

## **COMPUESTO DE MATRIZ POLIMERICA CON MAYOR CONDUCTIVIDAD TERMICA**

**Daniel Lardizábal\*, Miguel Esneider, Enrique González y César Leyva<sup>a</sup>.**

*Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C., Av. Miguel de Cervantes #120,  
Complejo Industrial Chihuahua, Chihuahua, Chih., México.*

**Abstract-** Los polímeros presentan características de aislante por naturaleza lo que les confiere un sin fin de utilidades, sin embargo en la actualidad hay aplicaciones en donde esta característica de aislante no es muy deseable. En el presente trabajo se evaluó la conductividad térmica del Polietileno de alta densidad (HDPE), incorporándole partículas de hierro no mayores de 500 mm, el porcentaje de agregado metálico tuvo una variación del 10 al 50% en peso. Para la obtención de los especímenes de prueba se utilizó una mezcladora de tipo mecánica y posteriormente se moldeó por compresión, las placas obtenidas fueron sometidas a ensayos de tensión y la evaluación de la conductividad térmica se llevó a cabo, mediante un experimento basado en la transferencia de calor a través de una placa del compuesto, que esta sometida por un lado a un punto caliente y por el otro lado, a un punto frío; cuantificando la masa fundida se puede calcular el coeficiente de Conductividad térmica. Los resultados obtenidos en pruebas mecánicas nos muestran una correlación del aumento del modulo de Young, con respecto a la cantidad de metal añadido. Por lo que respecta al coeficiente de conductividad térmica (k), se observa la misma tendencia creciente con respecto al polietileno sin partículas. Ambos resultados hacen concluir que es factible el desarrollar un compuesto polimérico con una mayor conductividad térmica.

### **Introducción**

Actualmente, el desarrollo de materiales compuestos para aplicaciones específicas ha mantenido un auge creciente. En este tipo de materiales se involucra la combinación de componentes con propiedades fisicoquímicas extremadamente diferentes tales como polímeros, cerámicos y metales en diferentes proporciones con objeto de lograr sinergizar la combinación de los diferentes materiales base, formando pares con propiedades mejoradas. Sin embargo, el par polímero-metal es el menos desarrollado, por la difícil conjunción de sus propiedades específicas. A pesar de la amplia variedad de usos potenciales, la cantidad de trabajos desarrollados en este campo es escasa y de aplicación muy específica. Entre la literatura especializada se ha encontrado una aplicación en la cual se involucra el intercambio de calor en la producción de equipos de calentamiento o enfriamiento, que mejoren la climatización de casas y edificaciones.

En los países industrializados, las leyes de construcción sugieren el uso tubería de diámetro pequeño, colocada por debajo del suelo de la casa habitación, para que al hacer circular agua caliente o fría, el aire contenido en la habitación fluya o se mueva dentro de la misma. Comúnmente, el material conductor utilizado en las tuberías, ha sido el cobre, el cual con el paso del tiempo se oxida, haciendo que se tenga que reemplazar toda la tubería de la casa habitación; esto evidentemente demanda un alto costo en materiales y mano de obra. Sin embargo, en los últimos 20 años, se ha cambiado el uso de tubería de cobre por tubería de plástico; en un principio se utilizó el Policloruro de vinilo (PVC), para luego ser reemplazado por el Polietileno de alta densidad (HDPE); Ciertamente, estos materiales poliméricos son de naturaleza aislante o poco conductiva, lo cual hace que haya una gran pérdida de calor a lo largo de toda la tubería, haciendo que el proceso sea menos eficiente, lo cual se refleja en un mayor consumo de combustible o de energía eléctrica. En el

presente trabajo se elaboraron materiales compuestos de Polietileno de alta densidad con partículas de Hierro de diferente granulometría, se fabricaron placas con concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 % en peso de partículas de metal. Estas placas se sometieron a estudios para evaluar sus propiedades mecánicas y conductividad térmica, encontrándose una aceptable tendencia en su comportamiento. Por lo que respecta a la determinación de la Conductividad Térmica estos resultados nos proporcionan evidencia para intentar validar esta técnica ya que no es un método convencional, aun cuando falta realizar mejoras en el control de las variables involucradas.

### Sección Experimental

Para desarrollar el compuesto, se utilizó como matriz Polietileno de alta densidad (HDPE) grado extrusión, marca Chevron; mientras que en la fase dispersa se emplearon partículas de metal que fueron obtenidas a partir de una barra de “cold roll”, para luego ser separadas por tamaño en una serie de mallas o de tamices. Para hacer el mezclado íntimo del polímero con el metal, se utilizó una mezcladora mecánica marca Brabender, modelo PL2200, con álabes tipo “Roller”. Las condiciones de mezclado fueron de 20 RPM a una temperatura de 180 °C durante 20 min

Después de obtener el compuesto, se molió y moldeó por compresión en forma de placa de 3 mm de espesor. De estas placas se cortaron probetas para ensayos de tensión – elongación que se llevaron a cabo en una máquina universal marca Instron, con una celda de carga de 500 Kg.

Para determinar la conductividad térmica del compuesto, se siguió un método sencillo y fácil de implementar el cual basa su funcionamiento en la medición de la cantidad de agua que cambia del estado sólido al líquido en un intervalo de tiempo dado. En la Figura 1 se muestra un diagrama esquemático del sistema montado para una prueba de conductividad térmica.

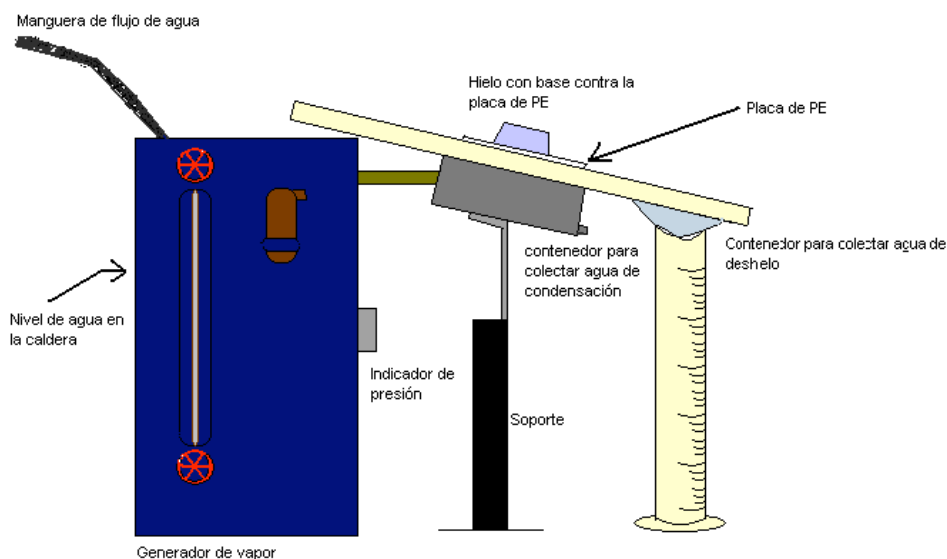


Figura 1: Diagrama esquemático del sistema para determinar conductividad térmica.

### Resultados y Discusión

De los ensayos de tensión – elongación, se calculó el módulo de Young y este se graficó contra la concentración de metal en el compuesto; en la Figura 2 se observa que la tendencia del módulo es a aumentar conforme se incrementa la cantidad de metal en el compuesto, este efecto de reforzamiento aparente puede ser debido a que las partículas metálicas absorben una pequeña parte del esfuerzo de tensión.

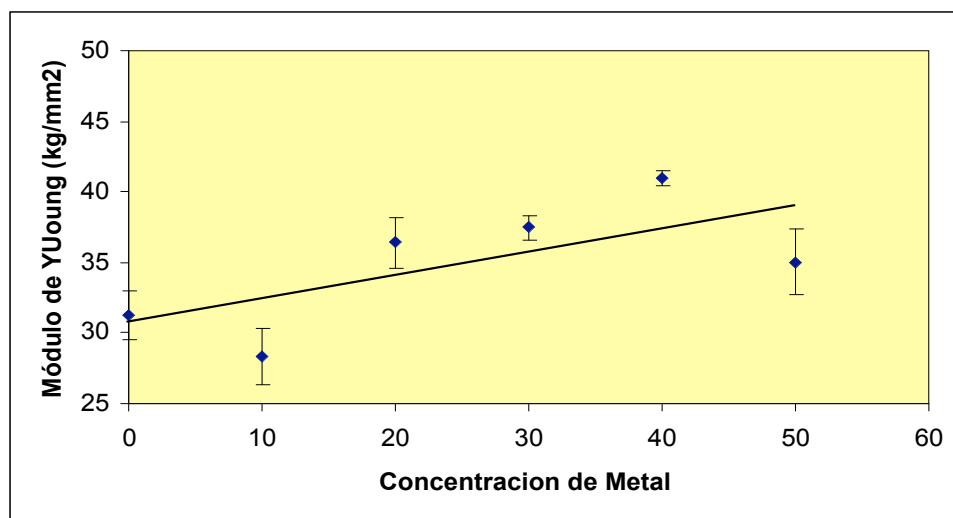


Figura 2: Dependencia del Módulo de Young del compuesto, respecto a la concentración de metal.

Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 3; en esta misma se aprecia que la tendencia del coeficiente  $k$  es de aumentar al aumentar la concentración de partículas metálicas en el compuesto; esto es de esperarse, ya que la conductividad térmica de los metales es de 2 a 3 órdenes de magnitud mayor que la de los polímeros. Sin embargo, el efecto del mezclado hace que el valor de  $k$  para cualquiera de los compuestos, sea muy parecido del coeficiente de conductividad térmica para el Polietileno.

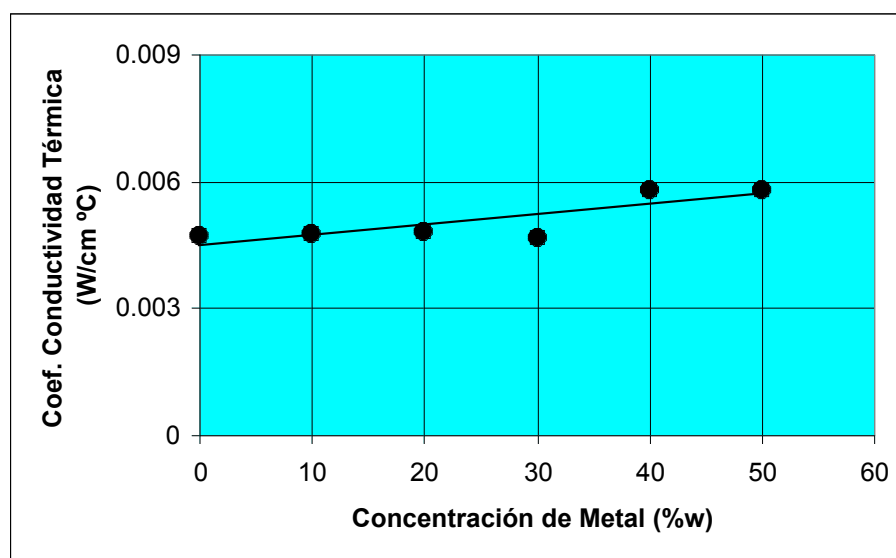


Figura 3: Coeficiente de conductividad térmica calculado.

### **Conclusiones**

A la luz de los resultados obtenidos y descritos anteriormente, fue posible obtener un compuesto de matriz polimérica y partículas metálicas como fase dispersa, el cual presentó un aumento en el coeficiente de conductividad térmica. Indudablemente este aumento es debido a la cantidad de metal disperso en el compuesto. Así mismo, el método empleado en esta determinación, si bien no fue muy preciso y puede ser perfeccionado aún, arrojó buenos resultados, que dan una idea mas clara de una aplicación potencial de este material compuesto.

### **Referencias**

1. "Calor Y Termodinamica". M.W. Zemansky, R.H. Dittiman. Ed. Mac Graw & Hill.
2. [http://www2.uah.es/gifa/documentos/FA/Practicas\\_FA/lab\\_fa\\_4.pdf](http://www2.uah.es/gifa/documentos/FA/Practicas_FA/lab_fa_4.pdf)
3. "Introduccion a la Ciencia de los Materiales". Flores Cruz Diana Ofelia. 1994. editorial Web.mail.