

El reciclaje de polímeros, alternativa para la síntesis de resinas epóxicas en la industria

Freddy Leonard Alfonso M.

Recibido el 25 de junio de 2009. Aprobado el 21 de octubre de 2009

Resumen

El trabajo aquí descrito plantea la forma de fabricación de una resina epoxica a partir de Aceite Epoxidado de Palma (AEP), obtenido por reacción del Aceite Refinado de Palma (ARP) con ácido peroxiformico en condiciones de calentamiento por microondas.

El epoxido obtenido es mezclado de forma conveniente con bisfenol A y poliestireno reciclado de diversos productos desechables para así tener una mezcla que es polimerizada por acción de un catalizador de peroxido de metilo previa la adición de Oxido de Cobalto, (Co₂O₃) como acelerante. Propiedades como la resistencia mecánica, dureza, adherencia y resistencia a la corrosión por acción de ácidos y bases, fueron mejoradas con la adición de fibra de vidrio y cascarilla de arroz en mezclas hechas antes de ser secada.

Palabras clave:

Ácido graso, Ácido graso saturado, Aditivo filmogeno, Epóxido, Polimerización, Polímero Plástico, Plastificante.

Abstract

The work described here raises the manufacturing of epoxy resin from epoxidized Palm Oil (AEP), obtained by reaction of the Oil Refining Palma (ARP) with acid peroxiformic in terms of microwave heating.

The epoxide obtained is mixed with a convenient way of bisphenol A and poliestireno recycling of various products for deshechables well have a mixture that is polymerized by the action of a catalyst peroxide methyl after the addition of cobalt oxide, (Co₂O₃) as ascelerante.

Properties such as mechanical strength, hardness, adhesion and corrosion resistance by the action of acids and bases, were improved with the addition of fiberglass hulls and rice at blends made before being dried..

Keywords

Fatty acid, saturated fatty acids, film-forming additive, epoxy, Polymerization, Polymer Plastic Plasticizer.

I. Introducción

El nacimiento de los plastificantes y muchos productos del mundo moderno tienen su origen en el desarrollo de las resinas epóxicas sólidas y de sus aditivos de entrecruzamiento. Los descubrimientos en la síntesis orgánica y los excelentes resultados alcanzados en estas primeras experiencias permitieron que se abriera un campo muy amplio de investigación y desarrollo de la industria, generando una tecnología adecuada y acorde a los retos que proponían este tipo de nuevas sustancias. Esto, aunado a la aparición en Norteamérica, año 1967, de una norma sobre la restricción de emanaciones de volátiles orgánicos al medio ambiente, provocaron un impulso continuo en cuanto al desarrollo de materiales y procesos tanto de fabricación como de aplicación de este tipo de resinas que de acuerdo a su origen y mecanismo de síntesis se hacen biodegradables, disminuyendo el impacto sobre el medio ambiente. Gracias a ello en el transcurso de los años, las resinas epóxicas y los productos preparados con ellas han venido demostrando un desarrollo significativo, contándose hoy en día con una variedad de productos cuya característica principal es un excelente desempeño químico-mecánico, de resistencia a la temperatura, deformaciones, tracción, etc., superior a la mayoría de los recubrimientos industriales tradicionales. Debido a este notable desempeño, las resinas epóxicas encuentran amplios campos de aplicación en lo que se refiere a protección funcional, es decir, en aquellos mercados donde se exige al recubrimiento una alta resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, humedad y agentes químicos agresivos tales como ácidos, bases y disolventes orgánicos. Las resinas epóxicas son polímeros que poseen en su constitución, un anillo de tres miembros conocido como "anillo epoxi", figura 1.

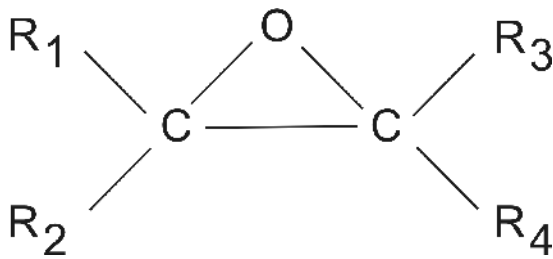


Figura 1. Estructura característica de un anillo epoxi. Fuente: Ríos, 2006.

Este epóxido es comúnmente obtenido mediante reacciones de condensación en presencia de hidróxido de sodio, entre la epiclohidrina (1-cloro-2,3-epoxi-propano) y el bisfenol A [2,2-bis(4'-hidroxifenil) propano], el cual es obtenido a partir del fenol y la acetona.

Así es posible obtener una variedad muy amplia de resinas con viscosidades que van desde líquidas

hasta sólidas, variando su peso molecular. Este tipo de resinas presenta características bastante interesantes en lo que se refiere a su interacción química con otras resinas termoendurecibles, pues genera productos finales con buenas propiedades de resistencia a la abrasión química, dieléctrica, flexibilidad y adherencia.

La resina aquí puesta a consideración se fabricó a partir del epóxido obtenido a partir del aceite de palma, conocido como aceite epoxidado de palma (AEP), de color amarillento y características sólidas.

Este proceso se logró cuando reacciona el AEP con bisfenol A en una primera etapa para lograr en una segunda etapa la adición de poliestireno reciclado de utensilios plásticos de uso común como vasos y botellas desechables, productos no biodegradables y de gran impacto ambiental, que en este caso son aprovechados y reutilizados en la fabricación de una resina epóxica que presenta buenas condiciones de dureza y resistencia mecánica, cuando se adiciona un acelerante y un catalizador para la polimerización como el peróxido de metilo, mostrándose este procedimiento como una alternativa para el aprovechamiento de tantos materiales plásticos que alteran y causan daños ecológicos.

II. Metodología y Materiales

La síntesis de la resina comienza con la fabricación del aceite epoxidado de palma (AEP), sustancia que es obtenida por ataque de un agente peroxiácido, compuesto, formado por ácido fórmico y peróxido de hidrógeno, al aceite refinado de palma (ARP), activada esta acción por radiación de microondas durante 40 minutos, a 60Hz AC, y una frecuencia de 2450 MHz. Este procedimiento rompe las instauraciones presentes en el aceite formando anillos epóxicos en los lugares donde existían instauraciones, figura 2.

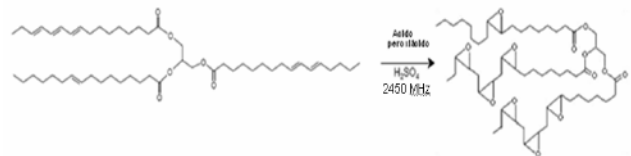


Figura 2. Reacción de síntesis de AEP a partir del ARP. Fuente: Medina, 2005.

El procedimiento para la fabricación del sistema de resina epoxi, termoendurecible, curables por calor, y su adecuación en formas, tamaños y tipos de envases convenientes, se obtiene al mezclar:

El compuesto que contiene los grupos epoxi, es decir el aceite epoxidado de palma, con una sustancia solidificante de bisfenol A presente en cantidad suficiente para provocar la gelificación después de que

todos los átomos de hidrogeno hayan hecho reacción con los grupos epoxi, bajo las mismas condiciones de reacción, presión y temperatura que en este caso es de 120°C.

Trozos pequeños de poliestireno expandido reciclado son agregados a la mezcla obtenida anteriormente en una relación 20% a 80% en peso respectivamente, según sean las necesidades de resistencia y dureza del polímero a obtener, agitando continuamente a una temperatura de 170°C, hasta obtener una masa uniforme y muy maleable.

Se agrega un agente activador o acelerante de oxido de cobalto (III), (Co_2O_3), que luego favorecerá el proceso de endurecimiento o curado que ocurre al aplicar el catalizador de peroxido de metilo, provocando la polimerización final de la mezcla obtenida, este agente es aplicado en una relación de 1 parte en volumen contra 2 partes en volumen de la mezcla de resina a endurecer.

Esta resina se caracteriza por tener cadenas poliméricas entrecruzadas, formando una estructura tridimensional que no se funde. Polimeriza irreversiblemente bajo calor o presión formando una masa rígida y dura. Ésta es la diferencia básica entre los polímeros termoplásticos y los termofijos.

Antes de la aplicación del catalizador es conveniente la aplicación de otros aditivos y sustancias utilizadas para mejorar las propiedades fisicoquímicas, brillo, dureza y resistencia como es el dibutilftalato.

La reacción que permite las uniones cruzadas en las moléculas poliméricas puede realizarse durante o después de la polimerización entre las cadenas lineales. Los polímeros termofijos como es el caso de la resina aquí sintetizada puede reforzarse para aumentar su calidad, dureza y resistencia a la corrosión.

El material de refuerzo más usado es la fibra de vidrio y la cascarilla de arroz, materiales utilizados en proporciones que varían entre 20 y 30%.

III. Resultados y Conclusiones

La resina epoxi obtenida es un polímero de cadena lineal que, análogamente a las Resinas Poliéster, endurecen por la acción oportuna de un agente endurecedor, como el peroxido de metilo.

Esta resina se diferencia de otras especialmente por su exigua contracción y su fuerte poder adhesivo sobre numerosos materiales, inclusive metales, vidrio, varios plásticos, etc.

Posee, además, una excelente resistencia química a los solventes orgánicos y compuestos inorgánicos, como también a los ácidos y álcalis, que conservan hasta temperaturas del orden de los 200 °C.

Sus propiedades mecánicas y, en particular, su resis-

tencia en húmedo, debidas a su mejor adherencia al refuerzo con fibra de vidrio y cascarilla de arroz, y a su poca absorción de agua, aventaja, por lo general, a las resinas de poliéster comunes; sobresaliendo también con respecto a estas últimas, por sus mejores cualidades eléctricas, su resistencia al arco y por su escasa inflamabilidad, con la única desventaja tal vez de un costo de adquisición sensiblemente más elevado.

Las propiedades finales naturalmente dependen de la composición de la resina incluyendo las cantidades de estireno en el producto.

Se observó que el bajo contenido de poliestireno en una relación masica disminuye la contracción durante el curado del laminado y la calidad final de la superficie será mejor que la de las resinas con alto contenido en poliestireno.

Otra característica importante de la resina epóxica obtenida es la posibilidad de controlar el curado (pico exotérmico) durante la laminación. Esto tiene como consecuencia que la resina sea menos sensible al grosor del laminado y que el curado final sea igualmente bueno.

Se observaron los siguientes cambios en las propiedades típicas de las resinas epóxicas:

- Alta viscosidad al aumentar la proporción masica del contenido de poliestireno expandido reciclado.
- La resina presenta una emisión de estireno menor en comparación con las resinas de alto contenido en estireno y sin aditivos filmógenos.
- Baja mojabilidad de la fibra de vidrio y la cascarilla de arroz, incluso con un bajo contenido en poliestireno.
- Calidad de superficie de las piezas finales debido a la baja contracción de la resina.
- La fibra de vidrio es menos visible que en los laminados hechos con resinas estándar de poliéster.
- Alta temperatura de distorsión, muy estable al incremento en la temperatura.
- Se obtienen laminados finos como gruesos.
- Las resinas epoxica no presenta olores irritantes ni agresivos.
- A menos que se tenga en cuenta en la formulación, la estabilidad puede ser inferior que en las resinas estándar.

IV. Referencias Bibliográficas

- [1] Castorworld (s.f.). Product Offerings. Disponible en: <http://www.castorworld.com/Castor/>
- [2] Cenipalma. (2006). Usos industriales de los aceites de palma.
- [3] Corma, C. Martínez F. (2003). Process and catalysts for the production of epoxydes and hidroxyolated deri-

vatides of acids and esters of fatty acids. Universidad Politécnica de Valencia (España).

[4] Forero, R. (2003). Obtención Y Caracterización De Poliols A Partir De Aceite Epoxidado De Soya". Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química, Sede Bogotá.

[5] Garcés, P. (2005). Productos derivados de la industria de palma de aceite y sus usos. Cenipalma.

[6] Jaimes, D. (2004). Principales tecnologías para la elaboración de oleoquímicos a partir de los aceites de palma y palmaste. Revista Palmas Colombia. Vol. 25:47-66.

[7] Javni, I. et al. (2000). Thermal Stability of Polyurethanes based on Vegetable Oils. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol 77:1723-1734

[8] Kirk, Raymond E., Et al. (1986). "Enciclopedia de Tecnología Química". Hispanoamericana: México, Vol 8, p. 942.

[9] Mark, H. (1969). Encyclopedia Of Polymer Science And Technology: Plastics, Rubbers, Fibers. Editorial John Wiley & Sons.

[10] Medina, S. et al. (2005). Obtención de un poliols a partir de la hidroxilación de aceite de soya epoxidado. Informe Final Asignatura Planta Piloto, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química, Sede Bogotá.

[11] Moyano, F. (2003). Estudio de la factibilidad técnico económica para la fabricación de aceite epoxi-

dado de soya en Carboquímica S.A. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química, Sede Bogotá.

[12] Musante, R. et al. (2000). Kinetics of liquid-phase reactions catalyzed by acidic resins: the formation of Peracetic Acid for vegetable oil epoxidation. *Applied Catalysis. A. General* Vol 197 : 165 -173.

[13] Norma ASTM D 1652 – 90. (1990). Standard Methods for Epoxy content of epoxy resins.

[14] Norma ASTM D 3574-86. (1986). Standard Methods of Testing Flexible Cellular Materials-Slab, Bonded, And Molded Urethane Foams

[15] Ni, H.; Nash, H. (2002) Effect of catalyst of the reaction of and aliphatic isocyanate and water. *Journal of Polymer Science*, Vol 40:1677-1688

[16] Rios, L., et al. (2006). Caracterización textural y química de catalizadores Ti-SiO₂ usados en epoxidación de esteres grasos. Revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química, Sede Medellín. Vol. 73 (148).

[17] Saunders, J. Frisch, K. (1964). High Polymers VOL. XVI: Polyurethanes. Chemistry and Technology. Parte II Technology. Interscience Publishers: USA.

[18] Segura, A. Zambrano, K. (2003). Obtención de aceite epoxidado a partir de aceite de higuera y evaluación como Plastificante en compuestos de PVC. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química, Sede Bogotá.

Freddy Leonard Alfonso Moreno, Químico de la Universidad Nacional de Colombia especialista en Gestión Ambiental Urbana. Ex-asesor técnico científico en evaluación y análisis de riesgo ambiental, contaminación y toxicología ambiental por el uso, manejo y disposición de sustancias tóxicas de la Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria (CORPOICA). Investigador Grupo de Investigación en Biotecnología y Energías alternativas (IENA). Asesor y consultor en elaboración e implementación de planes de Manejo Ambiental para la Industria Química, Agropecuaria y Petrolera. Docente universitario en las áreas de Matemáticas, Química, Fisicoquímica, Termodinámica, Mecánica de fluidos, Instrumentación y análisis químico y Contaminación ambiental. flamoreno17@yahoo.com.ar