

Evaluación de la Resistencia en Fundido en mezclas de Polietileno de Baja Densidad- Poli(isobutileno)

Brenda Daniela Román Heredia

Universidad Autónoma de Chihuahua

Brenda.romanh@gmail.com

Erika Ivonne López Martínez

Centro de Investigación en Materiales Avanzados

erika.lopez@cimav.edu.mx

Sergio Gabriel Flores Gallardo

Centro de Investigación en Materiales Avanzados

sergio.flores@cimav.edu.mx

Alejandro Vega Rios

Centro de Investigación en Materiales Avanzados

alejandro.vega@cimav.edu.mx

Temática general: Materiales

Resumen

En el presente trabajo se evaluó la resistencia en fundido de una mezcla de Polietileno de Baja Densidad (LDPE)/Poli(isobutileno) (PIB) al variar la temperatura y presión de sostenimiento durante el proceso de inyección. La mezcla polimérica fue caracterizada reológicamente mediante reometría rotacional. De los resultados obtenidos, se encontró que la resistencia en fundido se ve disminuida con el aumento de la temperatura y presión de sostenimiento en el perfil de inyección.

Palabras clave: LDPE, PIB, temperatura, presión de sostenimiento.

Abstract

In the present work was evaluated the melt strength of a Low Density Polyethylene (LDPE) / Poly (isobutylene) (PIB) blend by varying the temperature and holding pressure during the injection process. The polymer blend was characterized rheologically by rotational rheometry. From the results obtained, it was found that the melt strength is diminished with the increase of the temperature and the holding pressure in the injection profile.

Key words: LDPE, PIB, temperature, holding pressure.

Introducción

La reología es una rama de la ciencia de la física que estudia el comportamiento de los fluidos sometidos a diferentes tipos de esfuerzos. Por lo tanto, la reología de los polímeros se ocupa de las deformaciones y el flujo de los materiales poliméricos. El comportamiento al flujo de los polímeros en fundido es una de las características más importantes en el proceso y manufactura de estos materiales. Por lo que el desarrollo de una descripción cuantitativa de los fenómenos del flujo basados en las propiedades del material y los parámetros de procesamiento es indispensable. Las propiedades de las piezas moldeadas por inyección, dependen de los parámetros de procesamiento como: presión de inyección, presión de sostenimiento, temperatura, velocidad de inyección entre otras (Ozcelik y col. 2008).

En los últimos años, la resistencia en fundido o (“*melt strength*”) de un polímero ha sido reconocida como uno de los parámetros de procesamiento más importantes. En la industria este término es utilizado para describir el comportamiento del polímero en estado fundido en procesos donde la deformación predomina en cada una de las operaciones, es decir el estiramiento de la masa fundida que está relacionada con los entrelazamientos de las cadenas moleculares del polímero y su resistencia a desenredarse bajo tensión. Las propiedades que afectan la resistencia en fundido son el peso molecular, las ramificaciones y la distribución del tamaño de las cadenas que conforman el polímero. A medida que cada propiedad se incrementa la resistencia al fundido o “*melt strength*” mejora a bajas velocidades de corte.

Recientemente, se han desarrollado métodos para medir esta propiedad, un ejemplo es mediante el barrido de frecuencia por reómetro rotacional, donde las mediciones se realizan en un rango de frecuencias de oscilación a una amplitud y temperatura constante. Mediante esta prueba el cruce del módulo de pérdida (G'') y el módulo de almacenamiento (G') son útiles para estimar la “*melt strength*” del material (Gao y col. 2015).

Mezger establece que, si comparativamente el punto de cruce en la curva de las funciones G'' y G' se da a bajas frecuencias esto indica la presencia de cadenas más largas o más ramificadas y/o mayor peso molecular del material y, por lo tanto, mayor resistencia en fundido. Si el cruce se mueve a altas frecuencias esto indica la presencia de cadenas más cortas o menos ramificadas y/o pérdida de peso molecular y, por lo tanto, menor resistencia en fundido (Mezger. 2011).

A consecuencia de lo anterior, el objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento reológico de la resistencia en fundido de una mezcla de LDPE/PIB ante un proceso de inyección cuando se utilizan distintas condiciones de procesamiento (presión de sostenimiento y temperatura).

2. Experimentación

2.1 Materiales

Los materiales utilizados fueron: polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés) Riblene MV-10R marca Polimeri Europa, de índice de fluidez 65 g/10 min y Poli(isobutileno) Oppanol B10 SFN marca BASF, en una relación en peso de 29/71.

2.2 Moldeo por Inyección

En el presente estudio se utilizó una máquina de inyección Negri Bossi V40-150 obteniendo probetas de forma circular y plana. Las temperaturas empleadas en la inyección fueron variadas, así como la presión de sostenimiento. En la Tabla 1 se muestran los perfiles de inyección bajo estudio.

Perfil	Presión de sostenimiento (bar)	Temperatura en la boquilla (°C)
1	85	210
2	85	190
3	85	180
4	75	195
5	55	195
6	75	210
7	55	210

Tabla 1. Perfiles de inyección bajo estudio

2.3 Caracterización

Para evaluar la resistencia en fundido de la mezcla de Polietileno de Baja Densidad/ Poli(isobutileno) procesado a diferentes temperaturas y presión de sostenimiento, se utilizó un reómetro rotacional modelo Physica MCR501 True Gap de Anton Paar, con geometría de platos paralelos, en un rango de frecuencia desde 0.02Hz a 628 rad/s, una deformación constante de 0.1% y una temperatura de 220 °C.

3. Resultados

Cuando un polímero es sometido a procesos de moldeo puede experimentar cierta degradación ya que está sujeto a altas velocidades de corte y temperatura teniendo como consecuencia cierta pérdida de peso molecular. Al sufrir dicha degradación el material presentará una disminución en sus propiedades mecánicas, térmicas y de flujo debido a un acortamiento de cadenas poliméricas (Rahimi y col. 2014)

Como se ha mencionado anteriormente, la respuesta reológica a bajas frecuencias, está cercanamente relacionada a la estructura molecular de la mezcla. La resistencia en fundido está relacionada con la presencia de largas cadenas ramificadas y la tasa de desenredo de cadenas con relación a la velocidad de corte, así como con el peso molecular de las mismas. Estas participan en la formación de interacciones intermoleculares en la fusión durante la elongación, aumentando la resistencia a la deformación (Fiel y col. 1999, Hemphill y col. 2007).

De acuerdo con Mezger, si el punto de cruce en la curva de las funciones G'' y G' se da a bajas frecuencias esto indica mayor resistencia en fundido. Si el cruce se mueve a altas frecuencias esto indica la presencia, menor resistencia en fundido (Mezger. 2011).

En las Figuras 1 y 2 se observa como se mueve el punto de cruce de G' y G'' al variar la presión de sostenimiento cuando es empleada una temperatura de 210°C y 195°C , respectivamente.

Según los resultados obtenidos, cuando el material se procesa a menor presión (55 bar), independientemente de la temperatura de la boquilla empleada durante la inyección, el valor del cruce de los módulos G' y G'' tanto en el eje horizontal como en el vertical es menor. Esto sugiere que se cuenta con mayor peso molecular, una distribución de pesos moleculares más amplia y, por lo tanto, mayor resistencia en fundido que cuando el material es procesado a mayor presión (75 bar). Esto se debe a que, al inyectar a 55 bares, las cadenas en estado fundido se encuentran más entrelazadas; por el contrario, cuando aumenta la presión, el valor de la resistencia en fundido o “melt strength” es menor debido a que con el aumento de la presión las cadenas son forzadas a alinearse en mayor grado encontrándose menos entrelazadas, lo que les da mayor movilidad.

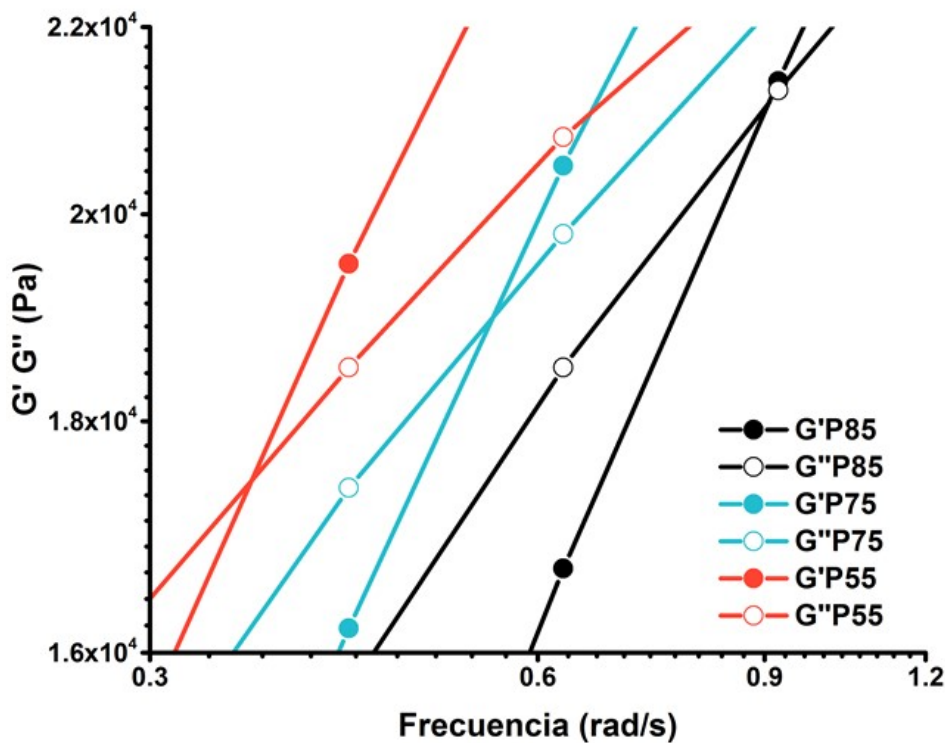


Figura 1. Barrido de Frecuencias de la mezcla de LDPE/PIB inyectada a 210°C y a distintas presiones de sostenimiento.

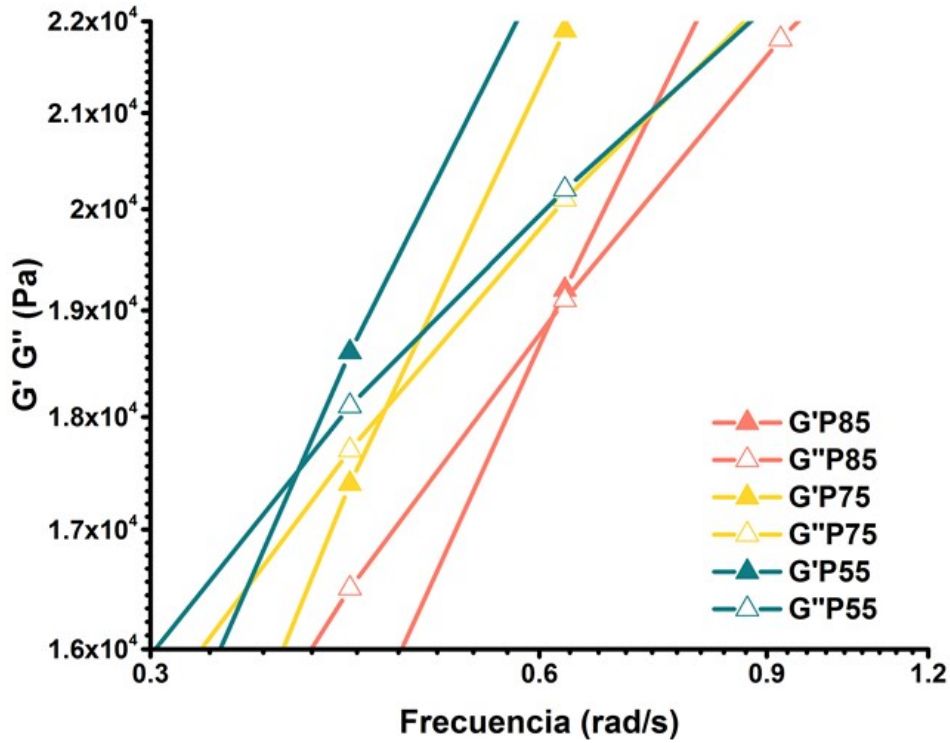


Figura 2. Barrido de Frecuencias de la mezcla de LDPE/PIB inyectada a 195°C y a distintas presiones de sostenimiento.

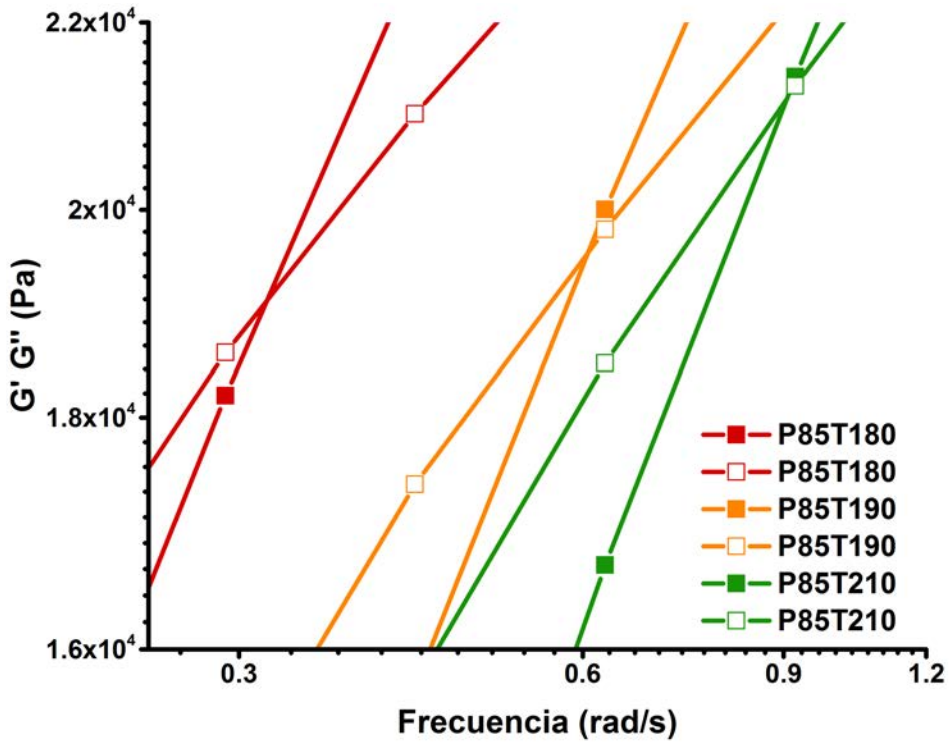


Figura 3. Barrido de Frecuencias de la mezcla de LDPE/PIB inyectada con una presión de sostenimiento de 85 bares y a diferentes temperaturas.

Por otra parte, al hacer el comparativo del cruce de G' y G'' de las mezclas moldeadas a distintas temperaturas empleando una presión de 85 bares (Figura 3) se observa que, conforme la temperatura de procesamiento se incrementa el valor del punto del cruce de los módulos G' y G'' se va recorriendo a altas frecuencias (valores mayores en el eje x y mayor valor en el eje y). Esto se atribuye a que, al aumentar la temperatura se puede incrementar el acortamiento de las cadenas poliméricas lo que disminuye el peso molecular, afecta la distribución de peso molecular haciéndola más angosta y, por ende, reduce la resistencia en fundido del material. Este comportamiento es similar al reportado por Lau y col, quienes encontraron que el valor de la resistencia en fundido se incrementa cuando la temperatura de procesamiento disminuye (Lau y col. 1998).

4. Conclusiones

La resistencia en fundido de la mezcla de LDPE/PIB se vio disminuida con el aumento de la temperatura de procesamiento, así como con el incremento de la presión de sostenimiento. Esto se atribuye a que, con el aumento de la temperatura se incrementa el acortamiento de las cadenas poliméricas lo que disminuye el peso molecular. Mientras que, con el aumento de la presión las cadenas son forzadas a alinearse en mayor grado encontrándose menos entrelazadas, lo que les da mayor movilidad. Ambos fenómenos descritos, reducen la resistencia al fundido del material.

5. Referencias

- Field GJ, Micic P, Bhattacharya SN. Melt strength and film bubble instability of LLDPE/LDPE blends. *Polym Int.* 1999;48(6):461-466. doi:10.1002/(SICI)1097-0126(199906)48:6<461::AID-PI169>3.0.CO;2-7
- Gao T, Xie R, Zhang L, Gui H, Huang M. Use of Rubber Process Analyzer for Characterizing the Molecular Weight Parameters of Natural Rubber. *Int J Polym Sci.* 2015;2015.
- Hemphill J, Weaver L. High Melt Strength Polyolefin Elastomers for Extrusion Profiles, Thermoforming and Extrusion Blow Molding. 2007;(October).
- Lau HC, Bhattacharya SN, Field GJ. Melt strength of polypropylene: Its relevance to thermoforming. *Polym Eng Sci.* 1998;38(11):1915-1923. doi:10.1002/pen.10362.
- Mezger TG. *The Rheology Handbook: For Users of Rotational and Oscillatory Rheometers.* 3rd ed. Hanover, Germany; 2011.
- Ozcelik B, Ozbay A, Demirbas E. Influence of injection parameters and mold materials on mechanical properties of ABS in plastic injection molding. *Int Commun Heat Mass Transf.* 2010;37(9):1359-1365. doi:10.1016/j.icheatmasstransfer.2010.07.001.
- Rahimi M, Esfahanian M, Moradi M. Effect of reprocessing on shrinkage and mechanical properties of ABS and investigating the proper blend of virgin and recycled ABS in injection molding. *J Mater Process Technol.* 2014;214(11):2359-2365