

Propiedades termo-mecánicas de nanocompuestos poliacrílicos-montmorillonita

HERNANDEZ, Oscar*†, CAMPILLO, Bernardo y ROMO, Angel

Recibido 19 de Enero, 2015; Aceptado 10 de Marzo, 2015

Resumen

Determinar la influencia de la nanoarcilla modificada sobre la matriz polimérica y sus propiedades termo-mecánicas y de mojabilidad. Es bien conocido que la incorporación de silicatos estratificados en matrices poliméricas mejora en gran medida las propiedades del polímero. Hoy en día, hay muchas aplicaciones de nanocompuestos poliméricos incluyendo revestimientos arquitectónicos, automotriz y la industria de la construcción, entre otros. En esta investigación el comportamiento termo-mecánico de los acrílicos con arcillas especialmente preparados con Montmorillonita (MMT) fueron investigados. Los acrílicos se basaron en acrilato de butilo (BA), estireno (sty), y ácido metacrílico (MAA), y la nanoarcilla Na-Montmorillonita (MMT). MMT se añadió mediante un proceso in-situ, durante el proceso de polimerización. El estado de agregación fue investigado por DSC para determinar transiciones térmicas, lo cuales mostraron una pequeña variación en la transición vítrea (T_g), por otro lado se estudió propiedades mecánicas para determinar módulo de Young, el cual se obtuvo hasta un orden de magnitud en reforzamiento mecánico y por último se determinó ángulo de mojabilidad para determinar la propiedad de hidrofobicidad del nanomaterial, lo cual la arcilla induce hidrofobicidad a la matriz polimérica.

Recubrimiento, in-situ, Montmorillonita, transición, modulo Young

Abstract

To determine the influence of the modified Nano clay (MMT) on the polymeric matrix and thermomechanical properties and wettability, it is well known that the incorporation of silicates in polymer matrices greatly improves the polymer properties. Today, there are many applications of polymer nanocomposites including architectural coatings, automotive and construction industry, among others. In this research, the thermomechanical behavior of acrylic specially prepared with montmorillonite clay (MMT) was investigated. Acrylics are based on butyl acrylate (BA), styrene (STY), and methacrylic acid (MAA), and Na-montmorillonite (MMT) Nano clay. MMT is added either during the (in-situ) process, polymerization reaction. The state of aggregation was investigated by DSC to determine thermal transitions, which showed a small change in the glass transition (T_g). On the other hand, we study the mechanical properties to determine Young's modulus, which was up to an order of magnitude in mechanical reinforcement; and finally the wetting angle was determined to determine the ownership of hydrophobicity of the nanomaterial, which induces clay hydrophobicity to the polymer matrix.

Coating, in-situ, montmorillonite, transition module Young

Citación: HERNANDEZ, Oscar, CAMPILLO, Bernardo y ROMO, Angel. Propiedades termo-mecánicas de nanocompuestos poliacrílicos-montmorillonita. Revista de Sistemas Experimentales 2015, 2-2: 77-81

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: oscar.hernandez@uaem.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente, los polímeros son materiales de gran relevancia en nuestras sociedades modernas. Esta importancia se hace presente en numerosos ámbitos de nuestra vida cotidiana, y los encontramos en nuestros hogares, tejidos, electrodomésticos, automóviles, y en aplicaciones donde los requerimientos son muy exigentes como es el sector aeroespacial. (Gao, 2004)

Los Recubrimientos desempeñan una o más de tres papeles clave en estas aplicaciones: 1) mejorar el atractivo estético del producto, 2) proteger el sustrato a partir de una amplia gama por ejemplo, a la corrosión, estética superficial, humedad en paredes, y 3) proporcionar una funcionalidad especializada para el producto (por ejemplo, la conductividad, aislamiento, repelencia al agua, y la reflexión de calor). (BARBARA PIETERS, 2007) Es en estas dos últimas funciones en la nanotecnología ha abierto posibilidades muy interesantes para mejorar los atributos de rendimiento de los recubrimientos y los productos asociados. (Fernando, 2009)

Los polímeros son materiales que están constituidos por gran cantidad de unidades de monómeros que se repiten, dando lugar a moléculas de alto peso molecular, también denominadas macromoléculas. Estas macromoléculas son las responsables de que estos materiales presenten propiedades únicas y diferenciadas del resto de materiales tradicionales como son los metales y las cerámicas. (Callister, 2009)

Los polímeros son, en general, compuestos de naturaleza orgánica, es decir, están formados por átomos de carbono unidos entre sí. Forman lar-gas cadenas, debido a la capacidad del átomo de carbono para enlazarse consigo mismo, dando lugar a las macromoléculas que anteriormente citábamos. (Carrasquero, 2004)

Aunque el carbono es el principal elemento de estas cadenas, podemos encontrar otros elementos como son hidrogeno, oxígeno, nitrógeno, cloro, azufre o flúor. (Jamil, 2009)

Es así que este trabajo se investiga la influencia de la incorporación de nanopartículas inorgánicas en la matriz nanoestructura de poliacrílico de látex, el cual está compuesto por (acrilato de bulito/acido metacrilato/estireno), reforzados con nanopartículas inorgánicas de Montmorillonita (arcilla, $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$), dicha polimerización se lleva a cabo en proceso in-situ en presencia de la partícula, (Romero-Guzmán, 2008) que así mismo al incorporar diferentes porcentajes en peso, a mayor concentración de nanopartícula se obtendrá un mayor mejoramiento en propiedades hidrofóbicas, reforzamiento en propiedades mecánicas y (Gao, 2004) térmicas. Por lo cual las propiedades mecánicas se estudiaran en un extensómetro uniaxial, las propiedades térmicas por Calorimetría Diferencial de Barrido y las propiedades de mojabilidad por ángulo de contacto, lo cual se describen a continuación.

Esperimentación

El polímero es un aglutinante acrílico con la composición 65 acrilato butilo / 33.5 estireno / 1.5 ácido metacrílico sintetizada a través de un proceso de polimerización en emulsión redox-ácido procesado en la compañía Rohm & Haas R&D Laboratorios. La arcilla es una montmorillonita sódica, PVG grado, fabricado por Nanocor. Se estudió por tipo de nanocompuestos de arcilla: en proceso en in-situ. El látex nanocompuesto in-situ fue producido a través de la síntesis, el polímero en la presencia de nanopartículas de arcilla. (M.L. Hernandez-Vargas, 2013) (J. Cardoso, 2012).

Películas de aproximadamente 1 mm de espesor se formaron en 100 mm de diámetro platos de Petri mediante el secado de 15,9 gramos de muestra húmeda bajo condiciones de temperatura y humedad constantes (24 °C y 50% de humedad).

Instrumentación

Los poliacrílicos al utilizarlos se forman una capa o película en forma de disco, cuando se evapora el disolvente, se prepararon de los mismos discos dependiendo la técnica a realizar para determinar la influencia de las nanopartículas sobre las propiedades del poliacrílico, como se muestra a continuación.

Propiedades térmicas

Calorimetría diferencial de barrido (DSC). Para los experimentos de DSC se utilizó el calorímetro DSC6000™. La temperatura y la entalpía de calibración se llevaron a cabo usando indio grado analítico ($T_m = 156,6 \text{ } ^\circ\text{C}$). Las transiciones térmicas se determinaron a una velocidad de calentamiento de $10 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{min}$ en atmósfera de nitrógeno seco.

Propiedades Mecánicas

Las curvas esfuerzo deformación como el Módulo mecánico se determinó mediante deformación por tracción uniaxial usando el equipo de tracción mini TST-350. Deformación por tracción se realizó a $5 \text{ mm} / \text{min}$, temperatura ambiente.

Propiedad de mojabilidad

Las mediciones del ángulo de contacto se llevaron a cabo con un instrumento construido en el laboratorio que consta de un microscopio óptico Stereomaster II, Fisher Scientific Modelo SPT-ITH (R. Castillo-Perez, 2012).

Las imágenes fueron adquiridas con una cámara digital Motic1000. El volumen de la gota se mantuvo a $50 \mu\text{L}$ en todos los casos utilizando una micro jeringa. Para mayor precisión, las mediciones se repitieron 5 veces en diferentes regiones de la misma muestra.

Resultados y conclusión

Las transiciones térmicas se determinaron por DSC. La temperatura de transición vítrea (T_g) del poliacrílico sin relleno (poliacrílico control 0% de MMT) es $8,4 \text{ } ^\circ\text{C}$. Por otro lado los resultados mostraron que T_g aumentó con la adición de montmorillonita sódica (MMT), como se muestra en el gráfico 1, para todas las concentraciones. (Maria Eugenia Romero-Guzmán, 2008)

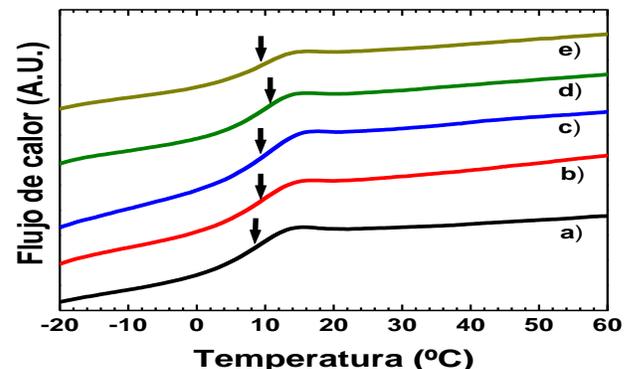


Gráfico 1 Transiciones térmicas de los nanocompuestos de poliacrílico-arcilla (MMT), a) control, b) 5% en peso (MMT), c) 7.5% en peso (MMT), d) 10% en peso (MMT) y e) 25% en peso (MMT)

En el gráfico 2 se muestran los diagramas de esfuerzo-deformación de los poliacrílicos nanoestructurados con arcilla (MMT).

Cabe señalar que en esta prueba cada una de las muestra fueron deformadas solo un 50%, lo cual una de las características fundamental es que pueden superar el 100% de deformación sin llegar a la fractura. (Rajme-Mendez, Salgado-Escobar, & Romo-Uribe, 2011)

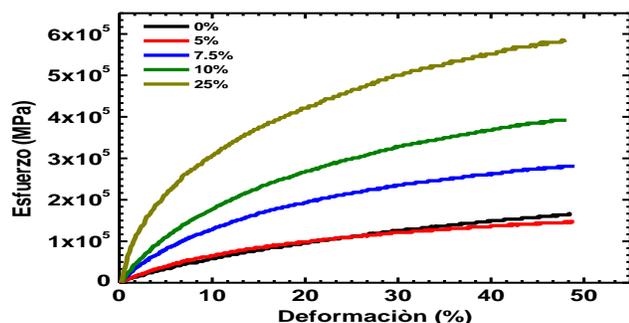


Gráfico 2 Curvas esfuerzo deformación de los materiales poliacrílicos, y su porcentaje en peso de nanoarcilla incorporada (MMT)

El siguiente gráfico 3, Se muestra que a partir de la zona elástica se determinó la variación del módulo de Young, que es la constante de proporcionalidad entre la deformación elástica y el esfuerzo uniaxial, y representa la pendiente de la parte lineal de la gráfica esfuerzo-deformación, que son cambios que experimenta un material cuando está sometido a la acción de esfuerzos de tracción, se muestra un incremento en el módulo de Young como función de la concentración arcilla (MMT), para todos los porcentajes agregados a la matriz de poliacrílico.

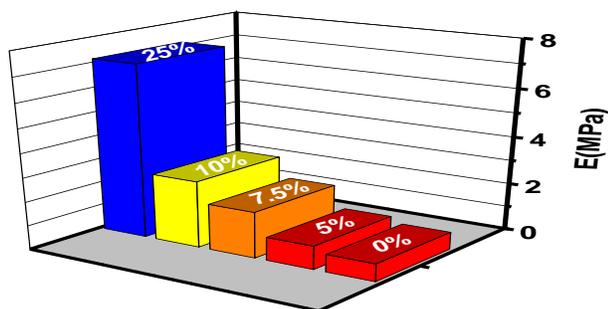


Gráfico 3 Propiedades mecánicas, módulo de Young en función de la concentraciones de nanoarcilla (MMT)

Las mediciones del ángulo de mojabilidad se presentan en el gráfico 4, los resultados mostraron que al agregar la nanopartícula a la matriz polimérica induce una propiedad hidrofóbica con relación a la matriz del poliacrílico control, es decir, que al ir incremento la nanopartícula arcilla (MMT) incrementa el comportamiento hidrofóbico en el material poliacrílico nano estructurado.

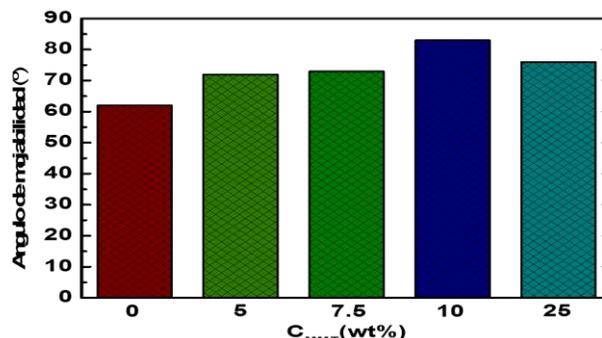


Gráfico 4 Influencia en (%) de la nanopartícula (MMT) en la propiedad de mojabilidad en la matriz polimérica

Agradecimientos

O. Hernández Guerrero agradece esta investigación por el apoyo a CONACYT por la beca de posgrado otorgada, y al Instituto de Ciencias Físicas (ICF) de la UNAM campus Morelos.

Conclusiones

En el presente estudio se han realizado la caracterización térmica y mecánicas de los recubrimientos de base poliacrílico estireno (Sty) /ácido metacrílico (MAA) /Acrilato de butilo (BA), reforzadas con nanopartículas de arcilla Montmorillonita en porcentajes de 5%, 7.5%, 10%, 25%, respectivamente.

Recordemos que para la caracterización y evaluación de propiedades de los materiales se han realizado análisis de térmicos Calorimetría Diferencial de barrido (DSC), Propiedades Mecánicas (deformación uniaxial) y ángulo de contacto, (propiedad de mojabilidad). A la vista de los resultados obtenidos de dichos análisis, se concluye lo siguiente:

La nanoarcilla montmorillonita induce un incremento en la transición vítrea T_g en la matriz polimérica.

Por otro lado se induce un incremento de hasta un orden de magnitud en el módulo mecánico (Módulo de Young).

Las películas de poliacrílico con la nanopartícula arcilla (MMT) mostraron un incremento en comportamiento hidrofóbico.

Referencias

BARBARA PIETERS, P. M. (2007). NANOTECHNOLOGIES, YOLE DÉVELOPPEMENT . *JEC Magazine #34*).

Callister, W. D. (2009). *Introducción a la ciencia de los materiales, segunda edición*. Limusa Wiley.

Carrasquero, F. L. (2004). *Fundamentos de polímeros*. Venezuela: Universidad de los Andes Facultad de Ciencias.

Fernando, R. H. (2009). " *Nanocomposite and Nanostructured Coatings* ". Department of Chemistry and Biochemistry, Recent Advancements.

Gao, F. (2004). *Clay / polímero composites the story*. Elsevier.

J. Cardoso, A. R.-U. (2012). *Appl Polym Sci*. 123, 944 .

Jamil, B. (2009). *Coating Research*. Instituto Eastern Michigan University: American chemical Society .

M.L. Hernandez-Vargas, a. A.-U. (2013). *Polymeric Materials. Science & Engineering* 108, 77.

Maria Eugenia Romero-Guzmán, A. R.-U.-G. (2008). *Polym. Adv. Technol.* 19: . 1168–1176.

R. Castillo-Perez, A. R.-U. (2012). *Memorias del XVIII Congreso Internacional Anual . SOMIM, ISBN: 978-607-95309-6-9: 772-779* .

Rajme-Mendez, J., Salgado-Escobar, I., & Romo-Urbe, C. V.-C. (2011). "Biodegradable layered-nanocomposites based on pectin and montmorillonite". *Polym Mater: Sci & Eng*.

Romero-Guzmán, A. R.-U.-G.-R. (2008). "Microstructure and Dynamic Mechanical Analysis of Extruded Layered Silicate PVC Nanocomposites". *Polym. Adv. Technol.* 19, 1168-1176.