

Estudio de compatibilización de las mezclas PET/HDPE

R. Navarro^{(1)*}, F. Parres⁽¹⁾, M.A. Peydró⁽¹⁾, J.E. Crespo⁽¹⁾

(1) EPSA. Universitat Politècnica de Valencia. Plaza Ferrándiz y Carbonell S/N.
03801 Alcoy (Alicante) SPAIN. Tel. +34 96 652 85 72 Fax. +34 96 652 84 22.
E-mail: raunavi@dimmm.upv.es

RESUMEN

En el presente trabajo se ha realizado un estudio de compatibilización del sistema de mezclas PET/HDPE. Para ello se realiza una caracterización mecánica y reológica del sistema binario PET/HDPE (70/30 wt%) y posteriormente se añade SEBS (2.5 - 30 wt%) como compatibilizador de modo que nos permita recuperar alguna de las propiedades mecánicas, al mismo tiempo que nos ajuste las propiedades reológicas de la mezcla al proceso de inyección.

La adición de SEBS como compatibilizador al sistema PET/HDPE más desfavorable (70/30), ha permitido una recuperación progresiva de las propiedades mecánicas.

La adición de un 2.5% de SEBS al sistema PET/HDPE (70/30) produce un incremento de los valores de viscosidad en todo el rango de velocidades de cizalla estudiado, lo que confirma el efecto compatibilizador para bajos contenidos de SEBS. Esta compatibilización se observa en la sección de rotura mediante la desaparición del efecto skin-core. Esta mezcla presenta unas propiedades mecánicas aceptables y un comportamiento reológico adecuado para el proceso de inyección.

INTRODUCCIÓN

El reciclado de los materiales plásticos es un tema de especial interés en la sociedad actual. El consumo de plásticos ha sufrido un enorme incremento en los últimos años, especialmente a partir de los años 80. Paralelamente a este incremento en el consumo, se han ido generando grandes cantidades de residuos.

Entre los materiales poliméricos que más interés han despertado en la industria del reciclado se encuentra el Polietilén Tereftalato. Este hecho queda reflejado en la evolución de las cifras de consumo de los últimos tiempos [1].

Existe en el mercado una importante oferta de residuos de PET provenientes de envases elaborados mediante el proceso de inyección-soplado. Recuperar estos residuos mediante reciclado mecánico es una de las líneas de investigación más interesantes en la actualidad [2].

Por norma general, el residuo de PET presenta contaminación en forma de Polietileno, el cual procede de los tapones de las botellas. La incompatibilidad entre ambos materiales se traduce en un importante deterioro de las propiedades mecánicas [3].

En el presente trabajo se plantea la caracterización del sistema de mezclas PET-HDPE y posteriormente la adición de SEBS como compatibilizador de modo que nos permita recuperar alguna de las propiedades mecánicas

EXPERIMENTAL

Materiales

Para el estudio de este tipo de sistema se ha utilizado un PET virgen fabricado por SABIC (BC-112) específico para la fabricación de envases mediante el proceso de inyección-soplado. El segundo componente del sistema es un Polietileno de alta densidad fabricado por BP (Rigidex HD5211EA) específico para inyección de taponería. Como compatibilizador, se ha empleado un SEBS fabricado por API (Megol SV).

Equipos utilizados

Las mezclas propuestas se han preparado en una extrusora de doble husillo para asegurar una correcta dispersión entre los componentes de la mezcla. Para ello se ha utilizado una extrusora corrotatoria de la marca COLLIN modelo ZK 25, de 25 mm de diámetro de husillos i relación longitud-diámetro de 24 .

A partir de dichas mezclas, se han obtenido probetas normalizadas de tracción e impacto. Dichas probetas se han inyectado en máquina de inyección marca Mateu&Sole modelo Meteor 270/75.

Para la realización de los ensayos de tracción se ha empleado una máquina universal electromecánica modelo ELIB 30 de Ibertest (S.A.E. Ibertest, Madrid, Spain) con células de carga intercambiables de 5 y 30 kN.

Los ensayos de impacto se realizan mediante una máquina de impacto Charpy (Metrotec, S.A, San Sebastián, Spain) con masas regulables para rangos de energías de 1 y 6 J. Las probetas utilizadas han sido entalladas. La preparación de las probetas y el desarrollo del ensayo se realiza siguiendo la norma, UNE-EN ISO 179

La caracterización reológica se ha realizado siguiendo la metodología descrita en la norma ISO 11443:1995 "Plastics – Determination of the fluidity of plastics using capillary and slid-die rheometers". En nuestro estudio se ha utilizado un reómetro capilar de la firma comercial ThermoHaake modelo Rheoflizer (Rheoflizer Typ 556-0101, ThermoHaake Inc, Germany).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el estudio de este sistema ternario partimos de la mezcla de PET con un 30% de HDPE ya que es el caso más desfavorable que se puede encontrar durante el proceso de reciclado de envases de PET.

El componente añadido al sistema es un SEBS el cual es químicamente compatible con gran parte de los polímeros polares entre los que se encuentra el PET. El contenido máximo añadido al sistema binario ha sido el 30% ya que es la proporción máxima del componente minoritario de la mezcla.

Caracterización mecánica

Se han realizado ensayos de tracción e impacto para observar la evolución de las propiedades mecánicas del sistema terciario a medida que añadimos distintas proporciones de SEBS.

Tabla 1. Propiedades mecánicas de las mezclas de en función del contenido de SEBS.

	Tensión de rotura (MPa)	Alarg.rotura (%)	Energía de impacto (kJ m ⁻²)
0% SEBS	24.71	2.76	1.00
2.5% SEBS	30.95	3.41	1.19
5% SEBS	32.87	4.00	1.31
10% SEBS	34.60	4.53	1.75
20% SEBS	37.98	5.25	2.18
30% SEBS	44.52	6.16	2.69

Estudiando la evolución de los valores de la Tensión de Rotura, podemos decir que con la adición del SEBS se recuperan en gran medida los valores originales del PET alcanzando para la mezcla del 30% de SEBS un valor de 42.52 MPa. En el caso del Alargamiento a la Rotura, se puede observar que los valores alcanzados sin ser muy significativos, son claramente superiores a los de la mezcla de partida.

Finalmente, tras estudiar la influencia que el SEBS ejerce sobre la capacidad de absorción de impactos de las mezclas, observamos como los valores de Energía de Impacto obtenidos son claramente superiores a los de la mezcla de partida, alcanzándose para la mezcla del 30% de SEBS, valores muy similares a los del PET.

Caracterización reológica

Observando la siguiente figura (figura 1) se puede comprobar el gran efecto que produce la adición de SEBS sobre las curvas reológicas del sistema PET/HDPE.

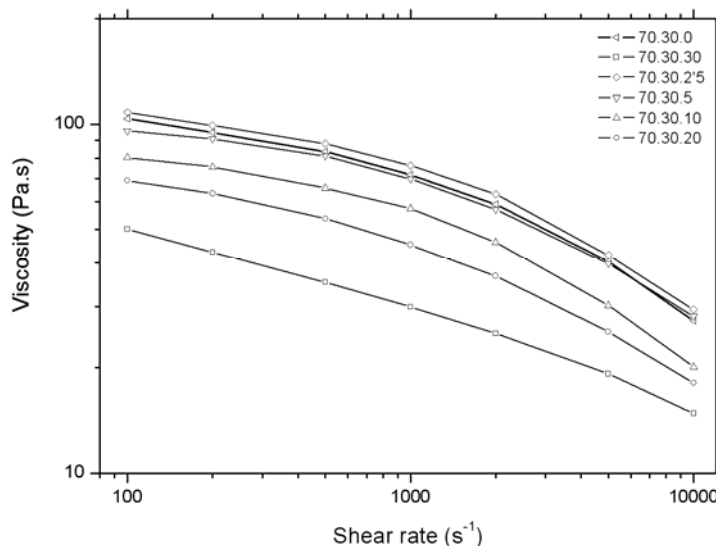


Figura 1. Curvas de viscosidad del sistema PET - HDPE - SEBS.

La adición de un 2.5% de SEBS produce un incremento de los valores de viscosidad en todo el rango de velocidades de cizalla, lo que confirma el efecto compatibilizador

para bajos contenidos de SEBS. Este efecto puede ser explicado por el hecho de que al existir interacción del SEBS con los componentes de la mezcla binaria, se impide que aparezca el efecto skin-core y que el material con menor viscosidad se sitúe en la parte mas externa de la mezcla, dando como resultado una mezcla con bajos valores de viscosidad.

La adición de porcentajes de SEBS superiores al 5%, produce en las mezclas una importante disminución de los valores de viscosidad en todo el rango de velocidades de cizalla lo que indica que ya no existe el efecto compatibilizador del SEBS y por lo tanto la aparición del efecto skin-core lo que conduce a una rápida disminución de los valores de viscosidad

La mezcla con un 5% de SEBS muestra una curva reológica cuyos valores de viscosidad son muy similares a los de la mezcla original sin compatibilizar, lo que sitúa a este porcentaje como el límite de compatibilización.

CONCLUSIONES

La adición de SEBS ha permitido una recuperación generalizada de las propiedades mecánicas respecto a los materiales de partida. En especial, se han recuperado en gran medida los valores de Tensión de Rotura y Energía de Impacto en las mezclas con altos contenidos de SEBS.

Este efecto compatibilizador se ha podido comprobar mediante caracterización reológica para contenidos inferiores al 5% de SEBS.

Del presente estudio se puede concluir que el PET reciclado (contaminado con HDPE procedente de los tapones de las botellas) puede ser utilizado en el proceso de inyección mediante la adición de un contenido en torno al 2.5% de SEBS el cual actúa como compatibilizador, obteniendo un material con unas propiedades mecánicas aceptables y un comportamiento reológico adecuado para el proceso de inyección.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer Al VIDI de la Universitat Politècnica de Valencia por la ayuda concedida al proyecto "Utilización del polietilén tereftalato reciclado (PET-R) en el sector del juguete", Ref. 003-306 dentro del programa Primeros Proyectos de Investigación.

REFERENCIAS

- [1] A. F. Avilaand M. V. Duarte, Polymer Degradation And Stability, 80, 373-382 (2003).
- [2] S. Altunand Y. Ulcay, Journal Of Polymers And The Environment, 12, 231-237 (2004).
- [3] F. Awajaand D. Pavel, European Polymer Journal, 41, 1453-1477 (2005).