

Estudio del sistema PVC entrecruzado- Fe_3O_4 en la obtención de películas poliméricas magnéticas

Calzadías, C. A.^a, Montemayor, Sagrario M.^{*b}, Rodríguez-Fernández, Oliverio S.^a, Yáñez-Flores, Isaura G.^a

a Centro de Investigación en Química Aplicada, Boulevard Enrique Reyna Hermosillo No. 140, Saltillo, Coahuila México, C P 25253

b Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, V. Carranza e Ing. Cárdenas, Saltillo, Coah., México, C P 25000

sagrario.martinez.montemayor@mail.uadec.mx o smmontemayor@gmail.com

1. Resumen

En este trabajo se obtuvieron películas poliméricas mediante el moldeado estático y el curado de plastisoles obtenidos mezclando poli(cloruro de vinilo) **PVC** (Emulsión, K= 69) utilizado como matriz polimérica, di(2-etil-hexil)ftalato DOP como plastificante, un estabilizador térmico basado en sales de Ca-Zn y un agente entrecruzante: 3- mercaptopropil-trimetoxisilano MTMS o 3- aminopropil-trietoxisilano ATEs, en diferentes concentraciones. El efecto del agente entrecruzante y su concentración, sobre la matriz polimérica, se evaluó estudiando las propiedades mecánicas y el contenido gel. Las películas poliméricas magnéticas fueron obtenidas por el moldeado estático y el curado de mezclas del plastisol (cuya composición condujo a las mejores propiedades mecánicas) y un ferrofluido formado por magnetita y DOP, a diferentes concentraciones. El efecto de las partículas magnéticas sobre las películas poliméricas se evaluó mediante difracción de rayos X, magnetometría de muestra vibrante, análisis termogravimétrico y microscopía electrónica de barrido.

2. Introducción

La síntesis y caracterización de nuevos materiales ha sido el objetivo en el desarrollo de materiales avanzados. Un ejemplo de esto, es el desarrollo de materiales compósitos que combinan las propiedades de sistemas individuales tales como nanopartículas magnéticas y matrices poliméricas. El estudio de nanopartículas magnéticas ha atraído mucho interés desde dos puntos de vista: fundamental, debido a los interesantes mecanismos que se producen y a la gran variedad de sus aplicaciones [1, 2]. Por otro lado, el uso elevado del PVC es debido principalmente a la gran variedad de sus propiedades. En este trabajo se planteó la combinación de las propiedades magnéticas de nanopartículas de magnetita (contenidas en un ferrofluido base DOP) y las propiedades mecánicas de una matriz polimérica de PVC entrecruzado, que pueden

ser utilizadas para obtener películas plásticas magnéticas en una amplia variedad de posibles aplicaciones tecnológicas [3].

3. Condiciones experimentales

Las formulaciones usadas para la obtención de los plastisoles, usados en la obtención de las películas plásticas, basadas en partes por cien de PVC (phr) fueron: PVC 100, DOP 140, Ca/Zn 4, y diferentes cantidades de agente entrecruzante (MTMS ó ATES) 2, 4, 6 y 8 phr, estas muestras fueron curadas a 180 °C durante 5 min. y entrecruzadas a temperatura ambiente. Las muestras con 8 phr fueron además inmersas en agua caliente (80 °C) por 4 horas. El ferrofluido base DOP fue sintetizado mediante un procedimiento descrito anteriormente [4]. Las películas poliméricas magnéticas se prepararon utilizando el plastisol y el ferrofluido manteniendo siempre constante la concentración de plastificante en la formulación.

El efecto del agente entrecruzante se evaluó estudiando: 1) las propiedades mecánicas, mediante el comportamiento esfuerzo-deformación de las películas a 80 °C de acuerdo a la norma ASTM D-412-98^a y 2) el grado de entrecruzamiento, mediante la determinación de contenido gel, utilizando extracción Soxhlet por 24 h con tetrahidrofurano en ebullición. El efecto de las partículas magnéticas sobre las películas poliméricas se evaluó mediante difracción de rayos X, magnetometría de muestra vibrante y análisis termogravimétrico.

4. Resultados y discusión

El comportamiento esfuerzo-deformación representado como la resistencia última a la tensión (UTS), la elongación a la ruptura y el contenido gel de las películas entrecruzadas a temperatura ambiente se presentan en la Tabla 1. Conforme se aumenta la concentración de agente entrecruzante las propiedades mecánicas en general aumentan en mayor proporción para las películas elaboradas con ATES. Los resultados de contenido gel no muestran diferencias importantes con respecto al contenido de agente entrecruzante, tomando en cuenta el error de la técnica. El entrecruzamiento en agua caliente de las muestras con 8 phr lleva a valores de contenido gel de 14 y 45%, para las muestras con MTMS y ATES, respectivamente. Las muestras

con ATES muestran un grado de entrecruzamiento mayor conforme se aumenta el contenido de agente entrecruzante, como está indicado por los resultados de propiedades mecánicas.

Tabla 1. Propiedades mecánicas y contenido gel de películas que contienen diferentes cantidades de agentes entrecruzantes.

Agente entrecruzante (phr)	Contenido gel (%)		Elongación a la ruptura (%)		UTS (Kpa)	
	MTMS	ATES	MTMS	ATES	MTMS	ATES
2	28.82	12.22	282	350	586.05	827.37
4	25.68	14.80	385	415	599.84	1199.69
6	26.48	14.18	416	418	758.42	1316.90
8	27.24	22.32	418	380	861.85	1103.16

En la Figura 1 se muestran los patrones de rayos X de: 1) Fe_3O_4 (JCPDS 19-0629), 2) ferrofluido y 3) el nanocomposito magneto-polimérico con 50 phr de ferrofluido. El espectro del ferrofluido muestra una clara correspondencia con el patrón reportado de magnetita, mientras que el nanocomposito muestra solo el pico principal, lo cual puede ser atribuido a la poca cantidad de magnetita presente en el nanocomposito. El análisis termogravimétrico de las películas mostró un contenido menor al 10% de magnetita.

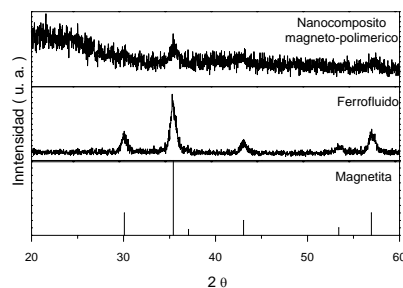


Figura 1. Espectro de difracción de magnetita, ferrofluido y nanocomposito.

Las curvas de magnetización del ferrofluido y de los nanocompositos magneto-poliméricos con un contenido de 5, 10, 20, 30, 40 y 50 phr, se muestran en la Figura 2. El ferrofluido muestra un comportamiento súper-paramagnético esperado para pequeñas partículas de magnetita [5] y un valor de magnetización de saturación de 15 emu/g. Comportamientos similares fueron observados en los nanocompositos con diferentes cantidades de ferrofluido. La magnetización de saturación se incrementa conforme se aumenta el contenido de ferrofluido, esto es, un mayor numero de nanopartículas magnéticas presentes en el sistema.

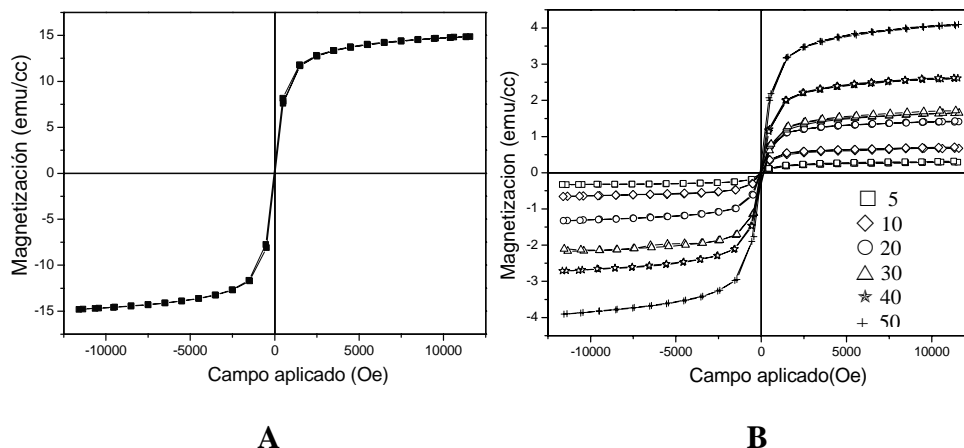


Figura 2. Curvas de magnetización de A) Ferrofluido y B) nanocompositos.

5. Conclusiones

El entrecruzamiento del PVC plastificado fue mas eficiente cuando se empleó ATES, especialmente cuando la muestra fue sumergida en agua caliente. Fue factible obtener un nanocomposito magneto polimérico utilizando el ferrofluido preparado con el plastificante, sin afectar negativamente las propiedades de las películas. Finalmente es posible modular la elasticidad de la matriz polimérica con la inclusión de una red permanente, sin tener efectos negativos en las propiedades magnéticas de estos nanocompositos.

6. Referencias

- [1] Chao Liu, Adam J. Rondinone, Z. Jhon Zhang; Pure Applied Chemistry; 72 (2000) 37-45
- [2] R. D. McMichael, R. D. Shull, L. J. Swartzendruber, L. H. Bennet; Journal of Magnetism and Magnetic Materials; 111 (1992) 29
- [3] Leonard I. Nass; Encyclopedia of PVC; Ed. Marvel Dekker Inc.; USA (1976)
- [4] O. Ayala-Valenzuela, J. Matutes-Aquino, R. Betancourt-Galindo, L. A. García-Cerda, O. Rodríguez Fernández, A.T. Giannitsis and P.C. Fannin, J. Magn. and Magn. Mater, 294 (2005) 37.
- [5] R. Valenzuela; Magnetic Ceramics; Cambridge University Press; Cambridge; 1994.