

Procedimiento para obtención de placas poliméricas reforzadas con fibra natural*

Process for Obtaining Polymeric Natural Fiber-Reinforced Sheets

Recibido: 21 de noviembre de 2013- Aceptado: 3 de septiembre de 2014

Para citar este artículo: A. Delgado, W. Aperador, O. Buitrago, «Procedimiento para obtención de placas poliméricas reforzadas con fibra natural (Smart Grids)», *Ingenium*, vol. 15, n. °30, pp. 67-72, octubre, 2014.



Arnoldo E. Delgado Tobón**

William Aperador Ch.***

Óscar Y. Buitrago ****

Resumen

En esta investigación se presenta una metodología para la elaboración de láminas compuestas de polietileno de baja densidad (LDPE) y fibra natural. El proceso de mezclado se realizó con un equipo de cámara interna tipo banbury a nivel de laboratorio. Posteriormente fue sometido al proceso de moldeo por compresión, para ello se utilizó una prensa hidráulica con sistema de calentamiento.

Inicialmente las láminas presentaron varios problemas de calidad entre ellos, presencia de burbujas, irregularidad superficial y geométrica. Mediante la aplicación de acciones correctivas tales como la aplicación de vacío en la etapa de mezclado, el laminado del material antes de ser puesto en el molde y la incorporación de fibra de tamaño de partícula entre 300-1000 μm se obtuvieron láminas de excelente acabado.

Palabras clave

Fibra natural, LDPE, WPC, moldeo por compresión.

* Artículo de investigación, producto derivado del proyecto de investigación *Evaluación de polímeros reforzados con fibras naturales y su implementación en procesos*, realizado en el grupo *Energía Alternativa* de la Universidad Militar Nueva Granada. Proyecto realizado desde julio de 2012 hasta julio de 2013.

** M. Sc. Universidad de los Andes. Profesor Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y Universidad Militar Nueva Granada. E-mail: arnoldo.delgado@unimilitar.edu.co

*** Universidad del Valle. Profesor Universidad Militar Nueva Granada. E-mail: william.aperador@unimilitar.edu.co

**** M. Sc. Universidad de los Andes. Profesor Universidad Militar Nueva Granada. E-mail: oscar.palacio@unimilitar.edu.co

Abstract

In this research, a methodology for the preparation of compound of low density polyethylene (LDPE) and natural fiber sheet. The mixing was performed in a laboratory scale Banbury. It was subsequently subjected to compression molding process, for it was used a hydraulic press with heating. Initially the sheets has several quality problems including the presence of bubbles, surface irregularity and geometric. By applying corrective actions such as applying a vacuum in the mixing step, the laminate material before being placed in the mold and the incorporation of fiber particle size between 300-1000 microns sheets obtained excellent finish.

Keywords

Natural fiber, LDPE, WPC, compression molding.

1. Introducción

La importancia de las fibras vegetales como material de refuerzo radica en la posibilidad de ser utilizadas como material de refuerzo en compuestos poliméricos debido a características tales como baja densidad, origen renovable y biodegradabilidad. En la actualidad estos materiales se conocen con el término WPC (*Wood Plastic Compositions*) [1,2].

La reducción de tamaño de la fibra natural (fase dispersa), es un parámetro que influye en las propiedades mecánicas del compuesto. Existe una longitud de fibra crítica para aumentar la resistencia y la rigidez del material compuesto. Esta longitud crítica l_c depende del diámetro d de la fibra, de la resistencia a la tracción σ_f y de la resistencia de la unión matriz-fibra λ_c , de acuerdo con:

$$l_c = \frac{\sigma_f * d}{\lambda_c}$$

Cuando la longitud de la fibra es mayor que la longitud crítica (l_c) se denominan fibras continuas y se obtiene un reforzamiento efectivo; en cambio, cuando se tiene un caso contrario, es decir la longitud de la fibra menor que l_c , se denominan discontinuas o fibras cortas y es en estas en donde la matriz se deforma alrededor de la fibra de modo que apenas existe transferencia del esfuerzo y el efecto del reforzamiento de la fibra es mínimo [3].

La fibra natural como tal tiene baja adhesión interfacial con los polímeros debido a su carácter hidrofílico; para mejorar la adhesión interfacial fibra-matriz, se ha desarrollado una serie de tratamientos superficiales tipo mercerización y acetilación. La mercerización es un proceso por el cual se remueven sustancias grasosas y aceites naturales de la superficie externa de la fibra, además este tratamiento deja descubiertas las fibras elementales generando una superficie rugosa haciendo que aumente el área superficial [4].

El objetivo de este estudio es presentar la metodología necesaria para la elaboración de placas reforzadas con fibra natural, la cual consiste en reducir de tamaño la fibra, realizar el tratamiento superficial, mezclar la fibra con el polímero y finalmente efectuar el proceso de prensado por compresión.

II. Materiales y métodos

Materiales

La fibra natural de Retamo Liso (*Teline monspessulana*); polietileno de baja densidad (LDPE) Polifen® 641, MFI: 1,7-2,3 g/10 min, fabricado por Ecopetrol®; lubricante externo: ácido estéarico producido por industrias DERSA®, hidróxido de sodio y agua destilada.

Procedimiento

Tratamiento superficial de la fibra de Retamo Liso

La reducción de tamaño de la fibra natural se realizó en un molino de martillos, marca DPM Junior Nogueira, con 3500 rpm y 3 HP de potencia. El tamaño de la fibra molida y tamizada está entre $300\ \mu\text{m}$ y $1000\ \mu\text{m}$. Posteriormente, la fibra fue sumergida en solución de NaOH al 30 %, durante 2 horas, a 23°C , con agitación manual cada 15 minutos. La fibra fue lavada por inmersión en agua destilada para eliminar residuos del hidróxido de sodio. El secado se realizó en un horno con recirculación forzada Quincy Lab® durante 23 horas a 100°C , (ver figura 1). La fibra se colocó sobre papel aluminio, el valor final de humedad fue 0,17 %.



Figura 1. Procedimiento de secado de la fibra natural

Mezclado de LDPE con fibra natural

El equipo utilizado fue un mezclador interno tipo banbury con capacidad de $60\ \text{cm}^3$, formado por 2 rodillos triangulares estriados, con una separación de 9,5 mm entre ellos,

la distancia de los lados de los rodillos triangulares es de 33,6 mm y una longitud de 49 mm, (ver figura 2 a).

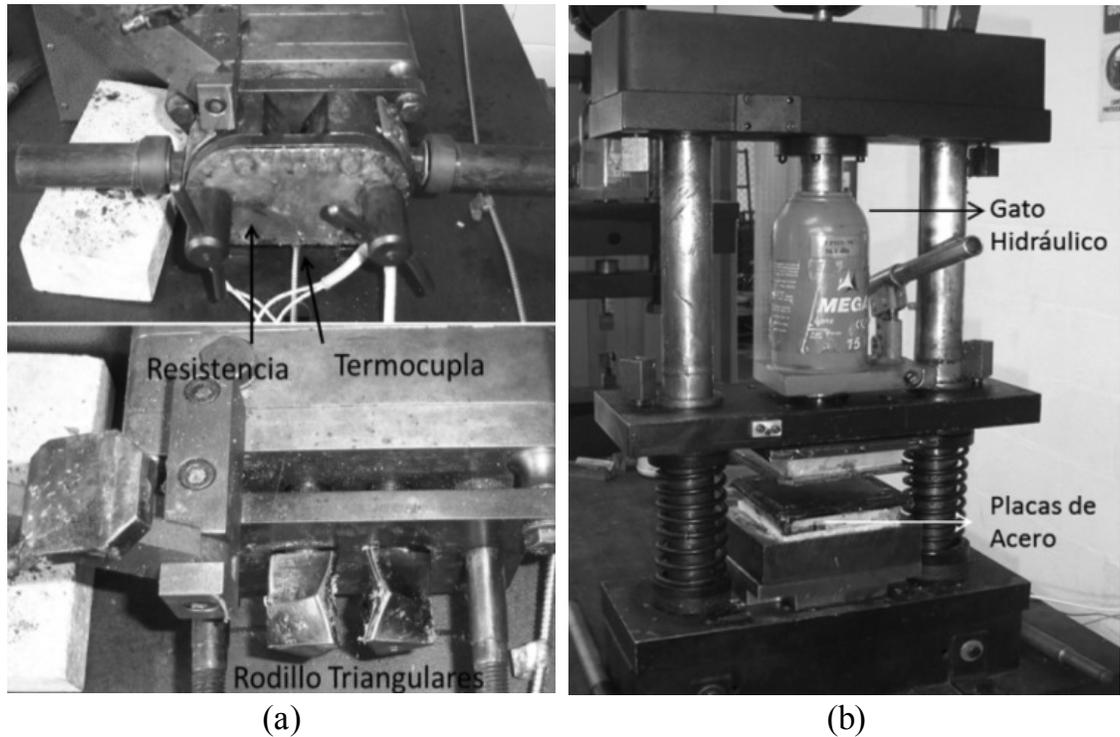


Figura 2a) Mezclador interno tipo banbury. b) Prensa hidráulica

El mezclador es activado y manejado con el software LABVIEW® versión 8.0, posee una resistencia encargada de aumentar la temperatura del mezclador y controlada por medio de una termocupla, posee un torque máximo de 10 N/m. El intervalo de temperatura de mezclado fue: 120-140°C. Inicialmente se agregó lentamente 50 % del LDPE hasta lograr la fusión del polímero, en este comenzó la adición de un 20 % del total de fibra, se dejó que el torque se estabilizara durante dos (2) minutos. Se adicionó el lubricante externo y se continuó dosificando lentamente el 50 % faltante del LDPE, cuando todo el polímero estuvo fundido se agregó progresivamente la fibra restante, dos minutos después de la adición total de la fibra se terminó el ciclo de mezclado, el tiempo total del proceso fue 10 minutos.

Moldeo por compresión

Se utilizó una prensa hidráulica (ver Figura 2b) con sistema de generación de calor mediante resistencias. Las condiciones de operación fueron: temperatura 160°C, presión inicial de trabajo 450 kgf/cm², el área del molde: 15 cm* 15 cm, espesor 0.3 cm. 35 gramos de muestra se colocaron en el molde, el tiempo de prensado fue 6 minutos. Para facilitar el desmoldeo se impregnó previamente el molde con desmoldeante tipo silicona.

III. Análisis y discusión de resultados

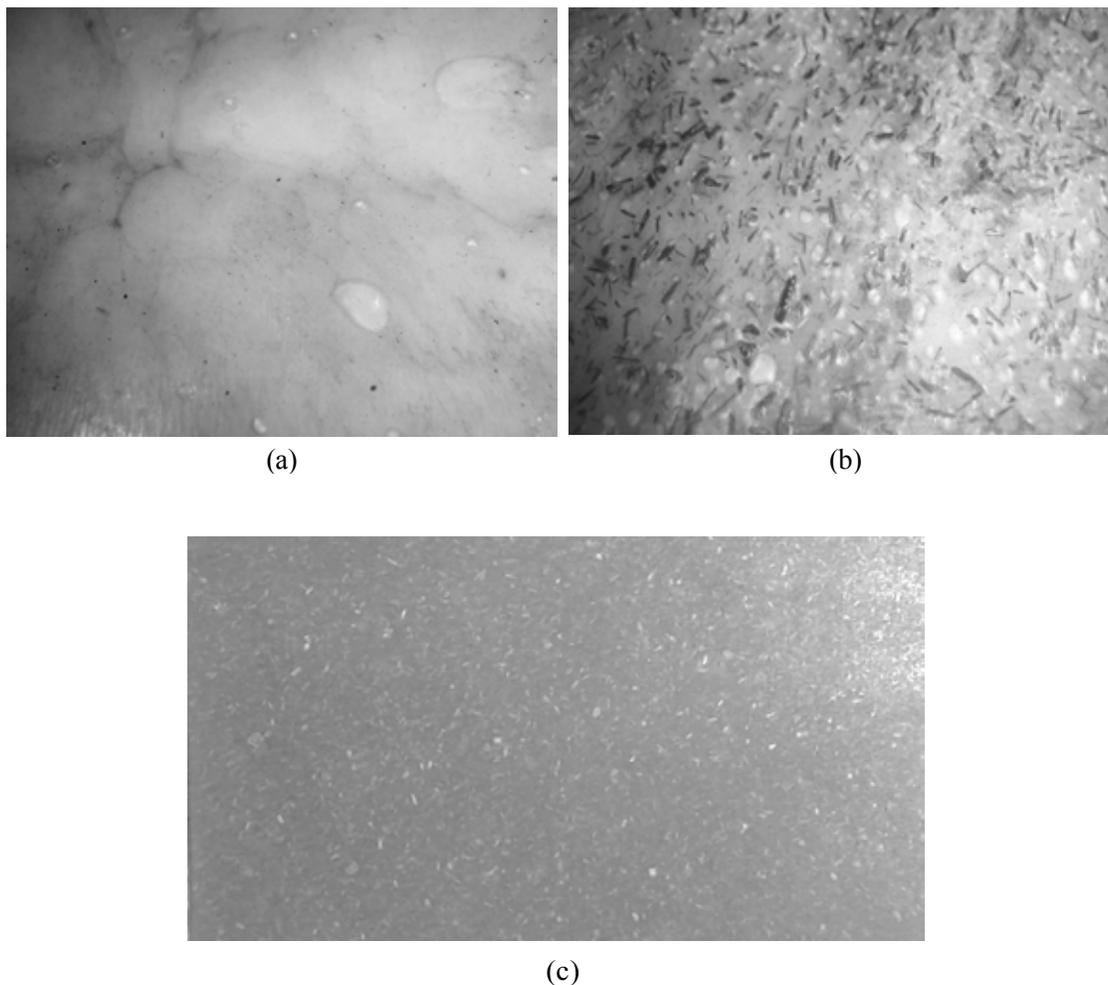


Figura 3. Placas de LDPE con fibra natural: a) 5 % fibra; b) 40 % fibra c) 40 % de fibra con tratamiento de vacío

La primera placa contiene 5 % de fibra (figura 3a), presenta irregularidades en la superficie debidas a la presencia de burbujas, también en la segunda placa que contiene 40 % de fibra (figura 3b) se observa la presencia de burbujas. Se descartó que la presencia de humedad en la fibra fuera la responsable de estas irregularidades debido a que el polímero sin fibra también presentó los mismos defectos. Se modificó la presión específica de cierre en el molde, sin resultados favorables.

Se observó que el material mezclado presentaba burbujas debido a la presencia de aire atrapado durante el proceso de mezclado, se procedió a realizar la mezcla y aplicar vacío en la parte final del ciclo, se utilizó fibra con distribución de tamaño comprendido entre 300-1000 μm y el compuesto fue laminado en un cálander antes de ser prensado. El resultado que se obtuvo fue exitoso, se obtuvieron láminas homogéneas, de espesor similar y sin defectos (ver figura 5c).

La dureza de los compuestos fue superior a 95 shore A. Las densidades de las placas con 5 % y 40 % de fibra fueron 0,92 y 0,88 g/cm³ respectivamente. Lo cual demuestra la ventaja del uso de la fibra para fabricar compuestos livianos con respecto a cargas minerales.

IV. Conclusiones

La fabricación de láminas compuestas de LDPE y fibra natural mediante moldeo por compresión requiere que el proceso de mezclado sea homogéneo. Se debe eliminar la presencia de aire atrapado, aplicando vacío.

La elaboración de preformas con el compuesto previo al moldeo, ayuda a la obtención de láminas con excelente acabado.

Referencias

- [1] Nabi, D., Jog, J. – Adv. Polym. Technol., 18, p. 351-363 (1999).
- [2] Westman, M. P.; Fifield, L.S.; Simmons, K.L.; Laddha, S. G. & Kafentzis, T.A. *Natural fiber composites: a review*, U.S. Department of Energy, Washington (2010).
- [3] Callister, W. "Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales 2", Barcelona - España, (2007).
- [4] Mwaikambo, L.Y. & Ansell, M. P. "The effect of chemical treatment on the properties of hemp, sisal, jute and kapok fibres for composite reinforcement", Germany (2000).
- [5] Sánchez, L.A. "Influencia del proceso de reciclado sobre las propiedades de los materiales compuestos obtenidos por inyección de poliestireno reforzado con fibras lignocelulosicas", Tesis doctoral, Universidad de Gerona, España (2004).