

RECICLAMIENTO DEL POLIESTIRENO PARA LA ELABORACIÓN DE NUEVOS MATERIALES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

F. Delgado-Salazar^{1,2}, F. E. Arellano-Alcantara^{1,2}, E. García-Hernandez^{2,3}, R. Salgado-Delgado^{2,3}, G. Martínez-Barrera⁴, A. Álvarez-Castillo^{2,3*}

1. Departamento de Ciencias de la Tierra

2. División de Estudios de Postgrado e Investigación

3. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica

Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico 27 Zacatepec, Morelos, México, Apartado Postal 45, C. P. 62780

4. Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Materiales Avanzados (LIDMA), Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, Km. 12 de la carretera Toluca-Atlacomulco, San Cayetano, Toluca, Estado de México, MÉXICO, C.P. 50200

RESUMEN

Aún cuando ya existen materiales compuestos hechos de cemento y polímero, uno de los principales problemas a solucionar en su diseño es la débil interfase entre el cemento y el plástico. Por lo que en esta comunicación, se describe la metodología de desarrollo de nuevos materiales de construcción hechos de poliestireno reciclado, en la forma de tabicones ligeros, utilizando agente compatibilizante para mejorar la interfase cemento-poli(estireno). Se analizó la influencia de la concentración del poli(estireno) (0-75 % en volumen aparente) y la del agente acoplante o compatibilizante (0 a 2 % en volumen) en la resistencia a la compresión del material. Se encontró que la resistencia a la compresión de los materiales modificados mejora mas de un 50 %, cuando se compara con el material sin poli(estireno) y sin agente acoplante.

I. INTRODUCCIÓN

Pero los polímeros, con todas sus ventajas, tienen el inconveniente de que existe un consumo masivo de estos materiales en las naciones desarrolladas. Por ejemplo, existe una producción de residuos plásticos en promedio de media tonelada por persona por año¹. Esto es una lástima ya que la sociedad teme en el futuro verse rodeado de montañas de desechos plásticos que contribuyan al detrimento de las condiciones ambientales actuales. Además, la cantidad de estos desechos se incrementan en todo el mundo, por ejemplo, en Gran Bretaña, en el año de 1999, cuatro millones de toneladas de fueron enterrados en rellenos sanitarios².

Actualmente, aun cuando se tiene la necesidad imperiosa de encontrar una solución a la disposición de estos materiales, solo cerca del 3.5% de todos los plásticos que se producen es reciclado, como promedio a nivel mundial, en comparación con el 34% del papel, 22% del vidrio y 30% los metales.

La desventaja principal de la disposición de plásticos en rellenos sanitarios es su pobre degradabilidad, especialmente poliestireno. El método de disposición por incineración tiene

* A quien dirigir la correspondencia, nuabli@yahoo.com.mx

como principal efecto secundario el incremento del problema de contaminación³, en el caso del poliestireno, produce estireno y compuestos similares, considerados como cancerígenos. Mientras que, la última forma de disposición, el reciclamiento de los materiales poliméricos (la conversión de desechos en nuevos productos⁴⁻¹¹) es una forma muy popular pero a menudo mas costosa¹².

Por otro lado, desde los 50's, la industria de la construcción en Europa ha incluido muchas aplicaciones de materiales plásticos. Además, los diseños de los arquitectos incluyen entre sus especificaciones a los materiales plásticos, los cuales se utilizan en muebles para baños y cocina. Otro ejemplo del uso de plásticos en la construcción es el uso de poli(estireno) reciclado para desarrollar materiales de construcción comerciales, tal como, RASTRA™, PANELCRETE™ y Grid-PLANK™, tecnologías para la construcción de edificaciones completas.

Por lo que a continuación se presenta el reciclamiento de poli(estireno) [PS] mediante la elaboración de tabicones para la industria de la construcción. Para mejorar la compatibilidad del cemento con el PS se utilizó una suspensión polimérica.

II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 Materiales, reactivos y equipo .

Los Equipos y aparatos utilizados en este proyecto se describen en las normas NOM-061-ONNCCE y NOM-273-ONNCCE y se enlistan a continuación:

HERRAMIENTA Y EQUIPOS	REACTIVOS
Balanza.	Cemento Pórtland Puzolánico
Cuchara de Albañil.	Arena
Maquina de Prueba para la resistencia a la compresión	Poliestireno Expandido (EPS)
Moldes (2 pulg ³)	Agente Acoplante (Solución de Poliacrilato)
Pisón	
Mallas (Correspondientes a los especificados como los números 100, 50, 40, 30 y 16).	Agua obtenida del sistema de agua potable de Zacatepec, Morelos

2.2 Modificación superficial de la partícula de poli(estireno)

La modificación superficial se realizó impregnando las partículas de Poliestireno en una solución de Poliacrilatos durante 10 minutos, para luego secarlas al sol. Se varió el porcentaje en volumen del agente acoplante (Poliacrilato). En dosificaciones que van de 0, 0.5, 1, 1.5, 2 unidades por cada 10 unidades de agua.

2.3 Obtención de los bloques modificados con poli(estireno)

Después de tratar el Polímero con el agente acoplante se procedió a hacer la mezcla de los elementos que constituyen la mezcla cementante de acuerdo al procedimiento descrito en la

norma NOM-061-ONNCCE La mezcla se vacía en moldes con dimensiones de 50mm x 50mm x 50mm. También se obtuvieron especímenes sin modificación con agente acoplante. Se utilizaron cinco concentraciones de PS en volumen aparente (0, 20, 40, 60 y 75 %) y cinco del agente acoplante (0, 0.5, 1, 1.5 y 2 % en volumen) para saber la influencia de estas variables

2.3 Caracterización mecánica a compresión de los bloques con poli(estireno)

Se evaluaron tres especímenes, de acuerdo a lo especificada en la norma NOM-061-ONNCCE, para cada tiempo de curado: 24 horas, 3 días, 7 días y 28 días. Con el valor de la carga máxima registrada en la máquina se obtuvo el valor de la resistencia a la compresión para cada uno de los especímenes evaluados en Pa (o en kgf/cm^2)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por efectos de espacio se muestran únicamente en esta contribución los valores de la resistencia a la compresión a 28 días. La Figura 1 nos muestra la resistencia mecánica a la compresión de los materiales modificados con PS en función de la concentración de PS.

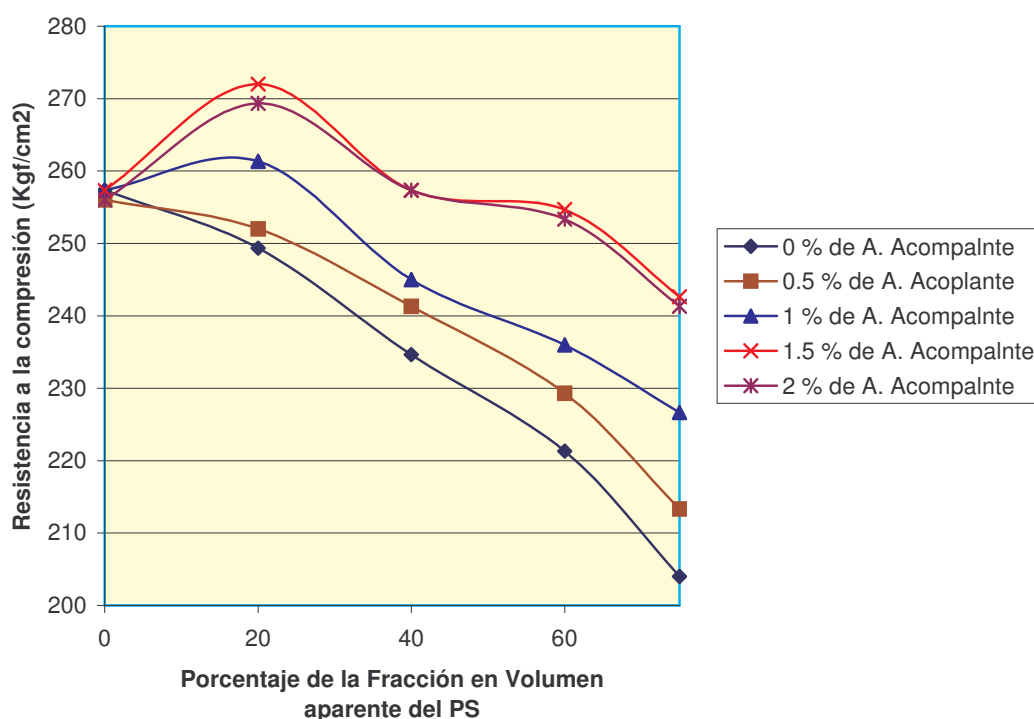


Figura 1. Variación de la Resistencia a la Compresión en función de la concentración de PS a diferentes concentraciones de Agente acoplante

Como se aprecia, en la Figura, los materiales compuestos de PS-Cemento sin agente acoplante, presentan un detrimento en la propiedad mecánica de resistencia a la compresión para todas las concentraciones de PS. Esto nos indica la baja compatibilidad del

la mezcla cementante con el PS. Con la sola adición de 0.5 % de agente acoplante, las propiedades mecánicas se ven mejoradas. Mientras mas concentración de agente acoplante se adiciona, mejor propiedades mecánicas se obtienen. Incluso se obtienen propiedades mecánicas de compresión mejores que el material original (sin PS y sin agente acoplante). Existe un máximo en la mejora de las propiedades mecánicas del material respecto a la concentración de agente acoplante, a una concentración de 1.5 % en volumen los materiales cementantes modificados con PS presentan sus mejores propiedades mecánicas. Para explicar este comportamiento, se obtuvo fotografía con microscopio óptico del PS modificado, estas se observan en la Figura 2.

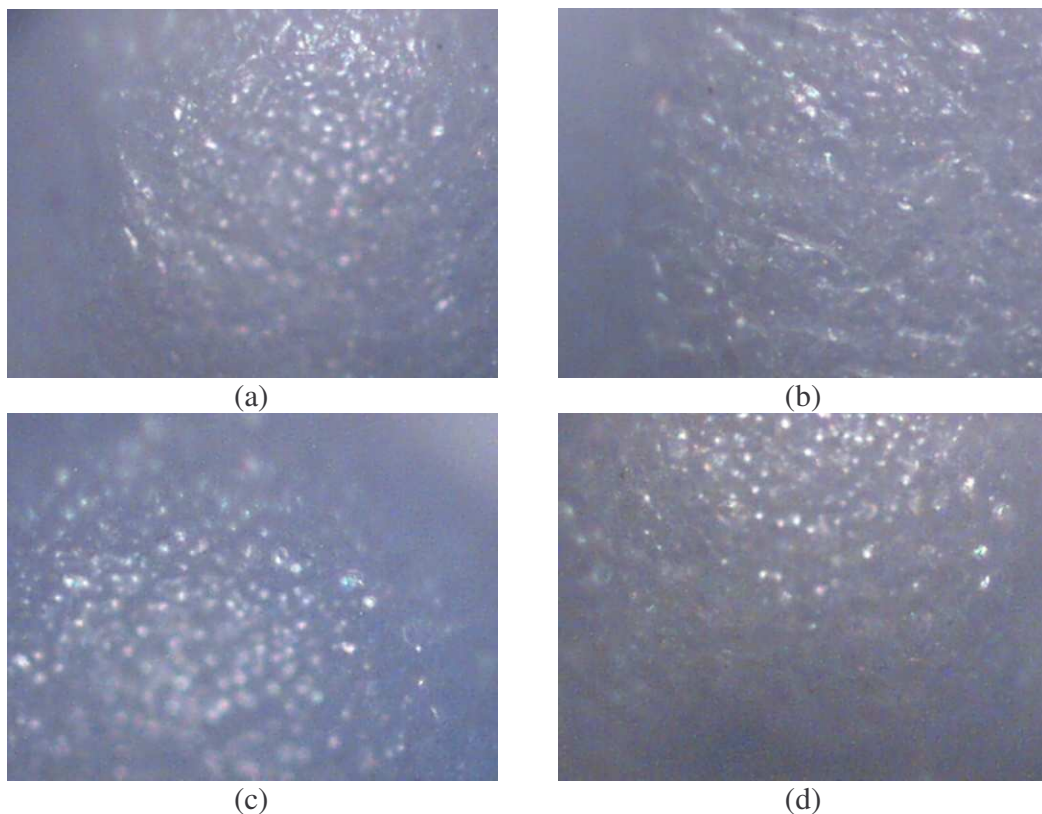


Figura 2. Fotografía de la superficie del PS modificada con: (a) sin agente acoplante; (b) 1 % de agente acoplante; (c) 1.5 % de agente acoplante y; (d) 2 % de agente acoplante

Como puede verse en las fotos, la superficie del PS sin agente acoplante presenta rugosidades y protuberancias. Estas depresiones o rugosidades se empiezan a cubrir a medida que aumentamos la concentración del agente acoplante, de manera que a una concentración de agente acoplante de 1.5 % ya todas las rugosidades desaparecieron (aún cuando las protuberancias permanecen), indicando que toda la superficie del PS fue recubierta con el agente acoplante. Este PS tratado con 1.5 % de agente acoplante, tienen las protuberancias o irregularidades superficiales sirven adicionalmente como agarre mecánico de la mezcla cementante. Cuando se trata el PS con 2 % del agente acoplante las protuberancias se ven disminuidas en tamaño, casi desaparecen, generando menos sitios de agarre mecánico, trayendo como consecuencia la disminución de las propiedades

mecánicas. Esto último se ve confirmado con los resultados de la resistencia a la compresión.

IV. CONCLUSIONES

Para todos los casos el agente acoplante mejora la interface cemento-PS ya que mejora sustancialmente la resistencia a la compresión del material compuesto cementante con un aumento máximo de 56.8%. La concentración óptima de agente acoplante encontrado en función de las propiedades mecánicas es de 1.5 % asociado con concentraciones de PS de 20 y 40 %.

Agradecimientos

El último autor desea agradecer al COSNET (Proyecto de Investigación Clave: 677.99-P) por el apoyo económico proporcionado.

REFERENCIAS

1. R. Kingston, *Chem. Br.*, **4**, 30 (2000)
2. S. Ali, A.A: garforth, D.H. Garforth, D.H. Harris, D.J. Rawlence, Y. Uemichi, *Catalysis Today*, **75**, 247 (2002).
3. F. Rodríguez, *Principles of Polymer Systems*, 3rd Edition, Editorial Hemisphere., pp 307 (1989)
4. A. Alvarez-Castillo, V. M. Castaño, *Polymer Bulletin*, **32**, 447-453 (1994)
5. A. Alvarez-Castillo. V. M. Castaño, *Polymer Bulletin*, **35**, 187-194 (1995)
6. A. Alvarez-Castillo. V. M. Castaño, *Journal of Materials Science; Letters*, **14** (No 2), 139-141 (1995)
7. R. G. Avendaño, A. Alvarez-Castillo, C. Vázquez, A. del Real, V. M. castaño, *International Journal of Polymeric Materials*, **35**, 21-27 (1997)
8. A. Licea-Claverie, F.J.U. Carrillo, A. Alvarez-Castillo, V.M. Castaño, *Polymer Composites*, **20**, No. 2, 314-320 (1999)
9. A. Licea-Claverie, J.O. Valdez, E. Garcia-Hernandez, A. Zizumbo, A. Alvarez-Castillo, V.M. Castaño, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, **21** (No. 9), 847-856, (2002)
10. E. García-Hernández, A. Licea-Claverie, A. Zizumbo, A. Álvarez-Castillo, P. J. Herrera-Franco, Improvement of the Interfacial Compatibility between Sugar Cane Bagasse Fibers and Polystyrene for Composites, aceptado en *Polymer Composites*, 2003
11. A. Alvarez-Castillo, E. I. Herrera, V.M. Castaño, "The Use Of Oligomeric Wastes for The Modification Of Epoxy Resin", *Designed Monomers and Polymers*, **6** (4), 2003
12. M. Lee, *Chem Br.*, **7**, 515 (1995)