage des caoutchoucs provenant des déchets de pneus, Ann. Chim.Sci.Mat. 33 (2008) 179-188
- [7] Parres F., Crespo-Amoros J.E., Nadal-Gisbert A. C., Characterization of fibers obtained from Shredded Tires, Journal of Applied Polymer Science 113 (2009) 2136-2142
- [8] ASTM E-756-05: Standard Test Method for Measuring Vibration-Damping Properties of Materials
- [9] A. Nadal Gisbert. Investigación del reciclado de neumáticos a requisistos elastoméricos por técnicas de termocompresión. Ph Dr. Tesis (2004)