

ABSORCION ACUSTICA DE ESPUMAS DE POLIOLEFINA DE CELDA ABIERTA Y CERRADA

PACS: 43.55.Ev

Álvarez-Laínez, Mónica²; Rodríguez-Pérez, Miguel A.¹; Antolín, Gregorio²; Gonzalez, Julio³; de Saja, José A.¹

¹ Departamento de Física de la Materia Condensada, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid

Prado de la Magdalena, s/n, 47011. Valladolid, España.

Tel.: 34 983 184 035. Fax: 34 983 423 192. E-mail: marrod@fmc.uva.es

² Centro de Automatización, Robótica y Tecnologías de la Información y la Fabricación (CARTIF)

Parque Tecnológico de Boecillo. Valladolid, España

Tel.: 34 983 546 504. Fax: 34 983 546 521

³ Departamento de Física Teórica, Atómica y Óptica, Facultad de Ciencias, Universidad de Valladolid. Prado de la Magdalena, s/n, 47011 Valladolid, España

Tel.: 34 983 543 147

ABSTRACT

Opened-cell polymeric foams have been recognized as acoustic materials, especially for its capacity to absorb the acoustic energy. In this communication, the sound absorption coefficient for opened-cell polyolefin-based foams produced from blends of co-ethylene-vinylacetate (EVA) and low density polyethylene (LDPE) and closed cell foams made from 100% PE and 100% EVA have been studied and compared. It has been shown that open cell foams exhibit good acoustic performance over a broad range of frequency and have other advantages like resilience and cushioning behaviour.

RESUMEN

Las espumas poliméricas son materiales que han sobresalido por presentar una amplia gama de propiedades, siendo materiales capaces de absorber energía, ya sea térmica (como aislantes térmicos), mecánica (como amortiguadores de impacto o fuerzas) o acústica (absorbentes acústicos).

Espumas poliméricas de celda abierta que usualmente son utilizadas como absorbentes acústicos son las fabricadas de Poliuretano (PU) y Melamina formaldehído [1]. A las espumas de poliolefina las identifica que tienen en común el etileno como monómero base y son generalmente producidas de celda cerrada. Además, la matriz poliolefínica permite que la espuma tenga algunas características muy interesantes como por ejemplo una excelente resistencia química, ser impermeable al agua y tener características termoplásticas entre otras. La estructura de la celda cerrada hace que estos materiales presenten unas buenas propiedades mecánicas, debido al aire que se encuentra retenido en su estructura y poseen también una baja conductividad térmica. Sin embargo, estos materiales no presentan un buen comportamiento acústico y no exhiben una buena recuperación después de un ensayo compresivo.

En este trabajo se ha estudiado la absorción acústica de espumas de poliolefina de celda abierta. Estos materiales poco usuales, ya que solo unas pocas empresas han empezado a producirlas, pretenden ser una alternativa a los poliuretanos en aplicaciones que requieran absorción acústica y/o elevada resiliencia y que aprovechen las propiedades de la matriz poliolefínica, en muchos aspectos ventajosa respecto al poliuretano. Los resultados encontrados y comparados a su vez con las espumas de poliolefina de celda cerrada, son

prometedores pues muestran una buena capacidad de absorción acústica en este tipo de espumas.

MATERIALES Y TECNICAS EMPLEADAS

Las espumas estudiadas fueron fabricadas por la técnica de moldeo por compresión, usando como agente espumante la azodicarbonamida. Presentan diferentes tamaños de celda, densidad y composición química. En la Tabla 1 se presentan las principales características de las espumas estudiadas. Se dispone de celda abierta y celda cerrada basadas en polietileno, EVA y el copolímero ESI, con un rango de densidades entre 21 y 64 Kg/m³, un rango de porosidades entre 0,93 y 0.99, tamaños de celda entre 3 mm y 210 μm y una fracción de porosidad abierta que van desde 6 hasta 99%.

- La temperatura de fusión (T_f) y la cristalinidad (X_c), fueron obtenidas mediante la técnica de calorimetría diferencial de barrido (DSC) [2]
- Para obtener el tamaño medio de celda (ϕ), se realizaron microfotografías con un microscopio electrónico de barrido (SEM) y se aplicó el método de Sims [3].
- La densidad de la espuma (ρ_f) fue obtenida haciendo el cociente entre la masa y el volumen de probetas cilíndricas.
- Para obtener la porosidad se evaluó la siguiente ecuación:

$$\Omega = 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}$$

En donde, ρ_f es la densidad de la espuma y ρ_s es la densidad del polímero sólido del cual se fabrica.

- El término f, hace referencia a la fracción de celdas abiertas contenida en cada espuma y fue medido utilizando un picnómetro de aire, bajo la norma ASTM D 2856-94.
- Para obtener el coeficiente de absorción acústica (SAC), se ha utilizado un tubo de impedancias por el método de la función de transferencia, para un intervalo de medida entre 500 y 6400 Hz y muestras de 3 cm de diámetro y 1 cm de espesor.

Todas las espumas presentan un punto de fusión entre 80-100 °C, siendo la cristalinidad del polímero base, función de la composición química. Así, las espumas basadas en PE son las más cristalinas (alrededor del 40%), en las que existe contenido de EVA la cristalinidad es inferior (varía entre un 36 y un 20%) y las más amorfa es la basada en ESI, con una fracción cristalina de tan solo un 8%.

Tabla 1. Principales características de las espumas estudiadas

Espuma	Tipo de Celda	Composición química	T_f (°C)	X_c (%)	ρ_f (kg/m ³)	ϕ (μm)	Ω	f
CA64	Celda Abierta	88%LDPE +12%EVA	108.03 82.93	35.89	64.9	3016.6	0.93	0.99
CA38	Celda Abierta	75%LDPE +25%EVA	109.79 81.52	19.77	33.7	1006.8	0.96	0.97
CA26	Celda Abierta	79%LDPE +21%EVA	109.94 82.64	22.00	25.1	630.1	0.97	0.98
CA54	Celda Abierta	ESI	105.63	8.34	54.0	742.9	0.97	0.99
CA33	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	109.77 82	16.26	33.2	1390.2	0.96	0.99
CA29	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	108.46 82	14.16	28.5	1053	0.97	0.98
CA30	Celda Abierta	100% LDPE	109.23	17.10	30.1	1856.4	0.97	0.99

CA49	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	108.92 82	17.55	48.7	1011.5	0.95	0.98
CA44	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	110 82.27	19.52	43.6	969.5	0.95	0.99
CA23	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	106.75 82	18.9	23.1	3293.7	0.93	0.97
CAMA19	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	110.67	34.35	18.9	303.9	0.98	0.99
CAMC21	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	110.63	35.57	21.3	347	0.98	0.99
CAMD21	Celda Abierta	%LDPE +%EVA	110.62	36.74	21.1	370.4	0.98	0.99
CCP15	Celda Cerrada	100% LDPE	108.88	39.02	59.51	162.0	0.93	0.06
CCP20	Celda Cerrada	100% LDPE	108.77	41.52	36.9	213.1	0.96	0.09
CCP30	Celda Cerrada	100% LDPE	108.77	41.52	25.4	255.2	0.97	0.12
CCO20	Celda Cerrada	100% EVA	86.61	22.70	43.5	214.3	0.95	
CCO30	Celda Cerrada	100% EVA	88.23	22.75	28.7	246.6	0.97	

La Figura 1, muestra micrografías SEM de una espuma de poliolefina de celda abierta, una de celda cerrada y una espuma de poliuretano. En estas imágenes se observa que las primeras presentan tanto paredes como aristas. En este sentido las espumas de celda abierta basadas en polietileno, difieren considerablemente de las de poliuretano, ya que estas últimas no presentan pared celular, estando constituidas únicamente por una arquitectura basada en aristas.

La diferencia celda cerrada-celda abierta se basa en este caso en la presencia de orificios en cada una de las paredes de las espumas de celda abierta, ya que presentan una fracción de poros abiertos (f) del 99%, siendo este valor de un 10%, para las espumas de celda cerrada.

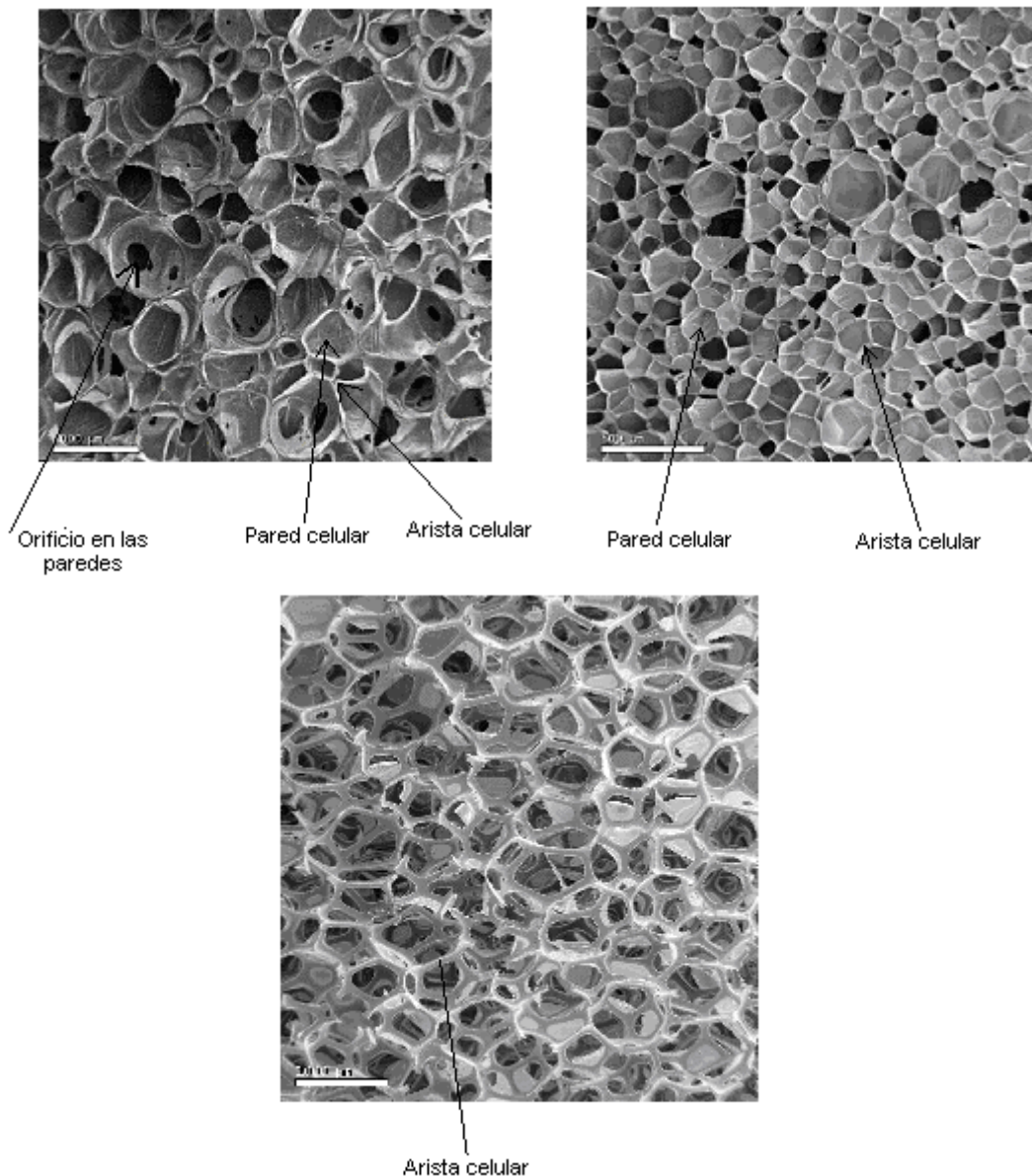


Figura 1. Micrografías SEM de espumas de Poliolefina de Celda abierta (superior izquierda), celda cerrada (superior derecha) y espuma de poliuretano de celda abierta (inferior).

RESULTADOS

Para las espumas de celda abierta se ha encontrado un buen coeficiente de absorción para un amplio intervalo de frecuencias, como se observa en la Figura 2

Para las espumas de celda cerrada, se ha encontrado por el contrario que son capaces de absorber con cierta intensidad (Figura 3), para un intervalo mas estrecho de frecuencias, en torno a los 4000 Hz.

Todas las espumas de celda abierta mostraron un comportamiento similar, no observándose una tendencia con el tamaño de celda, porosidad y composición química (Figura 4).

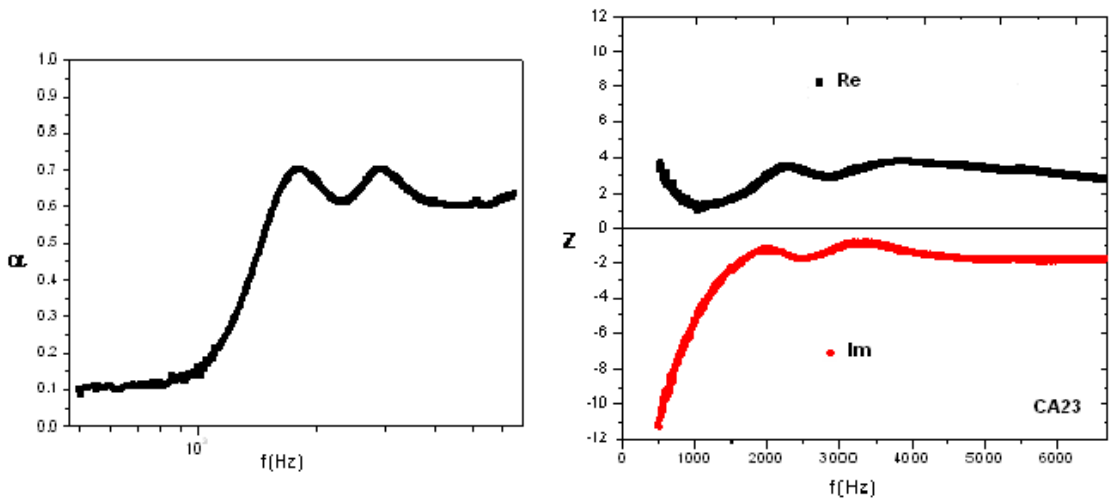


Figura 2. Coeficiente de absorción e Impedancia para una espuma de Celda abierta

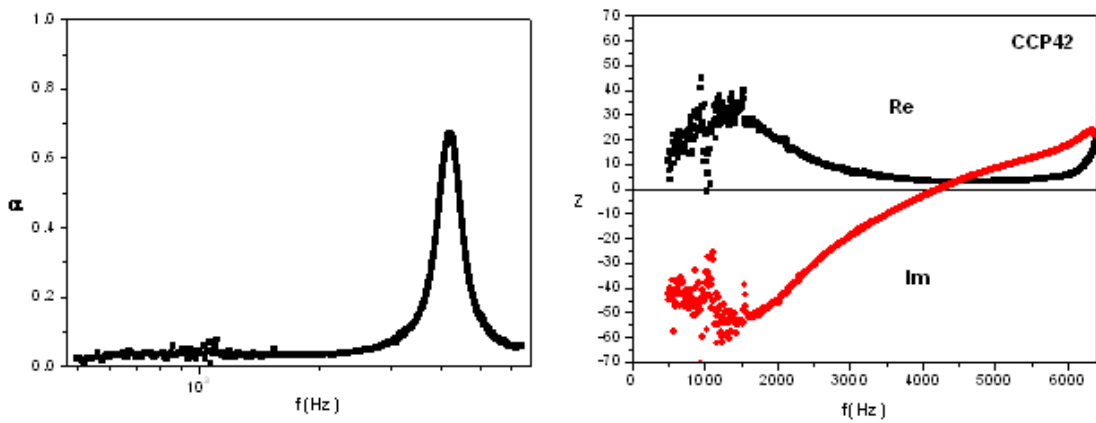


Figura 3. . Coeficiente de absorción e Impedancia para una espuma de Celda abierta

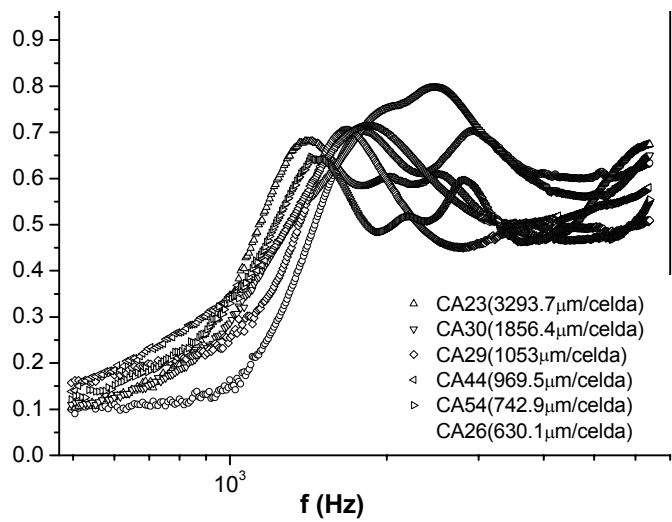


Figura 4. Coeficiente de absorción en función de la frecuencia para espuma de Celda abierta de diferente tamaño de celda

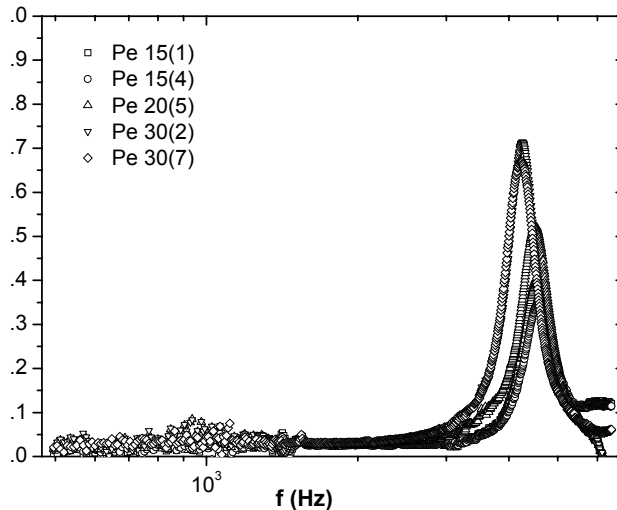


Figura 5. Coeficiente de absorción para las espumas de poliolefina de celda cerrada en función del grado de expansión.

En la figura 5, se observa como cambia el coeficiente de absorción según el grado de expansión de la espuma, para el caso de las espumas de celda cerrada, la espuma que mas absorbe es la más expandida, que además, presenta el pico de absorción desplazado a bajas frecuencias. Este hecho podría deberse a que se tendría mayor cantidad de aire disuelto en el interior de la espuma y por lo tanto habrá mas formación de una estructura que contribuya a la absorción de la energía acústica

CONCLUSIONES

Se han estudiado las espumas con base polietileno de celda abierta, mostrando que presentan una buena absorción acústica. Se ha podido observar el efecto que tiene el tipo de celda dentro de la absorción acústica y que como se esperaba se presenta una mayor absorción para las espumas de celda abierta. Se ha encontrado además, que tamaño de celda y porosidad no determinan, por separado, los valores del coeficiente de absorción en el rango de valores medidos.

Para las espumas de celda cerrada, se ha encontrado una tendencia inversamente proporcional entre el valor del coeficiente de absorción y el grado de expansión de la espuma.

REFERENCIAS

1. Subramonian, S, Remy, L and Schroer, D. Acoustic and forming of novle polyolefin foams. The Dow Chemical Company. Cellular Polymer, 2004, 23(6),,349-367.
2. Martinez-Diez J, Arcos y Rábago L, Almanza O, Rodriguez-Pérez M A, De Saja JA. The thermal conductivity of a polyethylene foam block produced by a compression molding process. J. Cellular plastics 2001;37(1):21-42.
3. Sims G, Khunniteekol C. Cell size measurement of polymeric foams. Cellular Polymer 1994;13(2),137-146.