

Utilización de hule de llantas reciclado como una alternativa para la recuperación de hidrocarburos derramados

Arcos-Casarrubias, J.A.^{1*}, Torres Mendoza, A.^{1*}, Vázquez Torres, H.²,
González González, L.R.^{1*} y Buenrostro Zagal, J. F.³

¹División de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico s/n esq. Av. Hank González, Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec, Edo. de México C.P. 55210. México jaacasarrubias@hotmail.com

²Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana –Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, México, D.F., 09340, México.

³Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Simón Bolívar. Av. Río Mixcoac 48, Col. Insurgentes Mixcoac, México, D. F. México jfbuenrostro@hotmail.com

1. Resumen

La contaminación por derrame de hidrocarburos (petróleo crudo) en agua y suelo se ha convertido en un problema ambiental crónico en las zonas de extracción y transporte; asimismo, el confinamiento abierto e indiscriminado de neumáticos de automotores. Ambas problemáticas tienen la posibilidad de asistirse entre si, debido a que el hule contenido en los neumáticos usados puede ser un material absorbente del crudo derramado.

En este trabajo se presenta el estudio cinético de la absorción de crudo ligero de Campeche en material neumático particulado cilíndrico con tres diferentes diámetros. Se realizaron ensayos a tres condiciones de contacto para la absorción de crudo, utilizando crudo en contacto directo, una mezcla de crudo con agua y otra de crudo con arena. Se encontró que el material absorbente, en sus tres diferentes tamaños, se comporta de la misma forma, diferenciándose sólo ligeramente en su comportamiento cinético.

2. Introducción

La biodegradación de los hidrocarburos es muy lenta, y grande su impacto al medio ambiente cuando hay derrames de petróleo.[1] y [2] Por otra parte, la Cámara Nacional de la Industria Hulera estima que actualmente se generan en la República Mexicana 25 millones de llantas anualmente. Por lo tanto, la misma cantidad de llantas se desecha anualmente, 91% se abandonan indiscriminadamente en tiraderos a cielo abierto o sitios clandestinos.[3] Asimismo, si estos tiraderos se incendian pueden causar graves daños al medio ambiente y a la salud pública. En este trabajo, se sientan las bases de una propuesta que contribuya a controlar la contaminación provocada por derrames de crudo en nuestro país, aprovechando el hule reciclado de llantas. Este método sería más barato que los métodos que emplean otros materiales, como fibras vegetales modificadas o sintéticas elaboradas industrialmente. [4]

3. Condiciones experimentales

Las probetas de hule vulcanizado (cilindros) se obtuvieron de neumáticos usados con sacabocados de diferentes diámetros (2.5, 5 y 10 mm) cuyas masas fueron 1, 3 y 5 g. El crudo ligero de Campeche (densidad 837.4 kg/m^3) fue proporcionado por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Las muestras de hule se expusieron al hidrocarburo en tres condiciones: crudo, una mezcla de crudo-agua en relación de masa 1:1, y una mezcla de crudo-arena en relación de masa 1:1, a temperatura ambiente. Unas muestras se lavaron con detergente y agua; en tanto que otras, además de lavarse, se trataron en autoclave a $150 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 1 h. Después se pesó el hule y se sumergió en el crudo en un vaso de 100 ml. Cada 24 h se sacaba el hule, se eliminaba el crudo superficial y se pesaba. Posteriormente, se repetía este procedimiento hasta lograr peso constante. La estabilidad térmica del hule vulcanizado se midió con una balanza de análisis termogravimétrico TGA Pyris de PerkinElmer. Las muestras (10 mg) se calentaron desde 30 hasta $600 \text{ }^\circ\text{C}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C/min}$ en atmósfera de N_2 . Además, el hule vulcanizado se analizó en DSC (TA Instruments 2920), en condiciones dinámicas, operando en su modo modulado con rampa de calentamiento de $3 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ en flujo de N_2 de 50 mL/min .

4. Resultados y discusión

En la figura 1 se muestra que el hule vulcanizado es térmicamente estable hasta $130 \text{ }^\circ\text{C}$ y no existe una diferencia significativa en los resultados obtenidos para el hule previamente tratado y sin tratamiento. Asimismo, mostró una temperatura de transición vítrea T_g alrededor de $16 \text{ }^\circ\text{C}$, como se aprecia en la figura 2.

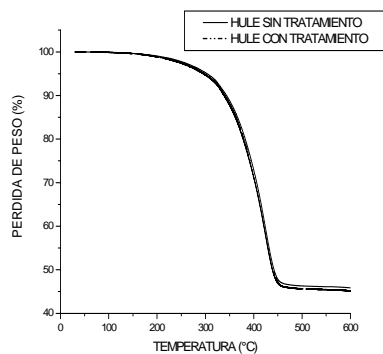


Figura 1. Gráfica de pérdida de peso contra temperatura.

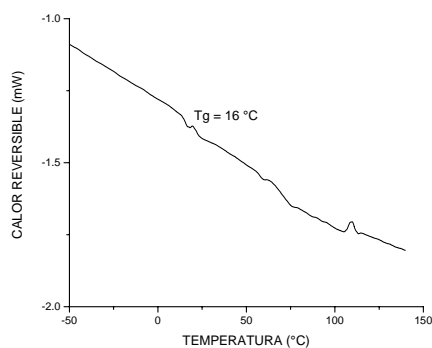


Figura2. Gráfica de calor reversible contra temperatura

La figura 3 muestra la dependencia de la cantidad de crudo absorbido por gramo de hule en función del tiempo. Se observa que el proceso de absorción es rápido, logrando absorber la mayor parte del crudo durante los dos primeros días. Posteriormente, el proceso se torna lento hasta mostrar una rapidez de absorción asintótica. En el intervalo de muestreo, el cilindro de tamaño de diámetro más pequeño absorbe una cantidad de hidrocarburo ligeramente mayor que los otros cilindros de mayor tamaño, por lo que lograr el equilibrio en éstos últimos tomaría varias semanas. Asimismo, las distintas cantidades de material particulado usado no presentan variación significativa en relación a la cantidad de hidrocarburo absorbido.

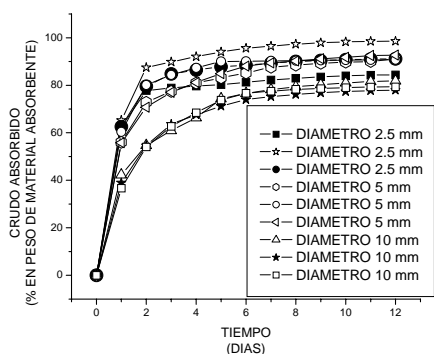


Figura 3. Gráfica de absorción contra tiempo utilizando diferentes diámetros de material Absorbente y diferente cantidad (masa).

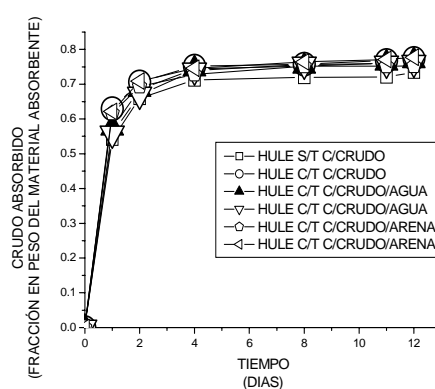


Figura 4. Gráfica de absorción contra tiempo en el experimento con diámetro de cilindro de 5 mm y la misma masa (2 g).

La Figura 4 muestra la dependencia de la cantidad de crudo absorbido por gramo de hule en función del tiempo, cuando el hule se encuentra inmerso en hidrocarburo, en mezclas de crudo- agua y crudo-arena. En este experimento se usó un mismo tamaño de diámetro (5 mm) y

la misma masa de material (2 g). En la figura se ve que la cantidad de hidrocarburo embebido tiene un rápido aumento, y luego adquiere un comportamiento asintótico. En los tres casos se observa que en el proceso de absorción es relativamente rápido, logrando absorber durante los dos primeros días hasta el 70 % del crudo y alcanzando el valor límite del 78 %. Por tanto, la presencia de agua o arena en el sistema no tiene un efecto significativo en el proceso de absorción. Por otra parte, el hule que recibió tratamiento en autoclave mejora ligeramente su capacidad de absorción de crudo.

5. Conclusiones

El hule proveniente de las llantas usadas se puede utilizar para absorber petróleo crudo. El hule sumergido en petróleo crudo absorbe la mayor parte (70%) durante los dos primeros días; después el proceso de absorción es lento, y su comportamiento es asintótico. En el límite práctico de 12 días, la cantidad absorbida de petróleo crudo fue de 78%, calculado con base en peso del hule. Es importante destacar que el límite de absorción no sufre modificación alguna debido a la presencia de arena y/o agua en el petróleo usado en estos experimentos.

Es necesario realizar ensayos de absorción por debajo de la temperatura de transición vítrea observada, y así determinar el comportamiento del hule vulcanizado en el proceso de absorción de petróleo crudo en esas condiciones.

6. Referencias

1. Fuente: selección de notas de los periódicos El Universal, Reforma, y La Jornada. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, "Temas en la agenda nacional", en *Medio ambiente* [Actualización: 28 de agosto de 2006], en www.diputados.gob.mx/cesop/
2. Llantas usadas: diagnóstico de la situación actual en el Distrito Federal, 2004. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. México.
3. Koutsky, J., Clark G., and Klotz, D., 1977, "The use of recycled tyre rubber particles for oil spill recovery", *Conservation & Recycling*, Vol. 1, 231-234.

4. Aisien, F. A., Hymore, F.K., and Ebewe, F. K., 2006, "Comparative Absorption of Crude Oil from Fresh and Marine Water Using Recycled Rubber" J. Environ. Eng., Vol. 132, No. 9, 1078-1081.