

# **SINTESIS Y CARACTERIZACION DE NANOCOMPOSITOS MULTIFUNCIONALES A PARTIR DE NANOTUBOS DE CARBONO**

**Gualito Soto, M.A.<sup>(1)</sup>; Fuentes Ramírez R.<sup>(2)</sup>; Velasco Santos C.<sup>(1)</sup>; Romero Lira I.<sup>(1)</sup>**

**<sup>(1)</sup> Departamento de Metal-Mecánica, Ingeniería en Materiales**

**Instituto Tecnológico de Querétaro**

**<sup>(2)</sup> Facultad de Química**

**Universidad Autónoma de Guanajuato**

## **RESUMEN**

Se realizó el desarrollo y caracterización de nanocompositos de matriz polimérica reforzados con nanotubos de carbono para su aplicación como materiales ultrarresistentes. Para la síntesis de los nanocompositos se utilizó una matriz de copolímero Monómero etilen-propileno con Propileno (EPDM-PP) así como una de Resina Poliéster utilizando diferentes tipos de nanotubos y considerando distintas concentraciones, para fines de mejorar la compatibilidad del nanorefuerzo con la matriz en el caso de la resina se utilizaron nanotubos funcionalizados con una mezcla de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> con KMnO<sub>4</sub>. Los compositos realizados con EPDM-PP se caracterizaron mecánicamente encontrando que el efecto de los nanotubos sobre las propiedades se ve reflejado en el incremento de la resistencia a la tensión, en el caso de los compositos de resina poliéster se realizaron análisis para evaluar sus características mecánicas y de conductividad.

## **INTRODUCCION**

Los nanotubos de carbono han representado desde el momento de su descubrimiento una ventana a nuevas e importantes aplicaciones, causa de ello es que poseen propiedades individuales representativas y aprovechables para el diseño de nuevos materiales que exhiban propiedades mecánicas y eléctricas sobresalientes. La influencia que los nanotubos tienen sobre las matrices les ha permitido ser el refuerzo ideal para matrices poliméricas, utilizándolos como refuerzo en nanocompositos con matriz de Poli(metilmacrilato) desarrollados por Cooper y col.(2002), los cuales emplearon una técnica de extrusión para la preparación de los compositos logrando con ello una buena orientación la cual se vio reflejada en las propiedades mecánicas, específicamente en la resistencia al impacto. Así mismo para conocer el efecto sobre las propiedades mecánicas Guzman y col.(2006) diseñaron dos diferentes tipos de curado para compositos de Resina Epoxi con nanotubos de pared sencilla donde estos últimos fueron modificados químicamente con la intención de mejorar la interacción matriz refuerzo encontrando que características como la rigidez y resistencia fueron mejoradas debido al ciclo de curado. Las potenciales aplicaciones de los nanotubos han permitido desarrollar a su vez nanocompositos que presentan propiedades eléctricas sobresalientes como es el caso de la investigación desarrollada por Sandler y col.(1999) haciendo uso de una matriz de resina epóxi reforzada con las nanoestructuras.

La distribución que los nanotubos logran en otras estructuras juega un papel muy importante sobre las propiedades que son obtenidas, debido a esto se han desarrollado nuevas alternativas que permiten mejorar en gran medida la interacción de refuerzo-matriz una de estas es la funcionalización química donde se utiliza la mezcla de distintos ácidos y se logra modificar las paredes externas de los nanotubos (Velasco, 2004).

Para la síntesis de los nanocompositos poliméricos realizada con el copolímero EPDM-PP utilizando nanotubos de multipared se consideraron distintas concentraciones, para la fabricación de los nanocompositos poliméricos a partir de resina poliéster fue necesario realizar la

funcionalización, la cual consistió en la modificación química superficial de las nanoestructuras, rompiendo las paredes de las mismas, también fue necesario considerar, los distintos tipos de nanotubos; de pared sencilla y multipared, el método de producción por el cual fueron elaborados; Deposición Química de Vapor y Descarga de arco, así como el método de modificación química por el cual se funcionalizaron los nanotubos; una mezcla de  $H_2SO_4 / KMnO_4$  esta última actividad que se realizó con el objetivo de mejorar la compatibilidad de los mismos con la matriz .

## EXPERIMENTAL

Para realizar la síntesis de los nanocompositos poliméricos con nanotubos de carbono se utilizó una matriz de un copolímero; EPDM – PP (Monómero Etilen – propileno con propileno), este monómero se fundió en un mezclador brabender ( Fig. 1). En esta mezcladora se llevó al polímero a una temperatura de  $180^\circ C$  y se añadieron nanotubos de multipared obtenidos por el método de arco en concentraciones de 0.5 y 1.0 por ciento con respecto al peso total del polímero. La mezcla se realizó a 70 revoluciones por minuto durante 10 minutos .Para fines de comparación, se fundió polímero sin adicionar ninguna carga y se utilizó como blanco de este tipo de compositos.



Fig.1 Mezclador Brabender

Las mezclas del Brabender se pasaron a un mini inyector (como se ilustra en la figura 2), la temperatura de procedimiento aplicada en el inyector fue de  $220^\circ C$ . Los nanocompositos y el blanco se inyectaron dentro de moldes de aluminio con medidas de 7cm. X 7 cm. (Fig. 3).



Fig.2 Mini inyector, para moldeo

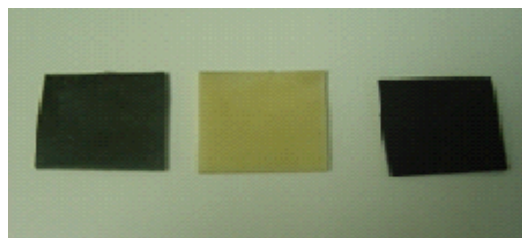


Fig. 3 Composite (blanco) y nanocompositos ( con 0.5 y 1.0% en peso de nanotubos)

Para la caracterización de las probetas tipo T con medidas estándar y se caracterizó del laboratorio de preparación de muestras en el Centro de Física Aplicada y Tecnología

taron probetas en una Universal

Avanzada de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, aplicando una velocidad de 1mm/min.

Para los compositos fabricados de resina poliéster se sintetizaron compositos con seis gramos de resina por dos por ciento en peso de agente curante y de igual forma compositos con los distintos tipos de nanotubos de carbono con y sin modificación química considerando concentraciones de 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 y 1.0 % en peso de nanotubos de carbono (considerando la base de seis gramos de resina poliéster). Los nanotubos se mezclaron con la resina y el agente curante y fueron moldeados sobre placas de vidrio, utilizando marcos de teflón de 2x7cm, y se cubiertos con otra placa de vidrio (Fig. 4). Las muestras moldeadas se dejaron curar durante 24 horas.

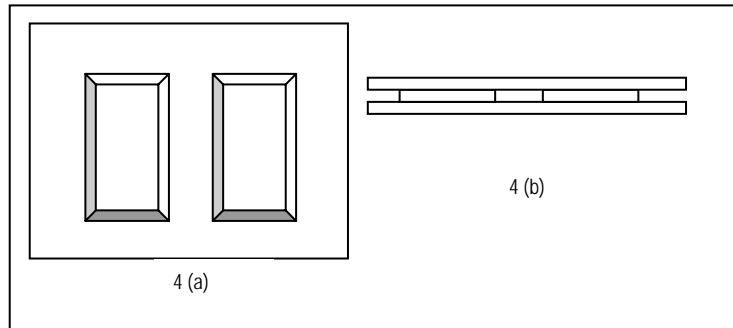
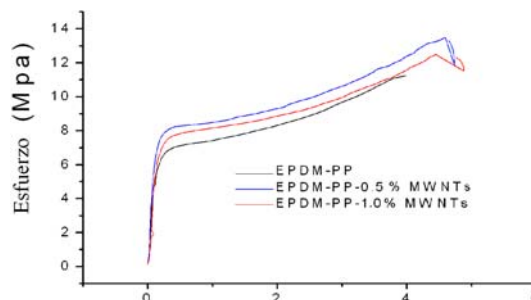


Fig.4 Representación esquemática del moldeo de resinas para la fabricación de nanocompositos. (a) Placa de vidrio con marcos de teflón, (b) Moldes cubiertos.

Para la modificación química de los nanotubos de carbono con ácido sulfúrico y permanganato de potasio, los CNT's son sometidos a una reacción de reflujo con la mezcla del  $H_2SO_4$  y el  $KMnO_4$  durante cinco horas posteriormente son filtrados y lavados con ácido clorhídrico y agua destilada para fines de eliminar el  $MnO_2$  y ácidos. Finalmente son secados en un horno a  $50^\circ C$  para eliminar completamente la humedad y que puedan ser utilizados para la síntesis de los nanocompositos poliméricos.

## DISCUSION DE RESULTADOS

La siguiente grafica muestra los resultados obtenidos de las pruebas mecánicas realizadas a los compositos de EPDM-PP/Nanotubos de carbono de multipared con concentraciones de 0.5 y 1.0 % en peso de refuerzo.



Curvas Esfuerzo / deformación de nanocompositos EPDM-  
Poli( propileno) con Nanotubos de Carbono. Compositos  
polimericos; blanco con 0.5 % y 1% en peso de MWNTs

Como puede ser observado se encontró un incremento en la resistencia a la tensión de ambos compositos con 0.5 y 1.0 % en peso de concentración del refuerzo sin embargo en el caso de 0.5% el aumento es mas significativo lo que nos indica que no es necesario una gran cantidad de refuerzo para mejorar las propiedades del material y así mismo este presenta ventajas muy grandes en comparación con el polímero por si solo.

Para los compositos sintetizados en base a la resina poliéster estos ya han sido sintetizados y la caracterización mecánica de ultrasonido( para conocer el modulo de Young) y eléctrica están en proceso.

## **CONCLUSIONES**

El incremento en las propiedades del polímero se debe a la adición de los nanotubos de carbono como refuerzo, lo que confirma que estos nanomateriales son el refuerzo ideal para matrices poliméricas indicándonos de esta manera que este refuerzo nos permitirá desarrollar una nueva era de materiales ultrarresistentes con posibles aplicaciones en la industria que requiere propiedades únicas y difícilmente alcanzadas con materiales convencionales.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Copper C.A., “ Distribution and allignment of carbon nanotubes and nanofibrils in a polymer matriz”, *Compos.Sci.Technol.*,62:1105-12, **2002**.

Guzman V.R., “ Mechanical properties of SWNT/Epoxi composites using two different curing cycles”, *Composites; part B.*, 37:273-277, **2006**.

Sandler J., “ Development of a dispersion process for carbon nanotubes in an epoxi matriz and the resulting electrical properties”, *Polymer*, 40: 5967-5971, **1999**.

Velasco C., “ Chemical functionalization on carbon nanotubes: principles and applications” in “Trends in nanotechnology Research” , (ed.) Eugene Dirote, Nova Science Publishers, New York **2004**.