

**SUPRESIÓN DE LA COALESCENCIA DE PARTÍCULAS
EN MEZCLAS DE POLÍMEROS INMISCIBLES**

Rubén González Núñez*, Francisco J. Moscoso S., Heriberto Padilla, Milton Vázquez.
Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Guadalajara
Blvd. Marcelino G. Barragán 1451. Zona Olímpica. C.P. 44430. rubenglz@cencar.udg.mx

Resumen. La coalescencia de partículas en mezclas de polímeros inmiscibles es una de las etapas que ocurre durante el mezclado de polímeros. Esta coalescencia se da durante el mezclado inicial de los polímeros y durante el procesado final. La supresión de la coalescencia en la transformación final de las mezclas es de gran importancia ya que garantiza la estabilidad morfológica y asegura propiedades finales reproducibles. Utilizando diferentes pares de polímeros y en diversos procesos, se demostró que la coalescencia se puede suprimir; a) con la adición de un agente compatibilizante adecuado, b) en soluciones diluidas (baja concentración de la fase dispersa), c) modificando la relación de viscosidad.

Introducción. La coalescencia es un factor importante que influye en la morfología de la fase dispersa. La evolución de la coalescencia en una mezcla de polímeros fundidos se describe como un proceso que consta de cuatro pasos¹. El primer paso consiste en la aproximación de las partículas desintegradas como resultado del flujo o, en un fundido estable, como resultado del movimiento Browniano. A altas concentraciones de la fase dispersa, el acercamiento de las partículas aumenta la probabilidad de colisión. En la práctica, se asume que sólo el primer paso es importante en sistemas con fracción volumen ϕ , de la fase dispersa menores a 10%; para altas concentraciones, algunas partículas esparcidas (desintegradas) prácticamente se tocan entre ellas a concentraciones de $\phi=15.6\%$. El segundo paso requerido para la coalescencia es la deformación de las partículas, mientras produce la colisión durante el cambio de posición (flujo) de la película de la matriz entre las partículas esparcidas por el flujo. Este paso muy frecuentemente es considerado como el paso que determina la velocidad de coalescencia² y está relacionado con la facilidad de movimiento de la interfase y con el tamaño de partículas dispersas. El tercer paso refiere a la ruptura de lo que queda de la película matriz y en los sitios más delgados, usualmente por la formación de un agujero o hueco. Finalmente, el último paso consiste en fusionarse las partículas para formar una sola.

Experimentación. Los sistemas utilizados son PS/PE, PA6/PE y PET/PE. Se prepararon a diferentes concentraciones, primero en un mezclador interno (Haake Rheomix 600) y en una extrusora de doble husillo (Leistritz) donde se varió la velocidad de estirado del material extruido. Se analizó la morfología en SEM y se cuantificó en un analizador de imágenes.

Resultados. Los resultados morfológicos en el sistema PA6/PE mostraron que a baja velocidad de estirado de la mezcla extruída, la deformación final de la fase dispersa es independiente de la composición. Sin embargo, a alta velocidad de estirado la deformación de la fase dispersa cada vez es más dependiente de la composición. Para determinar la concentración límite a la cual la coalescencia ocurre, se evaluó el volumen promedio de las partículas de la fase dispersa. En un rango de concentración de PA6 de 1 a 4 % vol., el volumen promedio de las partículas permanece constante (no hay coalescencia) durante el flujo elongacional generado por el estirado. Sin embargo, para concentraciones igual o superior a 5 % vol. de PA6 la coalescencia tiene lugar y se ve reflejada por un incremento en el volumen promedio de las partículas durante el estirado. Estos resultados, claramente indican una concentración límite para la coalescencia en este sistema sometido a un flujo elongacional. El presente estudio, se extendió para verificar la concentración límite para la coalescencia, modificando la relación de viscosidad de los componentes de la mezcla. En el sistema de poliestireno (PS) y polietileno (PE). Se utilizó una relación de viscosidad baja, cuando el PS fue la fase dispersa, esta relación fue de 0.36 y se logró detectar una concentración (7%) para la coalescencia³. Sin embargo, al realizar la inversión de fase, cuando el polietileno fue la fase dispersa, la relación de viscosidad cambió a 2.7, de tal manera que es más difícil deformar las partículas. Lo anterior también desplaza la concentración límite para la coalescencia ya que a 7% de PE no se observó aumento en el volumen de las partículas (supresión de coalescencia). Es importante señalar que estas tendencias siguen la teoría de Taylor aplicada a sistemas Newtonianos. En el sistema PET/PE, se añade un agente interfacial (Kraton G-1650), el cual promueve una mejor adhesión entre los componentes de la mezcla disminuye el tamaño de partícula de la fase dispersa y estabiliza la morfología⁴. Estos mismos resultados fueron obtenidos en el sistema PA6/PE cuando se utilizó un ionómero (Surlyn 9020) como compatibilizante⁵.

Bibliografía

- 1.- Elmendorp J.J. Rauwendaal C, editor. *Mixing in Polymer Processing*, New York: Marcel-Dekker, 1991.
- 2.- Van Gisbergen Jgm, Meijer Heh. J. *Rheol.* 35:63, 1991.
- 3.- González Núñez, R., M. Arellano, F.J. Moscoso, V.M.González-Romero and B.D. Favis, *Polymer* 42(12), 5489-5493 (2001).
- 4.- C.G. Iñiguez, E. Michel, V.M.González-Romero and González Núñez, R. *Polym. Bull.* 45(3), 295-302 (2000)
- 5.- González-Núñez, R. D. DeKee and B.D. Favis, *Polymer*, 37(21), 4689 (1996).