Regresa al Indice

COMPATIBLIZACIÓN DE UNA MEZCLA PROTOTIPO DE DESECHOS PLÁSTICOS URBANOS

J.G. Martínez-Colunga[1], R. Benavides-Cantu[1], C. Guerrero-Salazar[2], S. Zertuche-Rodriguez[1]
[1] CIQA, Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coah., México, 25100.
gmartine@polimex.ciqa.mx
[2] FIME-UANL, Fac. de Ing. Elec. y Mec.,Univ. Aut. de N.L., Monterrey, N.L. México

INTRODUCCIÓN

El gran crecimiento de la industria del plástico en las últimas décadas se ha reflejado en diferentes sectores industriales, como el sector de envase y empaque, donde se han sido sustituidas casi en su totalidad las bolsas de papel por bolsas de película plástica. Los envases para bebidas carbonatadas y otros alimentos que tradicionalmente se fabricaban de vidrio actualmente se están fabricando en plásticos[1,2]. Es en este sector de envase y empaque se produce la gran mayoría de los desechos sólidos urbanos o municipales (municipal solid waste- MSW), cuyo manejo y depósito representa un gran problema para el medio ambiente. El porcentaje de materiales plásticos en este tipo de desechos, es por lo general, mayor en los países más industrializados, que en los países en vías de desarrollo, por ejemplo: USA 11.0%, Alemania 7.0%, Francia 6.9%, Holanda 6.5%, México 5.8%, Brasil 3.9%, Perú 2.9%. Ecuador 2.7% [3,4].Por otra parte, la composición de los desechos plásticos también varía de un país a otro, pero sin duda los polietilenos constituyen más del 50% de los plásticos que se encuentran en los desechos sólidos urbanos[5-9], como se muestra en la siguiente Figura 1.

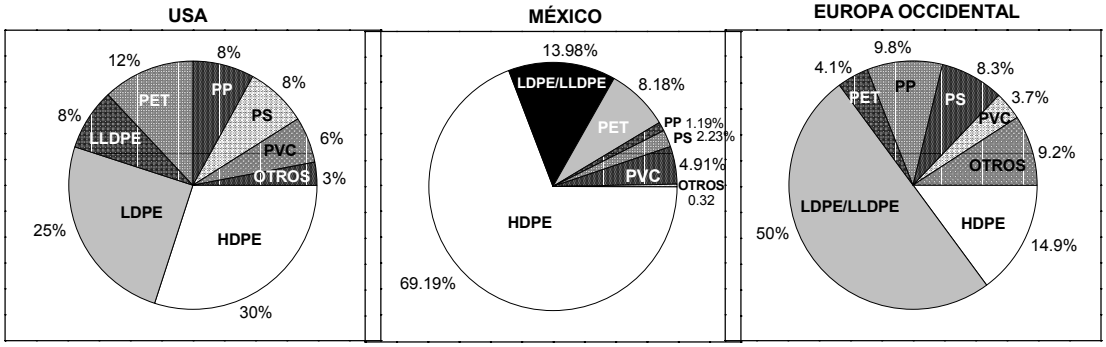


Figura 1. Composición de los desechos plásticos en México, USA, y Europa (% en peso)

Se estima actualmente que a nivel mundial se desechan anualmente alrededor de 180 millones de toneladas de plástico[3], por lo que el problema de la contaminación por este tipo de materiales toma una importancia sin igual para el futuro de nuestro medio ambiente. Para aliviar esta situación se han planteado diferentes opciones que pretenden el aprovechamiento de los desechos; una de ellas es la incineración, donde se puede recuperar algo de energía que poseen los materiales, así como algunos subproductos. Otra alternativa es el reciclado de los materiales, la cual en los últimos años ha tenido una gran difusión[1,7-15]. En general se pueden visualizar dos esquemas del reciclado de plásticos: (a) el industrial, donde las colas y los productos con defectos se muelen y se integran de nuevo al proceso, fabricando así producto terminado con un cierto porcentaje de material reciclado. Esta práctica no afecta significativamente las propiedades del producto terminado; (b) El reciclado de los desechos sólidos urbanos (MSW)[1,16-27], los cuales son los de mayor abundancia y que presentan algunos problemas para desarrollarse como son: (1)Incompatibilidad de los diferentes materiales plásticos que conforma este tipo de desechos para reciclarlos en forma de mezcla de

plásticos. (2)Altos costos si se opta por una separación por tipo de plástico. (3)Falta de legislación sobre los desechos urbanos que faciliten su reciclado y, (4) Falta de tecnologías económicas y factibles para nuestro país. Desde los años 70's algunos trabajos reportados en la literatura enfocados en el reciclado de plásticos de desechos plásticos urbanos sin contemplar la previa separación y manejándolos en mezcla[16-27], donde la utilización de agentes de compatibilización ha sido una alternativa para el incremento de interacciones entre los diferentes componentes, así como para el mejoramiento de las propiedades mecánicas. Entre los agentes que se han utilizado se encuentran los copolimeros a base de estireno (SBS, SEBS) y poliolefinas cloradas y modificadas con anhídrido maleico (MAH). En este sentido el presente trabajo se enfoca a la utilización de polietilenos modificados con anhídrido maleico en el laboratorio por extrusión reactiva y un copolímero SEBS para la compatibilización de una mezcla prototipo de desechos plásticos urbanos de México.

PARTE EXPERIMENTAL

MATERIALES.-Los materiales termoplásticos que se utilizaron en este estudio, son los más comúnmente utilizados para empaque y para la fabricación de botellas, siendo estos los productos que se presentan en mayor cantidad en los desechos urbanos.Las resinas que se utilizaron fueron: LDPE 20020 (PEMEX) modificado con MAH al 1.8%, HDPE 60003 (PEMEX) modificado con MAH al 1.0% , LLDPE PF0218D (NOVA Chemical) modificado con MAH al 0.8%, PET T-97 de Celanese, PS cristal HE-55 de Polidesa, Compuesto de PVC (Iztablend) de elf atochem y PP Valtec HP423M de Indelpro. Los materiales comerciales utilizados como agentes de compatibilización fueron: Kraton (copolímero SEBS).

MEZCLADO.- Se llevó a cabo en un extrusor doble tornillo W&P SPK30 con la configuración estándar del los tornillos, con un perfil plano de temperaturas a 250°C y 400 rpm[26].Se realizó un premezclado físico de todos los componente junto con el agente de compatibilización antes de ser introducida al extrusor. La mezcla prototipo "Modelo México" de desechos plásticos urbanos, que se utilizó en el estudio contiene HDPE/LDPE/LLDPE/PET/PVC/PP/PS en las siguientes proporciones: 69.41/7.015/7.015/8.20/4.92/1.20/2.24 respectivamente.

CARACTERIZACION.- Se obtuvieron probetas por inyección para la determinación de las propiedades de tensión en la probeta tipo IV de acuerdo a la ASTM D 638 a una velocidad de 50 mm/min y de resistencia al impacto de acuerdo a la ASTM D 256. La morfologías de las mezclas de terminó en fracturas a baja temperatura por medio de microscopio electrónico de barrido (SEM) a 2000 aumentos.

RESULTADOS

Durante el mezclado en el extrusor a las condiciones antes indicadas, se observó una coloración intensa amarilla indicando la presencia de degradación del PVC, por tal razón se tubo que procesar a menor temperatura (220°C), cabe señalar que la coloración no se pudo desaparecer completamente.

PROPIEDADES MECÁNICAS.- La resistencia a la tensión y el modulo de elasticidad solo, presentaron cambios significativos hacia menores valores con el LLDPE-MAH y el copolímero, ocasionando una menor rigidez a la mezcla, y en el caso de la elongación y en la resistencia al impacto (ver figura 1 y figura 2) fue donde se observaron los mayos cambios significativos. La baja deformabilidad de la mezcla (aprox. 30%) sin agentes de compatibilización, evidencia la rigidez de la estructura e incompatibilidad que existe entre sus componentes. El agente a base de LLDPE-MAH presentó la mayor elongación de las poliolefinas modificadas, y el copolímero SEBS presento la

mayor elongación de todos los compatibilizantes. La elongación a la ruptura también puede ser afectada por la adhesión interfacial, pero inversamente como lo indica Nilsen[158] siempre y cuando la fase dispersa tenga menor deformabilidad y cuando la fase continua tenga una mayor deformabilidad. Por otro lado, la deformabilidad de una mezcla, también puede ser afectada por el tamaño y la dispersión de la fase dispersa, en donde la tensión superficial juega un papel importante, entre mayor tensión superficial mayor tamaño de partícula y menor dispersión. Esta ultimo puede ser lo que este gobernando el comportamiento de nuestras mezclas de acuerdo a lo que más adelante se observa en la morfología de las mezclas. En la resistencia al impacto se observa un incremento, principalmente con los agentes a base de polietileno de baja densidad y el copolímero, ya que este último es el material que proporciona el mayor valor de todos, esto debido posiblemente por un lado, a su naturaleza elastomerica y segundo por afinidad con la fase continua (PE y PP) y la fases dispersas (PET, PS). El LLDPE-MAH proporciona una resistencia al impacto bastante competitiva con respecto del SEB con una ventaja en el costo, ya que el copolímero SEBS tiene un costo mayor.

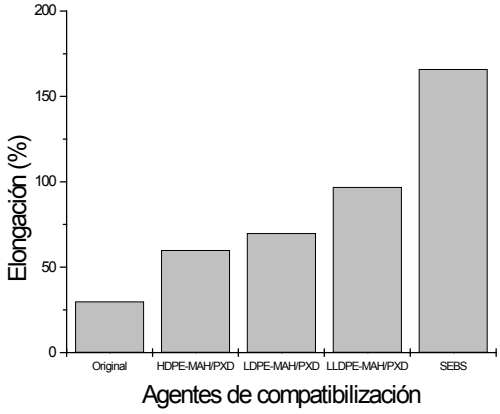


Figura 1.- Elongación de la mezcla modelo original (sin compatibilizador) y compatibilizada.

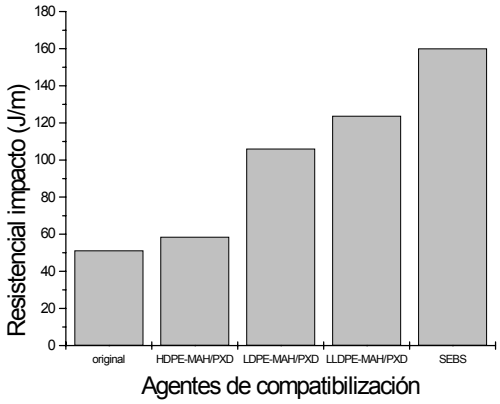
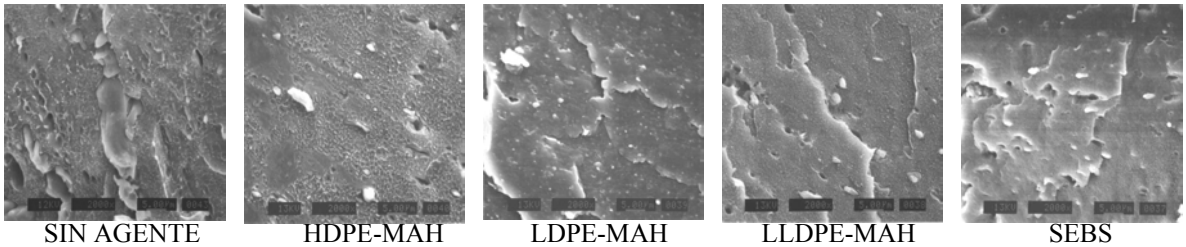


Figura 2.- Resistencia al impacto de la mezcla modelo DPU original (sin compatibilizador) y compatibilizada.

MORFOLOGÍA.- La micrográficas de la mezcla sin y con agentes de compatibilización, se observa en la figura 3 donde la mezcla sin compatibilizar se observan partículas grandes con poca adhesión a la matriz de polietilenos, lo cual provoca propiedades mecánicas bajas. Las mezclas compatibilizadas presentan una morfología más homogénea y partículas más pequeñas, indicando la disminución de la tensión superficial Aunque la uniformidad de la morfología se mejora, esta no es tan notable porque se pueden observar partículas aun sin adhesión, esto nos indica que es necesario mejorar el proceso de mezclado, lo cual podría mejorar aún más las propiedades mecánicas de la mezcla.



SIN AGENTE HDPE-MAH LDPE-MAH LLDPE-MAH SEBS

Figura 3. Micrografias de la morfologia de la mezcla (sin compatibilizador) y compatibilizada.

Regresa al Indice

CONCUSIONES

- A pesar de la gran diversidad de las características de los componentes de la mezcla, la procesabilidad fue buena, aunque se pude mejorar si se cambia la configuración de los tornillos con menor esfuerzos de corte y menor velocidad de extrusión, ya el PVC es un material bastante sensible a los esfuerzos de corte a parte de su inestabilidad a altas temperaturas, por tal razón, es factible la optimización del proceso de mezclado y procesado para la mejora de la compatibilidad de las mezcla de desechos plásticos urbanos.
- Se recomienda utilizar el HDPE-MAH como agente de compatibilización cuando se desea mantener una cierta rigidez de la mezcla con una ligera en la morfología y disminución del tamaño de las particulas de la fase dispersa .
- Los polietilenos de baja densidad modificados (LDPE-MAH, LLDPE-MAH)proporciona una buena deformabilidad y resistencia la impacto a mezclas de estas características
- El copolímero se SEBS fue agente que presento las mejores características y propiedades que los polietileno modificados, seguido del LLDPE-MAH aunque con una desventaja en cuanto costos.

REFERENCIAS

1. IMPI, “Enciclopedia del Plástico” , tomo 3, capitulo 29, 1999
2. J.M.G. Martínez, O. Laguna and E.P.Collar, Rev. Plas. Mod. No. 472, 382-390, 1995
3. A. Curiel, Empaque Performance, Año 8, No. 81, 34-35, 1998
4. Prog. Inter. de Coop. en Tecnologías Amb. en sectores Clave de la industria, Mesa Redonda Sobre Desechos Sólidos Minucipales, Bahía Brasil, 27-28, Sep., 1998
5. In Mau Chen and Chii-Ming Shiah, Plas Eng. Oct., 33-35, 1989
6. E. Mendizabal, R.M. Jiménez, E. Michel, C. Ortiz and V.M. Gonzales, SPE, Antec, Tech Paper, 3509-5315, 1995
7. J.L. Christipher, SPE, Antec, Tech Paper, 1997
8. H. Herbst, Empaque Performance, Año 7, No. 76, 22-26, 1997
9. R. B. Seymour, Rev. Plas. Mod. No. 423, 339-346, 1991
10. H. Herbst, Empaque Performance, Año 7, No. 77, 36-38, 1998
11. R. Regiani, Empaque Performance, Año 7, No. 80, 26-29, 1998
12. J.A. Careaja, Empaque Performance, Año 7, No. 72, 52-56, 1997
13. CEFRAPIT, Empaque Performance, Año 7, No. 65, 26-28, 1997
14. R. Garcia Empaque Percormance, Año 10, No. 112, 30-35, 2000
15. H. Herbst, empaque Performance, Año 7, No. 8, 26-30, 1998
16. D.R. Paul, C.E. Vison ,C.E.Locke, Polym. Eng. Sci., Vol. 12, No.3, 157-166, 1972
17. D.R. Paul, C.E. Vison,C.E.Locke, Polym. Eng. Sci., Vol. 13, No.3, 202-208, 1973
18. D.R. Paul, C.E. Vison,C.E.Locke, Polym. Eng. Sci., Vol. 13, No. 4, 308-318, 1973
19. K.W. Renfree, T.J. Nosker, S. Ranking, H. Frankel, T.M. Kasternakis and E. M. Phillips, SPE Antec, tech. Paper, 1809-1812, 1989
20. T.J. Nosker, R.W. Renfree and D.R. Morrow, Plas. Eng. Feb. 90, 33-36, 1990
21. R.J. Ehring, “Plastics Recycling”, Ed. Hanser, New York, 1992
22. F.P. La Mantia, Polym. Degra. And Stab., Vol. 37, 145-148, 1992
23. F.P. La Mantia, Polym . Degra. And Stab. Vol. 42, 213-218, 1993
24. P.S. Hope, J.G. Bonner and A.F. Miles, Plas. Rubb. And Comp. Proce. And Appl, Vol. 22, 147-158, 1994
25. M. Xanthos, A. Patel, S. Dey, S.S. Dagli and C. Jacos, T.J. Nosker and R.W. Renfree, Adv. Polym. Tech., Vol. 13, No. 3, 231-239, 1994
26. M. Xanthos, J. Grenci, S.H. Patel, A. patel, C. Jacos, S. Dey and S.S. Dagli, polym. Comp., Vol. 16, No. 3, 204-214, 1995
27. Rudolph D. Deanin Chetan, J. Parikh and Dhamesh K. Dubey, SPE Antec, Tech Paper, 3748-3751, 1995