

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA Y OTROS PARÁMETROS EN LAS PROPIEDADES REOMETRICAS DE COMPUESTOS VULCANIZADOS EPDM/SÍLICE

M.N. Ichazo^{1*}, C. Albano², M. Hernández¹, J. González¹, A. Carta²

1: Departamento de Mecánica, Grupo de Polímeros II, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

2: Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería., Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

* E-mail: michazo@usb.ve

Trabajo presentado en el XIII COLOQUIO VENEZOLANO DE POLÍMEROS, 11 al 14 de Mayo de 2009 (Naiguatá, Venezuela).

Selección de trabajos a cargo de los organizadores del evento.

Disponible en: www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html

Abstract

In this work we present the influence of different curing systems and temperature on the rheometric and tensile properties of Ethylene-Propylene-Diene (EPDM) formulations filled with precipitated silica of two different particle sizes.

Keywords: EPDM, Precipitated silica, Particle size, Rheometric properties, Tensile properties

Palabras Claves: EPDM, Sílice precipitada, Tamaño de partícula, Propiedades reométricas, Propiedades tensiles

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación comercial de elastómeros requiere frecuentemente del uso de cargas particuladas con el fin de obtener las propiedades deseadas. Las Sílices, además del negro de carbono, son las cargas más utilizadas en este tipo de materiales (1-2).

2. PARTE EXPERIMENTAL

Los Compuestos fueron preparados en base a un terpolímero Etileno-Dieno-Propileno (EPDM) Nordel IP NDR 4640 y Sílice precipitada (Si) marca Rubbersil, de dos tamaños de partícula (Área superficial 150, and 250 m²/g) La Tabla 1 muestra los diferentes sistemas de curado utilizados, mediante azufre (S) o peróxido (P). Los Compuestos fueron preparados en un mezclador interno tipo Banbury® siguiendo el procedimiento de mezclado sugerido en la norma ASTM D3568. Las propiedades características del curado (reométricas) fueron estudiadas utilizando un reómetro sin rotor o de placas, modelo EKT-2.000SP de acuerdo a la norma ASTM D5289. Las propiedades tensiles se determinaron siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM D412.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra los parámetros reométricos obtenidos para las formulaciones de o EPDM sin sílice (00Si) y con 20 ppc de Sílice (20Si) de dos

tamaños de partícula (Si₍₁₅₀₎ y Si₍₂₅₀₎), utilizando dos sistemas de curado (S y P) y a las temperaturas de 160 y 170 °C. El máximo torque elástico (MH) obtenido para los compuestos de EPDM no cargados curados con los dos sistemas descritos presentan valores similares tanto a 160 °C como a 170 °C, lo que indica que la temperatura no afecta significativamente esta propiedad. El tiempo de inducción, conocido como tiempo scorch (t_s), disminuye apreciablemente cuando se utiliza P como el iniciador, mientras que el tiempo necesario para que se alcance el 90% del torque máximo (t₉₀), conocido como tiempo de curado, es superior al registrado cuando se utiliza S como iniciador. Considerando que el proceso de curado con peróxido es más prematuro y más lento que con azufre y también se hace más dificultoso el control de la velocidad de curado del EPDM, ya que la misma dependerá de la estabilidad térmica de P, se seleccionó el sistema de curado con S para la vulcanización de las formulaciones de EPDM con sílice (Si).

La Tabla 2 también muestra la influencia de la temperatura sobre las características de curado de los compuestos de EPDM con 20 ppc de Si de diferentes áreas superficiales (AS) de partícula. El efecto más resaltante de aumentar la temperatura de curado en 10 °C es la disminución a casi la mitad de los valores de t₉₀. Destacan los altos valores de este parámetro aún a 170 °C al compararlos con los del EPDM no cargado.

En la Tabla 3 se aprecia el efecto rigidizante (MH aumenta) que la carga le confiere a el EPDM cuando se incrementa su proporción. Debe destacarse sin embargo, que la incorporación de 40 ppc de la carga con menor tamaño origina una ligera a disminución en MH. El valor de t_{90} aumenta considerablemente con el contenido de Si para los dos tamaños de particular estudiados. Este efecto puede ser atribuido a la mayor adsorción de los acelerantes por la superficie ácida de la sílice.

Adicionalmente la Tabla 3 muestra como la Resistencia máxima a la ruptura (σ_r) aumenta con el contenido de Sílice. El valor de esta propiedad para el EPDM no cargado fue de 2 MPa. La sílice de menor tamaño de partícula produce, en general, un mayor reforzamiento al EPDM, aun cuando la Resistencia tensil del compuesto con Si(250) presenta un máximo para 30 ppc de Si. Debe destacarse que durante el mezclado en el Banbury, cuando hay un aumento abrupto de la temperatura (como ocurrió para la mezcla de EPDM con 40 ppc de Si₍₂₅₀₎), el proceso debe ser interrumpido al alcanzar los 170 °C de acuerdo a lo establecido en la Norma ASTM D3568. El hecho de haber tenido un menor tiempo de mezclado para esta formulación, afectó probablemente la buena dispersión de la Si en la matriz del EPDM y ello justificaría la disminución de los valores de MH y de σ_r para esta formulación

Tabla 1. Sistemas de curado

Materiales	Sistema de curado	
	S	P
EPDM, ppc	100	100
Azufre, ppc	1,5	-
MBT ¹ , ppc	1	-
TMTD ² , ppc	1,5	-
Acido esteárico, ppc	1	-
ZnO ³ , ppc	5	-
Peróxido de dicumilo, ppc	-	0,25

¹ 2- Mercaptobenzotiazol, ² Disulfuro de tetrametil tiurano, ³ Oxido de Zinc

Tabla 2. Efecto de la temperatura y del sistema de curado sobre las propiedades de curado de EPDM y EPDM-Si.

Formulation	T (°C)	MH (dN.m)	t _s (min)	t ₉₀ (min)
EPDM-00Si-S	160	16,6	2,2	11,5
	170	16	1,4	6
EPDM-00Si-P	160	16,4	0,9	14,1
	170	15,7	0,6	6,5
EPDM-20Si ₍₁₅₀₎ -S	160	21,9	1,0	17,8
	170	21,7	0,7	9,6
EPDM-20Si ₍₂₅₀₎ -S	160	19,5	1,1	23,6
	170	20,8	0,7	14,3

Tabla 3. Parámetros de curado y Resistencia tensil de las formulaciones con Si de diferentes tamaños a 170 °C,

A S, m ² /g	150			250		
Si, ppc	10	30	40	10	30	40
MH, dN.m	19	23,4	28	19	22,4	20
t _s , min	1	0,8	0,6	0,9	0,6	0,7
t ₉₀ , min	5,6	22,9	26	6,3	23	24
σ_r , MPa	2,5	8,7	9,1	3,0	12	4,0

4. CONCLUSIONES

Se determinó que el sistema de curado con azufre era el más adecuado para el EPDM utilizado porque otorga mayor seguridad y requiere un menor tiempo de curado. Una temperatura de 170 °C acelera apropiadamente el curado. La adición de Si al EPDM proporciona un aumento en MH y t_{90} y una ligera disminución en t_s . La adición de 30 ppc de sílice del menor tamaño de partícula (Si₍₂₅₀₎), originó un incremento del 500% en el valor de la resistencia tensil del compuesto elastomérico.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Suzuki N., Ito M. and Yatsuyanagi F., *Polymer*, 2005; **46**; 193-20.
- [2] Leblanc J.L., *Progress in Polymer Science*, 2002; **27**; 627-687.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte financiero que brindaron las siguientes instituciones: FONACIT a través del proyecto S1-2002000518 y la Universidad Simón Bolívar a través del Grupo G-14. También queremos agradecer a la compañía GLASSVEN C. A. por suministrarnos de forma gratuita las sílices utilizadas en este trabajo.