

DESARROLLO DE MATERIALES MUTIFUNCIONALES CANDIDATOS A MONITOREAR DAÑO PARA SU USO EN COMPUESTOS AUTO-REFORZADOS

D. Brendstrup¹, C. Bernal¹, M. Mollo²

1. CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto de Tecnología en Polímeros y Nanotecnología (ITPN)

2. INTI Plásticos

mariana@inti.gob.ar

Introducción

Los polímeros reforzados con fibra son materiales especialmente diseñados para obtener estructuras ligeras de alto rendimiento. Con el fin de aplicar estos materiales en el diseño de componentes estructurales, tienen que conservar su alto rendimiento mecánico durante una larga vida útil. Su falla se debe principalmente a la delaminación, a la rotura de la matriz y/o a la fractura de la fibra y, su detección es una cuestión importante de interés científico y tecnológico actual. El desarrollo de nuevas técnicas para la detección de daños en estructuras compuestas representa un factor clave para aumentar su fiabilidad en el servicio. Además, el creciente interés en los materiales multifuncionales se debe a la necesidad de desarrollar nuevos materiales y estructuras que, simultáneamente, tengan funciones estructurales diferentes o funciones estructurales y no estructurales combinadas. Por lo tanto, la posibilidad de desarrollar materiales multifuncionales capaces de monitorear el daño parece ser muy atractiva. Por otra parte, el impacto ambiental del creciente uso de plásticos y composites derivados de fuentes no renovables hace necesario el desarrollo de nuevas combinaciones de materiales con mejores propiedades pero con menor impacto ambiental. Como resultado, el desarrollo de compuestos totalmente reciclables es un tema principal de investigación. Actualmente, existe un gran interés en los compuestos auto-reforzados basados en polímeros termoplásticos debido a su fácil reciclaje y la posibilidad de obtener estructuras y componentes ligeros. En estos materiales, el refuerzo está hecho de fibras o cintas altamente orientadas de alta resistencia, mientras que la matriz es un polímero de la misma naturaleza química pero con una temperatura de fusión más baja. Los compuestos auto-reforzados compiten con composites tradicionales en diferentes aplicaciones dependiendo de su relación rendimiento / coste. Un gran número de artículos se han publicado en la literatura sobre diferentes

aspectos de muchos tipos de compuestos auto-reforzados [1 - 4].

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es desarrollar materiales poliméricos multifuncionales basados en diferentes polímeros termoplásticos como polipropileno (PP) y polietilentereftalato (PET), con nanotubos de carbono. Estos compuestos se utilizarán posteriormente como matriz y/o refuerzo en compuestos auto-reforzados. La capacidad de los materiales obtenidos para monitorear daño se investiga a partir de cambios en su comportamiento eléctrico inducidos por deformación mecánica.

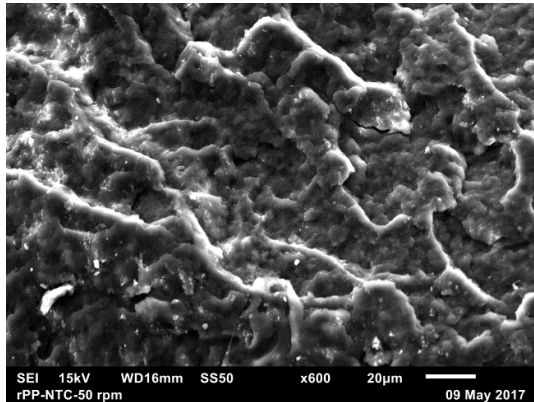
Experimental

Se obtuvieron películas con 2% en peso de nanotubos de carbono de pared múltiple (MWCNT) por diferentes métodos. Las películas a base de PET amorfo (PETg) se prepararon por casting, mediante agitación mecánica de soluciones de viscosidad diferente y colada de solvente. Las películas de copolímero al azar de PP (rPP) se obtuvieron por extrusión doble tornillo a dos velocidades diferentes (50 y 300 rpm) y luego moldeado por compresión. Se realizó la caracterización mecánica de las películas mediante ensayos de tracción uniaxial y se estudió su morfología por microscopía electrónica de barrido (SEM). Se investigó la capacidad potencial de las películas obtenidas para monitorear daño midiendo los cambios en su comportamiento eléctrico inducidos por deformación mecánica.

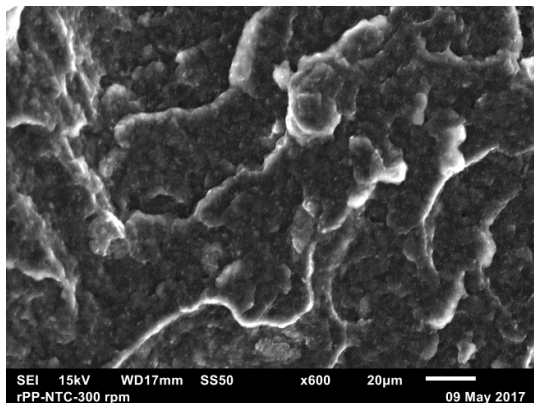
Resultados

La morfología de las películas se ve significativamente mejorada a partir del mezclado de rPP y MWCNT a alta velocidad de procesamiento (300 rpm) (Figura 1) o agitación mecánica de una solución de PETg y MWCNTs de alta viscosidad. Este resultado también se confirma por el comportamiento mecánico observado en ensayos de tracción uniaxial. Mientras que las películas obtenidas a alta

velocidad de mezcla o alta viscosidad en solución presentan curvas tensión-deformación similares a las de polímeros puros que presentan alta ductilidad, las películas obtenidas a baja velocidad de procesamiento o baja viscosidad muestran un comportamiento mucho más frágil derivado de la presencia de agregados de carga que inducen falla prematura.



(a)



(b)

Figura 1: microscopía SEM de las películas de rPP/MWCNT obtenidas a diferentes velocidades de procesamiento: (a) 50 rpm; (b) 300 rpm.

Por otra parte, la resistividad eléctrica de las diferentes películas compuestas con MWCNT es significativamente menor que la de las matrices poliméricas (rPP o PETg), como se esperaba. Además, se observa un efecto pronunciado de la velocidad de extrusión en el comportamiento eléctrico de las películas basadas en rPP (Figura 2), lo que confirma la mejora de la morfología de las películas promovida por los elevados esfuerzos de corte desarrollados a alta velocidad de mezclado. Este resultado también está de acuerdo con los resultados del comportamiento a la tracción antes mencionados.

Actualmente, se están desarrollando ensayos de tracción uniaxial en las películas hasta distintos niveles de deformación subcrítica

(antes de la fractura) para determinar una correlación entre deformación y resistividad eléctrica y, por tanto, analizar la capacidad de los materiales obtenidos para monitorear el daño.

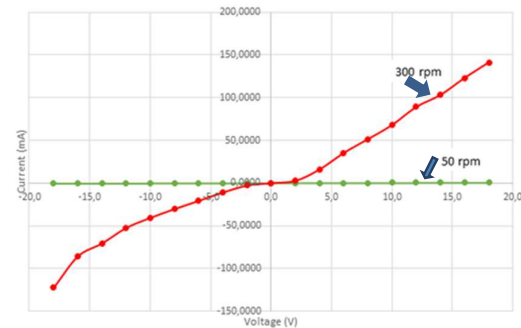


Figura 2: curvas de corriente-tensión de los compuestos rPP-MWCNT obtenidos a diferentes velocidades de procesamiento

Conclusiones

Se observa un efecto importante de las condiciones de procesamiento sobre la morfología de las películas, el comportamiento a la tracción y la respuesta eléctrica para los materiales compuestos a base de rPP.

El compuesto de rPP/MWCNT obtenido a 300 rpm por extrusión doble tornillo se selecciona para su utilización como matriz en compuestos auto-reforzados basados en PP.

Los resultados obtenidos en propiedades mecánicas y eléctricas de las películas de rPP/MWCNT obtenidas a 300 rpm muestran a este material como promisorio para monitorear el daño en materiales compuestos auto-reforzados, a través de cambios en sus propiedades eléctricas.

Referencias

- [1] Matabola K. P., De Vries A. R., Moolman F. S., Luyt A. S. (2009), Single polymer composites: a review, *Journal of Material Science* 44, pp. 6213–6222.
- [2] Karger-Kocsis J., Bárány T. (2014), Feature article single-polymer composites (SPCs): Status and future trends, *Composites Science and Technology*, 92, pp. 77–94.
- [3] Gao C., Yua L., Liu H., Chen L. (2012), Development of self-reinforced polymer composites, *Progress in Polymer Science*, 37, pp. 767–780.
- [4] Kmetty A., Barany T., Karger-Kocsis J. (2010), Self-reinforced polymeric materials: A review, *Progress in Polymer Science*, pp. 1288–1310.