

V. Vega-Mendoza¹, R. Maldonado- Arellano¹ y V. Escobar-Barrios^{1*}

^{1*} *Laboratorio de Investigación y Desarrollo de 3M México S.A. de C.V., Av CFE 520, Zona Industrial del Potosí, San Luis, San Luis Potosí, 78395, México. vaescobarbarrios@mmm.com*

Abstract- Las redes interpenetradas (IPN por sus siglas en inglés) son materiales que en fechas recientes han sido estudiadas extensiva e intensivamente, dadas sus características combinadas que en sinergia se obtienen de materiales diferentes. En el presente trabajo, se plantea la síntesis de dichas redes utilizando un monómero acrílico y dos tipos diferentes de elastómeros, los cuales difieren básicamente en la presencia o no de sitios lábiles como lo son los dobles enlaces. La síntesis se ha llevado a cabo de una manera sencilla, utilizando un proceso en masa mediante radicales libres.

La caracterización de los materiales sintetizados ha sido mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR) y análisis dinámico mecánico (DMA) en modo de compresión.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que el tipo de red interpenetrada es diferente en función del tipo de elastómero que participe en la reacción. Asimismo, el comportamiento térmico y dinámico-mecánico difieren según el tipo de elastómero. La presencia de dobles enlaces crea una red interpenetrada en tanto que el producto obtenido con materiales sin dobles enlaces da lugar a una red semi-interpenetrada (SIPN) y exhibe un comportamiento más elástico comparado con la IPN.

Introducción

Las redes interpenetradas (IPN, por sus siglas en inglés), son materiales que han sido investigados intensamente en los últimos años, dadas sus características de sinergia en donde se logra aprovechar las ventajas de cada uno de los materiales que conforman la red^{1,2}.

Las IPN son cada día más evidentes en nuestro entorno, por ejemplo el Silon que es una red semi-interpenetrada sintetizada a partir de tetrafluoretileno y silicón, la cual tiene características de permeabilidad hacia el oxígeno y humedad, y por ende se utiliza como medio para tratar heridas.

Otro ejemplo son los engranes autolubricantes hechos con base a una red sintetizada a partir de silicón funcionalizado y poliamida, en donde el silicón lubrica la pieza, en tanto que la poliamida le confiere características de alta resistencia mecánica².

Quizás el ejemplo más reconocido es el de los poliestirenos de alto impacto (HIPS), en donde se logra una red interpenetrada de poliestireno con polibutadieno, siendo este último el elemento capaz de disipar esfuerzos a los que se somete la matriz rígida del poliestireno.

La manera tradicional de sintetizar las redes interpenetradas, es la disolución del polímero en el monómero y algún solvente, si fuese necesario, adicionando un iniciador, el cual usualmente es un generador de radicales libres dada su reactividad. La mezcla se activa a la temperatura requerida por el iniciador para llevar a cabo la polimerización del monómero, el cual se entrelaza con las cadenas poliméricas del polímero disuelto¹.

Posteriormente se recupera el material, mediante la remoción del disolvente.

Sección Experimental

Materiales.

Los elastómeros fueron provistos por Kraton Polymers, en el caso del SIS y del SEPS, en tanto que el SBS fue provisto por Dynasol Elastómeros S.A de C.V.

El 2-etil hexil acrilato fue provisto por 3M USA. En el caso de los fotoiniciadores (4265 y 651), éstos se adquirieron de Ciba Specialties. Todos los materiales fueron utilizados tal y como se recibieron.

Las muestras que se generaron tienen un contenido de elastómero de 10 % en peso disueltos en el acrilato.

Los fotoiniciadores se utilizaron en 2 % w/w de 651 y 1 % w/w de 4265, respecto al contenido de monómero.

Polimerización.

Se prepararon muestras de los diferentes elastómeros disueltos en el acrilato con la concentración indica arriba, por lo menos 48 hrs antes de iniciar la polimerización. Los fotoiniciadores se adicionaron 10 minutos antes de la polimerización.

La polimerización se llevó a cabo en un equipo de American Ultraviolet mediante radiación de UV con una intensidad de 300 WPI con un tiempo de exposición de 15 seg. Las muestras que se polimerizaron tenían un espesor de 2-4 mm.

Espectroscopia de Infrarrojo.

La espectroscopia se llevó a cabo mediante un espectrómetro de Nicolet (FTIR-750) y utilizando el dispositivo de ATR, sobre el cual se colocó una película de cada una de las muestras polimerizadas. El barrido fue de 4000 a 650 cm^{-1} .

Calorimetría diferencial de barrido.

La calorimetría se llevó a cabo en un equipo de TA Instruments (Q-100) en modo estándar de -110 a 170 °C con una rampa de 20°C/min en atmósfera de nitrógeno, por duplicado.

Resultados y Discusión

El hecho de utilizar dos fotoiniciadores obedece básicamente al hecho de que uno de ellos es indicado para fotopolimerizar superficialmente en tanto que otro es indicado para la fotopolimerización en bulto, es decir, para espesores mayores a 1 mm.

A partir de las observaciones de las muestras fotopolimerizadas se puede afirmar que ésta se llevó a cabo satisfactoriamente tanto en la superficie como en todo el espesor de la muestra, ya que no hubo residuos de monómero acrílico en la parte inferior del recipiente en donde se colocó la muestra previa a fotopolimerizar.

Por otro lado, en la Figura 1 se muestra uno de los espectros de FTIR de la muestra de acrílico con elastómero base polibutadieno.

En dicha Figura se pueden apreciar las bandas más significativas correspondientes al acrilato así como de la porción elastomérica.

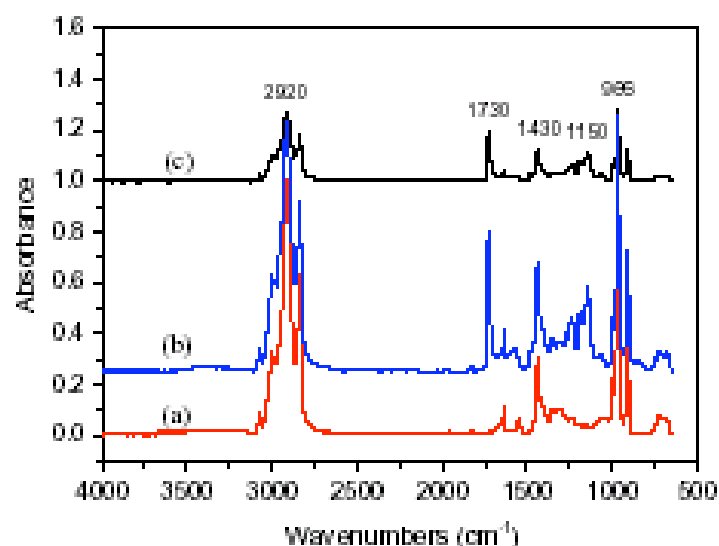


Figura 1. Espectros de acrilato con SBS.

En relación al análisis térmico, se apreció cierto desplazamiento de las transiciones. Por ejemplo, en el caso de la red con SIS, se obtuvo una transición (T_g) alrededor de $-74\text{ }^{\circ}\text{C}$, cuando el SIS exhibe una transición clara a los $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, correspondiente a la región elastomérica (poliisopreno). Lo anterior podría ser un indicio de la interacción de las dobles ligaduras presentes en el poliisopreno con el acrilato durante la polimerización de éste.

En cuanto al DMA, los resultados muestran que el comportamiento dinámico-mecánico depende de la presencia de dobles ligaduras así como del tipo de copolímero presente. Básicamente se puede decir que un copolímero base isopreno da lugar a redes más “suaves” comparativamente a las redes que se obtienen con base a un copolímero que contiene polibutadieno como elastómero.

Por otro lado, el utilizar un copolímero con un elastómero saturado da lugar a una red cuyas características dinámico-mecánicas difieren del contratipo con un elastómero no saturado, básicamente dando lugar a un material más rígido.

Conclusiones

La red interpenetrada que se pueda lograr depende de las características del copolímero termoplástico que se utilice.

Cuando el copolímero es base polibutadieno, la red interpenetrada es más rígida en comparación con un copolímero base poliisopreno.

Las transiciones térmicas se ven afectadas por la fotopolimerización del acrilato en presencia de los diferentes copolímeros termoplásticos, lo cual indica la interacción de ambas especies.

Referencias

Ejemplos:

1. L.H. Sperling, *Interpenetrating Polymer Networks*, Plenum Press, New York, 1981.
2. Chakrabarty, D. *Polymer Gels and Networks*, 1998, 6, 191-204.