
ESTUDIO DEL EFECTO DE LA RADIACIÓN ULTRASÓNICA SOBRE POLIOLEFINAS EN SOLUCIÓN

*J. Guillermo Martínez-Colunga, Carlos Ávila-Orta, Odilia Pérez-Camacho, J. Alberto Rodríguez-González

*e-MAIL: gmartine@polimex.ciqa.mx

CIQA, Centro de Investigación en Química Aplicada, Blvd. Enrique Reyna Hermosillo No. 140, Saltillo,
Coah., México, 25100.

Resumen

El efecto de la radiación ultrasónica sobre el polietileno y polipropileno en solución fue estudiado, aplicando diferentes dosis de radiación (50- 150 watts) a diferentes tiempos de exposición (10- 20 min.), observando que a baja energía y tiempo corto de exposición el cambio en peso molecular y propiedades mecánicas era menor que a mayor dosis y mayor tiempo de exposición. También se observaron cambios en la temperatura de cristalización y en sus propiedades térmicas como resultado de la acción de la radiación ultrasónica sobre el polímero.

Introducción

En los últimos años ha surgido un gran interés por el ultrasonido como otra alternativa para la generación de radicales libres en polímeros. En este sentido se han reportando estudios sobre el efecto de las ondas ultrasónicas en la degradación de polímeros. El nivel y el tiempo de incidencia del ultrasonido sobre los polímeros jugarán un papel importante en la formación e incremento de radicales libres, la cual estará íntimamente ligada al grado de degradación por ruptura de cadena y/o entrecruzamiento de cadenas alcanzado por consiguiente un efecto directo en el desempeño y las propiedades del polímero. Por otro lado, el medio y tipo de mezclado utilizados también tienen efecto durante el mezclado reactivo en presencia de ultrasonido. Los efectos químicos en los polímeros por la acción de las ondas ultrasónicas están comúnmente relacionados con los fenómenos de cavitación acústica, esto es la formación de espacios de vacíos dentro de un fluido, formando torbellinos que en ciertos puntos hacen que la presión estática sea inferior a la tensión de

vapor y se formen, crezcan y colapsen implosivamente burbujas en el fluido^{1,2}. Las extremadamente altas temperaturas ($>5000\text{ }^{\circ}\text{K}$), presiones ($>20\text{ MPa}$) y velocidades de enfriamiento ($>10^7\text{ }^{\circ}\text{K/s}$) alcanzadas durante el colapso cavitacional son suficientes para romper enlaces químicos^{3,4}. El ultrasonido debido a sus características es una técnica con grandes expectativas en la modificación y en el desarrollo de mezclas de polímeros descartando la utilización de un agente de compatibilización al inducir una reacción *in situ* entre los polímeros presentes. En el CIQA se esta llevando acabo trabajos sobre el efecto de la radiación ultrasónica en solución en la compatibilización *in situ* de LDPE y PP por tal razón se realizo el presente estudio sobre el efecto de la radiación ultrasónica sobre polietileno y polipropileno.

Parte Experimental

Las resinas de poliolefinas que se utilizaron en este estudio fueron: Polietileno de Baja Densidad (LDPE) de $M_w=195,000$ de Aldrich, Polipropileno (PP) de $M_w=250,000$ de Aldrich, xileno y acetona de JT Baker. El diseño de experimentos que se utilizo en este estudio fue el que se muestra en la Tabla 1 tanto para el LDPE como para el PP, exponiendo a estos polímeros a radiación sónica de 20%, 40% y 60% equivalente a 50, 100 y 150 watts de potencia durante 10, 15 y 20 min. Las soluciones fueron de 1 gramo de polímero en 60 ml de xileno. Un homogenizador ultrasónico de marca Branson de 250 watts de máxima energía y un dispositivo del mismo equipo donde se colocaba el polímero en solución de xileno a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ fue donde se irradiaron lo polímeros. La caracterización de los polímeros se llevo a cabo mediante un GPC Waters de alta temperatura para determinar M_w y un DSC de AT Instruments con una velocidad de calentamiento y enfriamiento de 5°C/min . para determinar el comportamiento de sus propiedades térmicas.

Resultados y Discusión

El peso molecular obtenido para el LDPE y PP se muestra en la Figura 2, donde se puede observar como el M_w del polietileno disminuye significativamente por la acción de la radiación sónica y el tiempo de exposición a la radiación ultrasónica, donde la energia del

60% (150 watts) es la presente un mayor efecto sobre el Mw. Para el caso del polipropileno el efecto de la radiación no es tan significativo para el 20% (50 watts) y 40 % (100 watts) de energía y tiempos de 10 y 15 minutos, ya que la disminución no llega más allá del 15 % del Mw, pero a tiempos mayores de irradiación (20 min) a estas energías se observa una menor disminución y para el caso de los 100watts un Mw mayor que el inicial, indicando con esto la presencia de entrecruzamiento. En la Figura 3 se muestran los resultados de las polidispersidades de los pesos moleculares de los polímeros irradiados, se puede observar que en ambos polímeros la polidispersidad de los pesos moleculares disminuye significativamente desde la más baja energía (50 watts) y tiempo de irradiación más corto (10 min) mostrando con esto que una mayor homogenización en los tamaños de cadena de los polímeros. La Figura 4 muestra el comportamiento de la temperatura de cristalización para el polipropileno, observando como esta temperatura se incrementa en función de tiempo de exposición y la energía aplicada. Este comportamiento indica posiblemente se está llevando a cabo un proceso de nucleación debido a los cambios estructurales provocados por la incidencia de la radiación ultrasónica. Para el caso del polietileno no se observaron cambios significativos en la temperatura de cristalización.

Conclusiones

- La radiación ultrasónica provoca una alta disminución en el tamaño de las cadenas del LDPE lo cual es menos significativo para el caso del polipropileno
- La radiación ultrasónica ocasiona una mayor homogeneidad del tamaño de las cadenas al disminuir la polidispersidad en ambos polímeros.
- El comportamiento térmico sobre todo en la Tc puede ser incrementada por medio de la radiación ultrasónica.

Referencias Bibliográficas

- 1.-W. Feng, A.I. Isayev, Polymer, Vol. 45, pp 1207-1216, 2004
- 2.- Y. Chen, H. Li, Polym. Eng. Sci., Vol. 44, pp 1509-1513, 2004.
- 3.- Y. Chen, H. Li, J. Appl. Polym. Sci. , Vol. 97, pp 1553-1560, 2005
- 4.- R.V. Kumar, Y. Koltypin, O. Palchik, A. Gedanken, J. Appl. Polym. Sci. Vol. 96, pp 160-165, 2002.

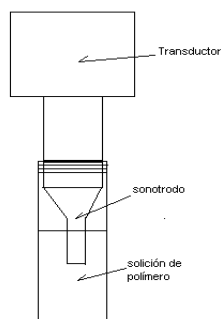


Figura 1 Dispositivo de ultrasonido.

EXP	SONICA	TIEMPO
0	0	0
1	20	10
2	40	15
3	60	20
4	20	20
5	40	10
6	60	15
7	20	15
8	40	20
9	60	10

Tabla 1 Diseño de experimentos

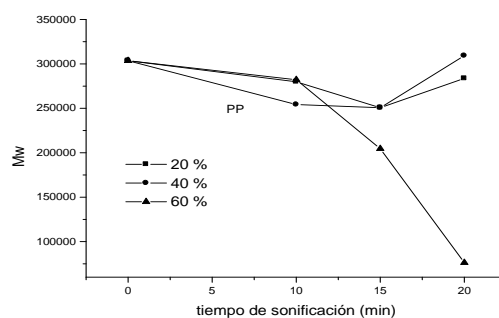
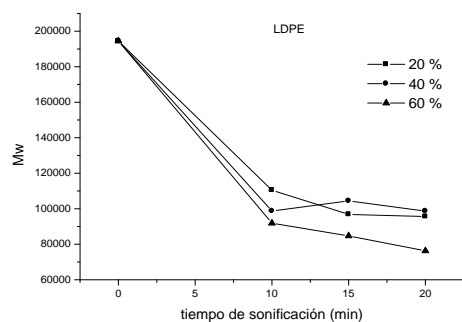


Figura 2 Pesos moleculares de poliolefinas expuestas a irradiación ultrasónica.

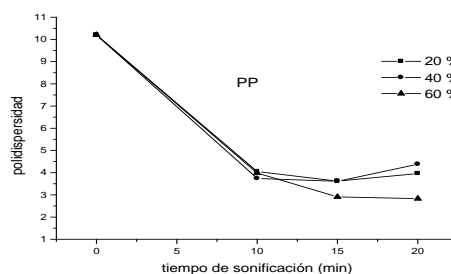
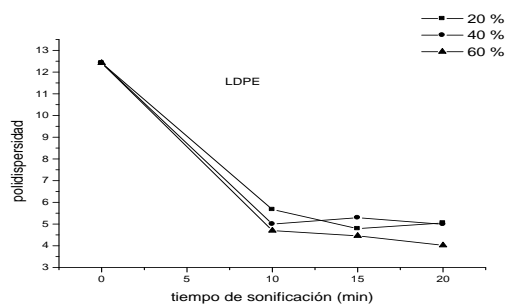


Figura 3 Polidispersidad de poliolefinas expuestas a irradiación ultrasónica.

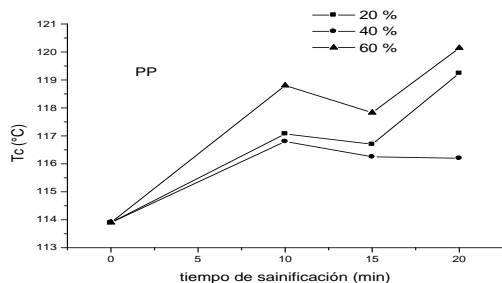


Figura 4 Temperatura de cristalización de polipropileno expuesto a irradiación ultrasónica

Agradecimientos

Al siguiente personal del CIQA que apoyo para el desarrollo del presente estudio:

Blanca Huerta, Teresa Rodríguez,
Guadalupe Méndez,