Regresa al Indice

# Desempeño Mecánico en Poliestirenos de Alto Impacto

R. Díaz de León, G. Morales, L. F. Ramos De Valle y P. Acuña

Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Boulevard Enrique Reyna Hermosillo No. 140, (25100) Saltillo, Coahuila; México.
e-mail:gmorales@polimex.ciqa.mx

## INTRODUCCION

Cuando se lleva a cabo la incorporación de una fase elastomérica en forma de partículas en matrices frágiles vítreas, dichas partículas pueden actuar como concentradoras de esfuerzos aumentando significativamente la deformación plástica en la matriz a través de la formación de microfallas. A partir de este proceso, se puede absorber una gran cantidad de energía permitiendo que los materiales reforzados con hule exhiban una elevada tenacidad [1]. En cuanto a la deformación de HIPS, se ha reportado que entre los factores más importantes a considerar en la fase dispersa para obtener desempeños adecuados en las propiedades finales, son el tamaño y tipo de las partículas, además de considerarse como imperativo la existencia de una adhesión interfacial adecuada entre la fase dispersa y la fase continua de forma de asegurar la transferencia efectiva de esfuerzos entre partícula y matriz [2]. En el presente trabajo se llevó a cabo la obtención de una serie de poliestirenos de alto impacto (HIPS) modificados con hule estireno-butadieno (SBR), en función de la concentración de iniciador y de agente de transferencia de cadena donde se varió además la concentración de SBR y la composición de polibutadieno (PB) en el SBR, con la finalidad de provocar cambios en la fase dispersa y establecer una relación entre éstos y las propiedades mecánicas.

## PARTE EXPERIMENTAL

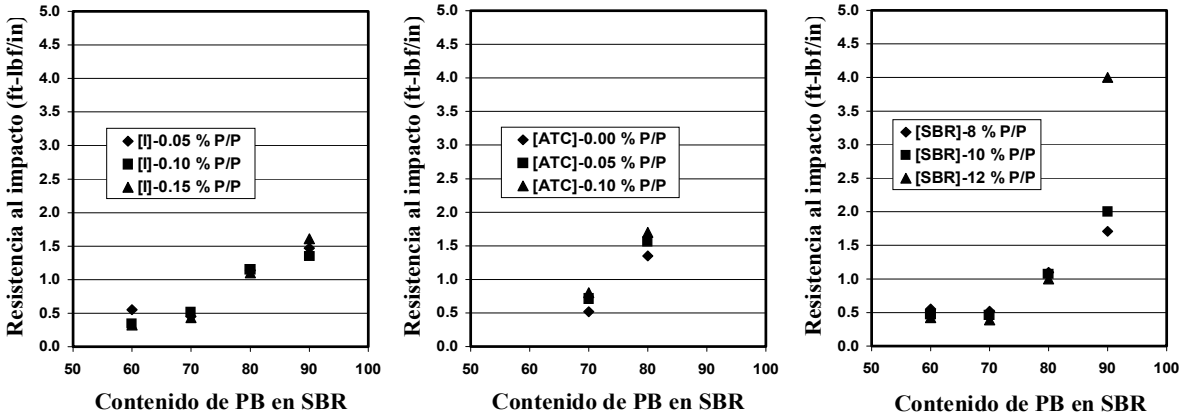
Empleándose 4 diferentes SBR´s con contenido de PB de 60, 70, 80 y 90 % en peso, y bajo 3 diferentes concentraciones de SBR (8, 10 y 12 % en peso), se prepararon HIPS mediante el proceso de polimerización masa-suspensión, usando 3 diferentes concentraciones de peróxido de benzoílo como iniciador (0.05, 0.10 y 0.15 % en peso) a $80^0$C. Asimismo, en algunos casos se adicionaron 3 diferentes concentraciones de t-dodecyl-mercaptano (0.05, 0.10 y 0.15 % en peso) al inicio de la polimerización en masa. Posteriormente, los HIPS obtenidos se formularon con 0.6 phr de BHT, 0.4 phr de Irganox y 0.1 phr de Tinuvin y se moldearon a $200^0$C. De los especimenes obtenidos se determinaron las propiedades mecánicas. La resistencia al impacto IZOD se determinó de acuerdo a la norma ASTM D-256. El esfuerzo de tensión en el punto de cedencia se determinó de acuerdo a la norma ASTM D-638. Por su parte, el análisis con microscopía electrónica de transmision se realizó en un equipo JEOL TEM a 10kV sobre muestras teñidas con tetraóxido de osmio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta la variación de la resistencia al impacto en función de la variación en la concentración de iniciador, agente de transferencia de cadena (ATC) y SBR. Por su parte, en la Figura 2 se presenta la resistencia al impacto y el diámetro de partícula de la fase "*elastomérica*" en función del contenido total de PB en el HIPS (el cual es el producto de la composición de PB en el SBR por la concentración del SBR en el HIPS).

Regresa al Indice

En la Figura 1 a) se observa, para cada sistema evaluando que, la resistencia al impacto disminuye ligeramente por incrementos en la concentración de iniciador; aumenta con la concentración de ATC (Figura 1 b) y no se ve afectada significativamente por variaciones en la concentración de SBR, excepto cuando se trata del SBR con contenido de PB del 90% (Figura 1 c), en cuyo caso la resistencia al impacto aumenta marcadamente desde 1.5 (*con 8% de SBR*) hasta 4.0 ft-lb/in (*con 12% de SBR*). Asimismo, es importante observar que en general, la resistencia al impacto aumenta significativamente al aumentar el contenido de PB de 70 a 90% en el SBR utilizado, independientemente del parámetro de síntesis que se analice.



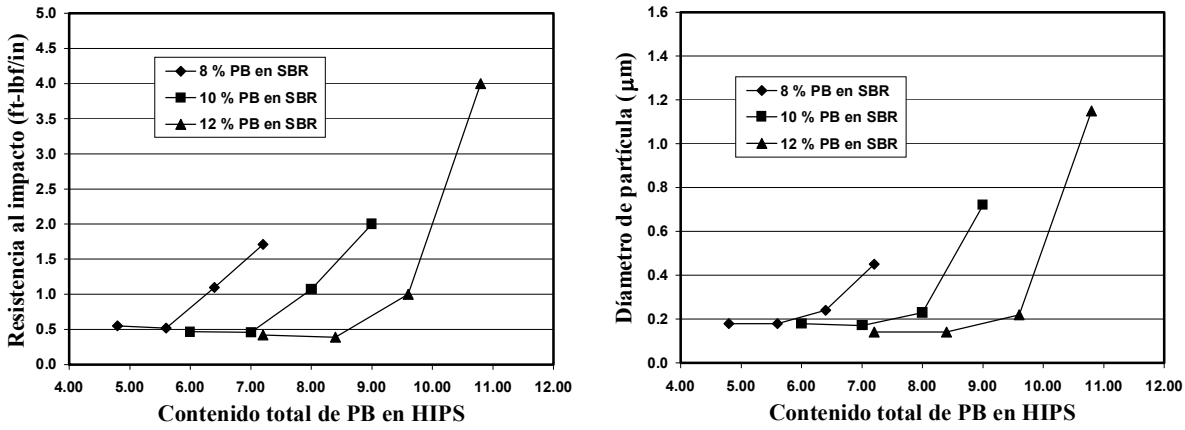

a) b) c)

Fig. 1: Resistencia al Impacto vs tipo de SBR (60, 70, 80 y 90% de PB), para diferentes contenidos de: a) iniciador, b) ATC y c) SBR.

Por otro lado, de la Figura 2 se observa que la resistencia al impacto está fuertemente asociada al tamaño de partícula de la fase "*elastomérica*", de manera semejante a lo reportado en la literatura [3, 4], más que al contenido total de polibutadieno en el HIPS. Se observa por ejemplo en la Figura 2 b), que el HIPS con 10% de SBR con 90% de PB (contenido total de polibutadieno de 9.0%), tiene un tamaño de partícula de la fase "*elastomérica*" de 0.7 µm y alcanza una resistencia al impacto de 2.0 ft-lb/in (Figura 2 a); mientras que el HIPS con 12% de SBR con 80% de PB (contenido total de polibutadieno de 9.6%), tiene un tamaño de partícula de 0.2 µm y alcanza sólo una resistencia al impacto de 1.0 ft-lb/in (Figura 2 a).

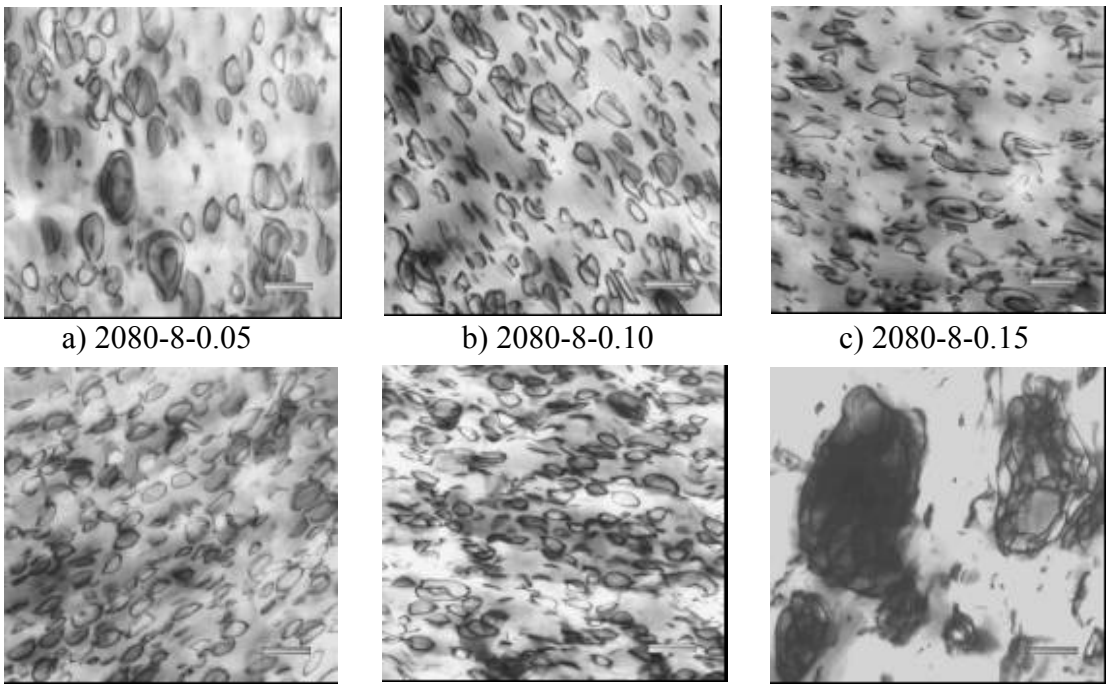
De acuerdo a las micrografías obtenidas por vía TEM (Figura 3) (donde para efectos prácticos se muestra solamente el sistema con 80% en peso de PB) se observa que el tamaño de partícula de la fase "*elastomérica*"disminuye al incrementar la concentración de iniciador (Figura 3 a, b y c; permanece prácticamente constante al variar la concentración de SBR (Figura 3 b, d y e), pero aumenta marcadamente al emplear agente de transferencia de cadena (Figura 3 b y f).

Regresa al Indice




a) b)

Fig. 2: Resistencia al Impacto y diámetro de partícula de la fase "*elastomérica*" en función del contenido total de PB en el HIPS.



a) 2080-8-0.05 b) 2080-8-0.10 c) 2080-8-0.15

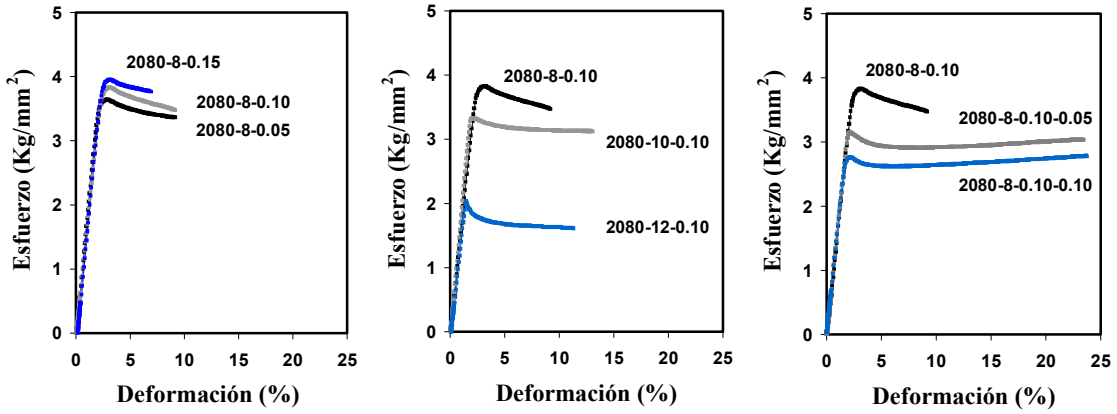
d) 2080-10-0.10 e) 2080-12-0.15 f) 2080-8-0.10-0.10

Figura 3. Micrografías obtenidas para el sistema con composición PS/PB: 20/80 variando la concentración de: iniciador, SBR y agente de transferencia de cadena.

Nota: los números en cada micrografía representan de izquierda a derecha; el contenido de PB en el SBR, la concentración de SBR, la concentración de iniciador y la concentración de agente de transferencia de cadena (cuando corresponda). La barra situada en la parte inferior derecha equivale a 50 nm.

Regresa al Indice

En la Figura 4 se presentan las curvas esfuerzo vs deformación para el sistema con 80 % de PB en el SBR, en función de la concentración de iniciador, concentración de SBR y concentración de agente de transferencia de cadena.




a) b) c)

Figura 4. Comportamiento tensil en función de la concentración de: a) iniciador, b), SBR y c) agente de transferencia de cadena para el sistema con 80 % de PB en el SBR.

Se observa que el esfuerzo de tensión en el punto de cedencia se incrementa muy ligeramente con la concentración de iniciador, debido a una disminución en el tamaño de partícula y por ende en la fracción volumen. Bajo estas circunstancias el material se vuelve más rígido por lo que el esfuerzo para provocar la cedencia en el material aumentan. Por otro lado, disminuye ligeramente con la concentración de ATC, debido ahora al incremento en el tamaño de partícula. Finalmente, disminuye ligeramente al pasar de 8 a 10% de SBR en HIPS sin embargo, disminuye marcadamente al pasar de 10 a 12% de SBR debido al incremento de la fase elastomérica.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten establecer que, la resistencia al impacto y el esfuerzo de tensión en el punto de cedencia, se ven fuertemente afectadas por el tamaño de partícula de la fase "*elastomérica*". A su vez, el tamaño de partícula depende de la concentración de iniciador o de ATC, así como del tipo de SBR utilizado (i.e. del contenido de PB en el SBR) fundamentalmente en el caso de SBR´s con alto contenido de PB (i.e. 90%) y/o en concentraciones de 12% de SBR en HIPS.

## REFERENCIAS

1. Hobbs S. Y., Bopp R. C. and Watkins V. H., *Polymer Engineering and Science*, **23**, 380, (1983).
2. Michler G. H., *Acta Polymer*, **44**, 113 (1993).
3. Silberberg J. and Han C. D., *Journal of Applied Polymer Science*, **22**, 599 (1978).
4. Wagner E. R. and Robeson L. M., *Rubber Chem. Tech.*, **43**, 1129 (1970).