

Tesista: Facundo Altuna

Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Doctor en Ciencia de Materiales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tema: "Espumas epoxi basadas en aceites vegetales epoxidados"

Director de Tesis: Dr. Pablo Stefani

Co-director de Tesis: Dra. Roxana Ruseckaite

Lugar de Trabajo: INTEMA - Facultad de Ingeniería – UNMDP.

Fecha de Defensa: 21 de noviembre de 2011

Jurados: Dra. Silvia Barbosa (Universidad Nacional del Sur)

Dr. Iñaki Mondragón (Universidad del País Vasco UPV/EHU, San Sebastián)

Dra. Carmen Riccardi (Facultad de Ingeniería, UNMDP)

Resumen:

Se sintetizaron y caracterizaron polímeros termorrígidos mediante el reemplazo de diferentes cantidades de un prepolímero epoxi sintético basado en diglicidil éter de bisfenol A (DGEBA) por uno de origen renovable, como el aceite de soja epoxidado (ESO), utilizando anhídrido metil tetrahidroftálico (MTHPA) como agente de curado y 1-metil imidazol (1MI) como iniciador. Los copolímeros con diferentes proporciones de DGEBA y ESO fueron posteriormente utilizados como matrices para la producción de espumas sintéticas.

Las propiedades químicas, térmicas, ópticas, dinámico-mecánicas y en compresión de las formulaciones se analizaron en función de su contenido de ESO. La reacción de curado de los sistemas DGEBA-ESO/MTHPA/1MI se estudió por medio de ensayos dinámicos de calorimetría diferencial de barrido (DSC). Se observó que el agregado de ESO produce, junto al descenso de la entalpía de reacción, un aumento en la temperatura de reacción, como consecuencia de la menor reactividad de los grupos oxirano del ESO, que se encuentran estéricamente más impedidos y reaccionan más lentamente. La cinética de la reacción de polimerización se analizó en modo no isotérmico, a diferentes velocidades de calentamiento. Los factores pre-exponenciales (A) y las energías de activación (Ea) correspondientes al modelo de Kamal se determinaron mediante una regresión multiparamétrica. Los resultados mostraron una energía de activación mayor para el sistema ESO/MTHPA que para DGEBA/MTHPA, de acuerdo con la menor reactividad observada para los grupos epoxi del ESO.

La morfología de los copolímeros curados se analizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y de fuerza atómica (AFM). Para las condiciones de curado utilizadas, las formulaciones con contenidos de ESO entre 40% y 80% sufren una separación en fases inducida por la polimerización, dando lugar a una morfología bifásica. Sin embargo, se pudo establecer que a pesar de la separación de fases la mayoría de los sistemas completamente curados conservaron valores altos de transparencia gracias a que ambas fases completamente curadas presentan índices de refracción similares. Esto último se determinó a partir de mediciones de la variación de la transmitancia con el tiempo de curado para los sistemas con 40% y 60% ESO sometidos al mismo ciclo térmico utilizado para el curado de los copolímeros.

Las propiedades en compresión e impacto, y la tenacidad a la fractura de los copolímeros se explicaron teniendo en cuenta las morfologías observadas. El módulo (E_c) y la tensión de fluencia (σ_{yc}) medidos en compresión mostraron un descenso con el contenido de ESO, debido a la mayor flexibilidad de las cadenas alifáticas del ESO. Los copolímeros con 40% ESO exhibieron una mayor resistencia al impacto, que se asoció a su estructura bifásica observada mediante SEM y AFM. La tenacidad a la fractura de los copolímeros aumenta con el agregado de ESO, aunque se observó una discontinuidad al aumentar el contenido de 40% a 60%, debido a la inversión de fases.

En conjunto, los copolímeros con 40% ESO mostraron las mejores propiedades (un aumento de 38% en la resistencia al impacto, una disminución leve de las propiedades mecánicas y una T_g 11°C inferior respecto de la resina sintética pura), además de conservar la transparencia y de reducir la dependencia de los recursos fósiles.

Los copolímeros DGEBA-ESO se utilizaron como matrices de espumas sintéticas, obtenidas mediante la incorporación de microesferas huecas de vidrio (55% en volumen), y se evaluaron sus propiedades dinámico-mecánicas y mecánicas. El proceso de mezclado se llevó a cabo bajo vacío, logrando reducir la porosidad de la matriz polimérica. Las espumas con contenidos de hasta 60% ESO en su matriz mostraron propiedades mecánicas comparables a las obtenidas con DGEBA pura, con un ligero descenso de T_g . Los resultados muestran la potencial aplicación de estas espumas como reemplazo de las obtenidas a partir de resina sintética en la producción de paneles sándwich.