

Polietileno obtenido a partir de Hexeno polimerizado por plasma

Morales M.P.^{1,2}, Gómez L.M.^{1,2}, Olayo M.G.^{1*}, Cruz G.J.¹, Palacios J.C.^{3,4}, Morales J.⁵

¹Departamento de Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Apdo. Postal 18-1027, D.F., CP 11801, México.

²Instituto Tecnológico de Toluca, Av. Tecnológico s/n, Ex-Rancho La Virgen Metepec, Mex., C.P. 52140, México.

³Universidad Politécnica del Valle de Toluca, Loma Real s/n, La Loma, Zinacantepec, Mex., CP 51355, México.

⁴Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana, Apdo. Postal 55-534, D.F., CP 09340, México.

*gog@nuclear.inin.mx

1. Resumen

Se presenta el estudio de la síntesis por plasma de polihexeno (PHe) como alternativa para obtener películas delgadas de polietileno (PE). El PHe se sintetizó partiendo de 1-Hexeno en un reactor tubular de vidrio a 13.5 MHz, 10^{-1} mbar y potencia entre 40 y 120 W durante 180 min. Los resultados muestran una estructura basada en los enlaces C-C y C-H típicos del PE. Sin embargo, se encontraron también enlaces C=C, C=O y O-H que pueden ser originados en la oxidación del polímero. El PHe presenta inicio de degradación térmica similar a la del PE tradicional, en aproximadamente 300 C. A $T > 500$ C, el PHe conserva una mayor masa que el PE. Estos resultados sugieren que el PHe es similar al PE en estructura, y que la polimerización del 1-hexeno es una alternativa para obtener variedades oxidadas de PE.

2. Introducción

El enorme número de aplicaciones del PE se basan en su estructura sencilla que le proporciona gran pasividad química, baja conductividad eléctrica y un comportamiento preponderantemente hidrofóbico. PE es utilizado como aislante eléctrico y en años recientes, sus aplicaciones biomédicas han tenido un gran incremento debido a su pasividad bioquímica. Estas características dificultan su degradación, y sus posibilidades de combinarse con otros materiales de propiedades fisicoquímicas muy diferentes como los metales.

El PE es generalmente producido por la polimerización de etileno en fase gaseosa [1]. Las primeras técnicas incluían presiones mayores de 100 MPa y temperaturas superiores a los 300 C. Actualmente, los polietilenos comerciales son obtenidos mediante los procesos Ziegler-Natta y Phillips a presión atmosférica [2]. Sin embargo, los productos finales de estos procesos contienen

residuos de catalizadores que para algunas aplicaciones biomédicas pueden ser considerados nocivos [3].

Para obtener un polietileno más puro han sido consideradas otras formas de polimerización. El uso de polimerización por plasma ha dado origen a materiales con menor cantidad de impurezas, hidrofobicidad, conductividad eléctrica y entrecruzamiento controlado. Esta técnica se ha usado para la modificación superficial de sólidos, en materiales para dispositivos microelectrónicos y ópticos [4], así como para el mejoramiento de propiedades eléctricas con fines de implantes para crecimiento celular [5].

3. Experimentación

El PE fue sintetizado en un reactor tubular de vidrio con un volumen aproximado de 1300 cm³. El tubo de vidrio tiene una longitud de 26 cm y diámetro de 9 cm con de bridas de acero inoxidable con tres puertos de acceso cada uno de sus extremos. El monómero es introducido por uno de esos puertos, en los otros puertos se encuentran un sensor de presión de tipo Pirani y una bomba de vacío, a la cual fue adaptada una trampa de gases con alimentación de nitrógeno líquido. En los accesos centrales se colocaron electrodos de acero inoxidable de 7 cm de diámetro con separación de 6 cm entre ellos.

Los electrodos fueron conectados a un generador de radio frecuencia RFX-600 Advanced Energy, para formar plasmas con descargas de resplandor a 13.5 MHz, potencia de 40 a 120 W y presión de 10⁻¹ mbar. El monómero alimentado fue 1-Hexeno (Aldrich, 99%) a temperatura aproximada de 20 C. El tiempo de polimerización fue de 180 min. Se obtuvieron películas con un promedio de espesor de 14 µm.

3. Resultados

3.1 Espectroscopia infrarroja

El análisis de la estructura molecular fue realizado con un espectrofotómetro infrarrojo Perkin Elmer Spectrum 2000 GX FT-IR System utilizando 32 barridos. La Fig. 1 presenta los espectros IR de PHe a potencias de 20 a 120 W. En forma global, el PHe presenta los grupos principales de PE en 2927, 2862, 1464 y 1365 cm⁻¹ propia de los enlaces C-H típicos de la estructura del PE.

También se encontraron absorciones en 1711 y aproximadamente 1630 cm^{-1} , correspondiente a enlaces C=C y C=O. La aparición de estas absorciones insaturadas, que no se observan en PE por ser fundamentalmente un alcano, podría relacionarse con el pico en 725 cm^{-1} de PE, que no se observa en PHe por tener algunos enlaces de alquenos.

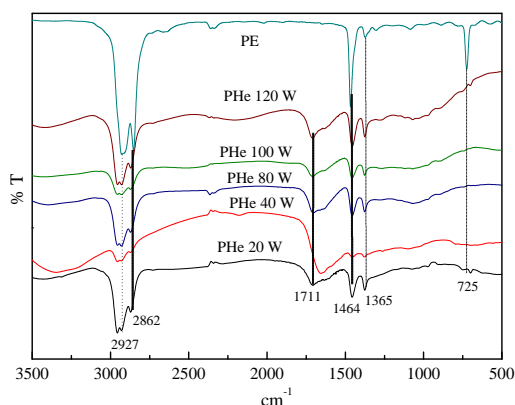
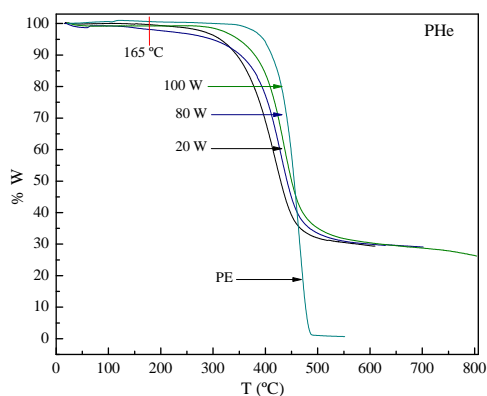


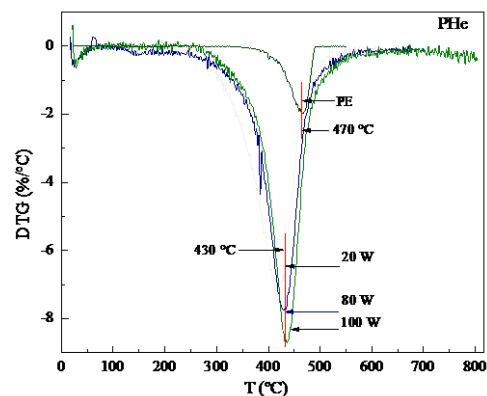
Fig. 1 Análisis IR del polihexeno.

3.2 Análisis termogravimétrico

Los análisis termogravimétricos se realizaron en un equipo DuPont 2000 Thermal Analysis para evaluar la descomposición térmica del material. En la Fig. 2 se muestran los termogramas del PHe a potencias de 20, 80, y 100 W. El polímero presenta estabilidad térmica moderada hasta 300 C. A temperaturas superiores se observa la principal degradación del material que termina en aproximadamente 500 C, con una pérdida del 71% en masa. Esto se observa con mayor claridad en los picos de la Fig. 2 (b).



(a) Descomposición térmica.



(b) Derivada de la descomposición térmica.

Fig. 2 Descomposición térmica de PHe

Conclusiones

Se estudiaron las condiciones de síntesis por plasma para obtener polietileno a partir de 1-hexeno para su posible aplicación como material en implantes. Los resultados indican que los principales grupos funcionales C-C y C-H del polietileno están presentes en el polihexeno, lo que sugiere una estructura similar al PE, sin embargo se encontraron también enlaces como C=C y C=O que muestran una posible oxidación del polímero. El análisis infrarrojo muestra mayor semejanza al PE en los PHe sintetizados a 120, 100, 80, y 20 W. Para todas las potencias se puede apreciar estabilidad del polímero a altas temperaturas. La predisposición a la degradación es similar a la del PE, en los mismos intervalos de temperatura.

Referencias

- 1- W. Billmeyer, Ciencia de los polímeros, Reverté, España, 1992.
- 2- W. Smith, Fundamentos de la ciencia en ingeniería de materiales, Mc Graw Hill. España. 1992.
- 3- K. Bichinho, P. Pires, C. Stedile, J. Dos Santos, R. Wolf, Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 60, 599-604, 2005.
- 4- R. Olayo, C. Rios, G. Ceballos, G.J. Cruz., J. Morales, M.G. Olayo, M. Zubeldia, A.L. Álvarez, R. Mondragón, A. Morales, A. Ruiz, Journal of Materials Science: Materials in Medicine, 19(2), 817-826, 2008.
- 5.- H. Biderman, D. Slavinska, Surface and Coating Technology , 125, 371-376, 2000.