

Estudio de la relación entre propiedades físicas y viscoelásticas en formulaciones elastoméricas

Martinez, G.⁽²⁾; Fernandez, R.⁽²⁾; Rehak, L.⁽ⁱⁱ⁾

⁽ⁱ⁾ INTI-Caucho

⁽²⁾ Segemar

⁽ⁱⁱ⁾ Universidad Simón Bolívar; República de Venezuela

Introducción

Los elastómeros son materiales muy utilizados por su capacidad de deformarse ampliamente si se les aplica una fuerza y retomar sus dimensiones originales una vez que esa fuerza deja de actuar, restituyendo la energía que almacenaron en la deformación. En el presente trabajo se propone estudiar el efecto en las propiedades del caucho natural (NR), el caucho estireno-butadieno (SBR) y el caucho nitrilo (NBR) al incrementar la proporción de negro de humo, variar el tamaño de partícula e índice de estructura así como aumentar la proporción de azufre y acelerante. El objetivo y alcance del trabajo es estudiar el efecto en las propiedades físicas y viscoelásticas de los elastómeros, al variar la proporción de negro de humo, acelerante y azufre en sus formulaciones, observar el efecto del envejecimiento térmico y relacionar la tangente delta con las propiedades físicas de los mismos.

Metodología / Descripción Experimental

Materiales Caucho natural NR SMR 20, Caucho estireno-butadieno (SBR) 1502, Caucho nitrilo (NBR), ácido esteárico, óxido de zinc, azufre, antidegradante, aceite parafínico, aceite aromático, negro de humo, bisulfuro de dibenzotiazilo (MBTS), benzotiazol monosulfúrico (MBT), N-ciclohexil-benzotiazol sulfenamida (CBS), tetrametil tiuram monosulfúrico (TMTM), tetrametil tiuram disulfúrico (TMTD), dietilditiocarbamato de zinc (ZDEC).

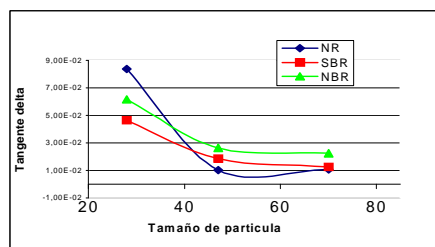
Métodos y Equipos

Se diseñaron formulaciones para estudiar el efecto de:

- La variación de la proporción de carga-tamaño de partícula e índice de estructura del negro de humo
- Variación de la proporción de azufre y de la variación y tipo de acelerante
- Variación del sistema de aceleración (eficiente, semi eficiente y convencional)

Para cada formulación diseñada se siguió el siguiente procedimiento:

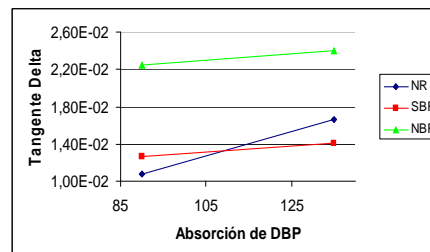
Mezclado, reometría, vulcanizado, propiedades de tracción, dureza, resistencia a la abrasión, deformación por compresión (Compression Set), resiliencia, envejecimiento térmico acelerado, medición de la tangente delta en el Analizador dinámico termomecánico (DMTA) Rheometrics SCI.

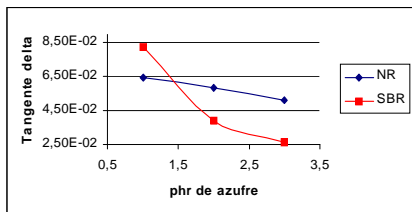


RESULTADOS Y DISCUSION

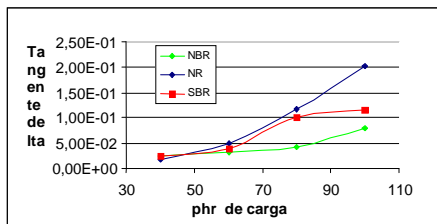
Tangente delta es una medida del grado de "imperfección" de la elasticidad de un caucho, o sea la fracción de energía absorbida que no se restituye sino que se disipa generalmente en forma de calor.

Aplicación práctica en productos: De acuerdo a la utilización final de la pieza se requieren distintos valores de tangente delta, por ejemplo, si se trata de un amortiguador de impactos conviene que posea un valor alto, en el caso de una pieza que requiera rebote (pelota de tenis) el valor debe ser bajo. De allí la importancia de conocer las variaciones de la tangente en función de las variaciones en los ingredientes de la formulación. En el gráfico se observa que al aumentar la proporción de azufre la tangente delta disminuye.





Por otro lado, al utilizar la misma proporción de negro de humo y variar el tamaño de partícula y la estructura del mismo, se ve afectada la tangente delta. A mayor índice de estructura y menor tamaño de partícula, más superficie específica y mayor valor de la tangente delta. Efectos que se observan en los



siguientes gráficos

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir lo siguiente:

El valor de la tangente delta disminuye al aumentar la proporción de azufre y de acelerante, debido a que a mayor densidad de entrecruzamiento se limita el movimiento molecular, que es el que promueve la disipación de energía. Al aumentar la proporción de negro de humo con mayor área superficial, el valor de la tangente delta aumenta, ya que la energía recibida en la deformación es utilizada para romper los agregados primarios que forman las partículas de negro de humo, por lo que se produce la disipación de energía. Las formulaciones que contienen acelerantes tipo ditiocarbamatos, generan elastómeros que poseen un tiempo de curado y una densidad de entrecruzamiento menores que las que contienen acelerantes tipo tiuran.

Las formulaciones que contienen acelerantes tipo mercapto, generan elastómeros que poseen un tiempo de curado y una densidad de entrecruzamiento menores que las que contienen acelerantes tipo sulfenamidas.

Las formulaciones que contienen acelerantes tipo tiazoles como acelerantes primarios y ditiocarbamates o tiuran como secundarios, presentan sinergismo en cuanto a la velocidad de curado y al grado de entrecruzamiento.

REFERENCIAS

- Royo, J. "Propiedades dinámicas de los elastómeros". Cauchotecnia 1(3), 9-61, 1994
- Royo, J. "Manual de Tecnología del Caucho", 2da ed. Consorcio Nacional de Industriales del Caucho". España, 13-20, 1991
- Caruthers, J. Cohen R; Medalia A. "Effect of Carbon Black on Histeresis of Rubber Vulcanizates: Equivalence of Surface Area and Loading". Rubber Chemistry and Technology 49 (4), 1076, 1976
- Friedenthal, E. "Tecnología Básica del Caucho", cursos CITIC, Argentina, 1999
- Nieuwenhuizen, P; Reedijk, J. "Tiuram and dithiocarbamate-accelerated sulfur vulcanization from the chemist's perspective; methods and mechanism reviewed". Rubber Chemistry & Technology, 70 (3), 369, 1997
- Hoffman, W. "Vulcanization and vulcanizing agents", Palmerton Publish. Co, Inc, USA 119-161, 1967
- Manik, S. " Sulfenamide accelerated sulfur vulcanization of natural rubber in presence and absence of dicumyl peroxide", Rubber Chemistry & Technology, 43 (6), 1311, 1970
- Kempermann, T "Efectos sinérgicos en los acelerantes de la vulcanización" Informaciones Bayer para la industria del caucho,43,3,1986