

## MICROPELETIZACIÓN DE PEAD PARA LA FABRICACIÓN DE PELÍCULAS POROSAS Y PIEZAS PLÁSTICAS

Vanessa Araujo Rivas<sup>1</sup>, Tim Osswald<sup>2\*</sup>, María Virginia Candal<sup>1</sup>

1: Grupo de Polímeros USB, Departamento de Mecánica, Universidad Simón Bolívar, Apartado 89000, Caracas 1080-A, Venezuela.

2 Polymer Engineering Center, Universidad de Wisconsin-Madison, Madison, WI 53706, Estados Unidos

\*e-mail: [tosswald@wisc.edu](mailto:tosswald@wisc.edu)

**RESUMEN**

El objetivo principal de este trabajo fue estudiar la influencia de la porosidad en la conductividad térmica de piezas sinterizadas a partir de micropellets de Polietileno de Alta Densidad (PEAD). Se usó la técnica de micropeletización descrita en la patente US 20130234357. Se realizó un montaje experimental para crear piezas sinterizadas a partir de micropellets modificando los parámetros de temperatura, tiempo y tamaño de partícula, a fin de modificar la porosidad. Se determinó la difusividad y la conductividad térmica de las piezas sinterizadas mediante la técnica de flash. Los micropellets presentaron un tamaño de partícula entre 250 y >500  $\mu\text{m}$ , los cuales permitieron realizar piezas con una porosidad entre 5-45%, con una morfología cerrada y tamaño de poro denominado macroporo. El aumento de la porosidad disminuyó la conductividad térmica. Se concluye que los micropellets de PEAD permiten crear piezas porosas; sin embargo, por el momento no pueden ser usadas en aplicaciones de filtraje ni aislante térmico.

*Palabras Claves:* Micropellets, conductividad térmica, porosidad.

## MICROPELLETIZATION OF HDPE TO MANUFACTURE POROUS FILMS AND PLASTIC PARTS

**ABSTRACT**

The main objective of this work was to study the influence of porosity in the thermal conductivity of sintered parts from micropellets of High Density Polyethylene (HDPE). Micropellets were produced using the technique described in US Patent 20130234357. An experimental setup was performed to create sintered parts from micropellets changing parameters such as temperature, time and particle size, in order to change the porosity. The thermal diffusivity and conductivity of the sintered parts was measured by flash technique. The micropellets had a particle size between 250 and >500  $\mu\text{m}$  permitting recorded parts with a porosity between 5-45%, with a closed morphology and pore size called macropore. The increased porosity decreased thermal conductivity. The HDPE micropellets allow to create porous parts; however, at present they cannot be used in applications filtering or thermal insulation.

*Keywords:* Micropellets, thermal conductivity, porosity.

**1. INTRODUCCIÓN**

Recientemente se ha estado investigando un nuevo proceso de fabricación de micropellets basado en el principio físico de las perturbaciones de Rayleigh [1]. Esta técnica de micropeletización consiste en estirar una hebra de polímero con una corriente de aire caliente, para producir inestabilidades de flujo causando la ruptura en pequeñas gotas llamadas micropellets. Su uso es parte de esta investigación, dado que mediante el estudio de su sinterización o fusión se pueden obtener películas, láminas y piezas porosas a fin de implementarlas en aplicaciones de filtraje y aislante térmico.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

Se empleó el PEAD comercial grado inyección, SCLAIR® 2906 Resin (MFI= 2.8 g/10 min,  $\rho= 0,958 \text{ g/cm}^3$ ) para la producción de los micropellets. Se produjeron estableciendo un flujo de aire elevado de 100 L/min, y se separaron en diferentes tamaños de partículas.

Se analizó la influencia de la temperatura, tiempo de sinterizado y tamaño de partícula en la porosidad de las piezas. El rango estudiado fue:  $T_{\text{sinterizado}}= 175\text{-}200^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{sinterizado}}= 9\text{-}15 \text{ min}$ ; tamaño de partícula:  $>500\mu\text{m}$ ,  $355\text{-}500\mu\text{m}$ ,  $250\text{-}355\mu\text{m}$ . Se utilizó la LFA 447 Nanoflash® para medir la difusividad térmica, usando la norma ASTM E-1461 [2], a fin de obtener la conductividad térmica.

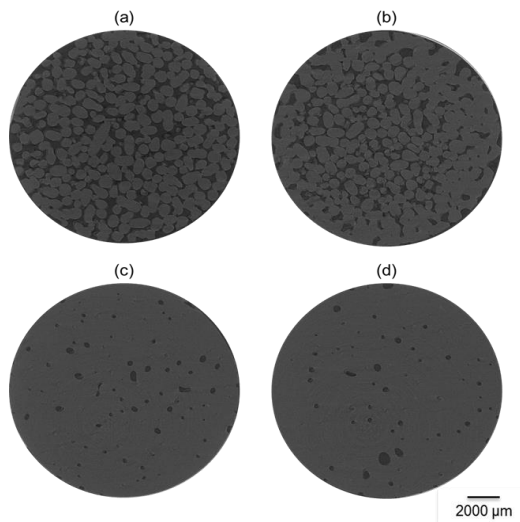
## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La porosidad depende de diversos factores, entre ellos el tamaño de partícula. Independientemente, de la temperatura de procesamiento a medida que disminuye el tamaño de partícula, decrece la porosidad. Dicha disminución a un mismo tiempo de sinterizado tiene una variación en la porosidad muy pequeña pero, existente.

Este comportamiento se atribuye a que las partículas de menor tamaño tienen pequeña área de contacto entre ellas, pudiéndose organizar mejor en la estructura permitiendo dejar menos espacios libres, dígame porosidad y así, lograr una mayor densidad. El tiempo de sinterizado también influye en la porosidad, el material polimérico sometido a una temperatura constante, donde al aumentar el tiempo tiene mayor posibilidad de coalescencia, se da mayor tiempo a las burbujas para difundirse, disminuyendo así, la porosidad [2].

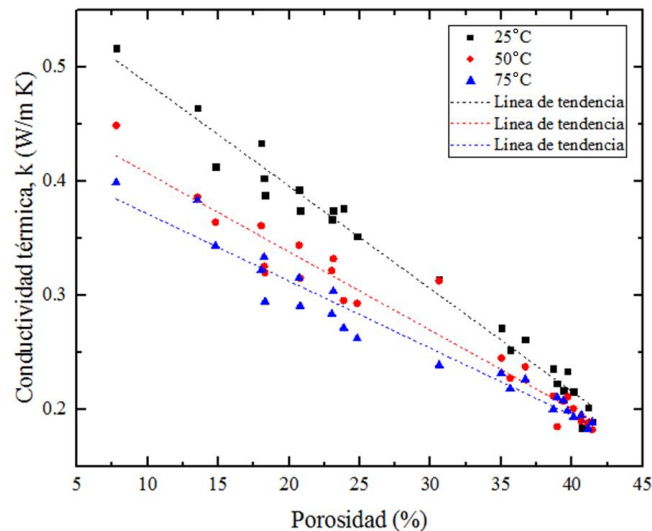
En la microtomografías de la figura 1, se puede observar el efecto de la temperatura en la porosidad para un mismo tamaño de partícula y tiempo de sintetizado. Es así como, al aumentar la temperatura hay menor cantidad de puntos oscuros que representan el aire atrapado en las piezas sinterizadas, lo cual se traduce en porosidad. Por lo tanto, se aprecia como para las temperaturas (a) y (b), el comportamiento de la porosidad se ve similar, lo mismo ocurre para (c) y (d) de la figura 1.

Sin embargo, al compararlos por separado hay una transición significativa de (b) a (c), donde la porosidad baja drásticamente de 35 a 15%. Esto se puede atribuir a que en las temperaturas correspondientes (a) y (b) el proceso de sinterizado aún no ha finalizado por completo; las partículas ya están adheridas unas a otras, debido al cuello que se forman en las primeras etapas, en cambio en (c) y (d) ya el sinterizado se dio por completo.



**Figura 1.** Microtomografías de las piezas sinterizadas con un tamaño de partícula de  $355\text{-}500 \text{ [}\mu\text{m]}$  y tiempo de sinterizado de 720 segundos. (a)  $180^\circ\text{C}$ , (b)  $185^\circ\text{C}$ , (c)  $190^\circ\text{C}$ , (d)  $195^\circ\text{C}$ .

La porosidad influye notablemente en la conductividad térmica, disminuyendo la misma como se observa en la Figura 2; esto se atribuye al fenómeno de dispersión de fonones. Los átomos en estado sólido están vibrando constantemente a altas frecuencias y amplitudes relativamente pequeñas; estas vibraciones no son independiente una de otras, sino que, las de los átomos adyacentes están acoplados en virtud del enlace químico. Por lo tanto, estas vibraciones están coordinadas, de tal manera que, se producen ondas vibracionales, que se propagan a través del polímero [3,4].



**Figura 2.** Variación de la conductividad térmica en función de la porosidad para 25, 50, y 75°C.

#### 4. CONCLUSIONES

Se encontró que la porosidad se ve influenciada por la temperatura y/o tiempo de sinterizado, disminuyendo la misma, también influye el tamaño de partícula.

La porosidad presentada en las piezas sinterizadas fue cerrada; por lo tanto, no pueden ser implementadas para aplicaciones de filtraje.

Tampoco pueden ser utilizadas para aplicaciones de aislante térmico ya que, presentó una conductividad térmica mínima de 0,16 [W/ m K].

#### 5. REFERENCIAS

- [1]. Osswald T, Aquite W, Patente 20130234357, Polymer pelletization via melt fracture, 2013.
- [2]. Norma ASTM Standard E1461, 2013, Standard Test Method for Thermal Diffusivity by the Flash Method, USA: American Society for Testing and Materials.
- [3]. Kontopoulou M. J Polym Eng and Science, 2001, 41 (2):155-169.
- [4]. Lima, WM. J Phys, 2005, 17:1239-1249.