

Modificación Superficial de Piedra de Cantera por medio de Polimerización por Plasma de Hexametildisiloxano

López-Barrera, J. A¹, Avila-Ortega A.¹, Morales J¹, Cervantes J² y Olayo R¹

¹Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, CP 09340, México, D. F.

²Facultad de Química, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Gto. 36050, México.
oagr@xanu.uam.mx

1. Resumen

En la actualidad muchos de las edificaciones históricas así como monumentos están hechos de piedra de cantera (PC), este tipo de materiales arcillosos tienen un enorme problema de contaminación por parte del medio ambiente. Es por esto que se modificó la superficie de la piedra de cantera por medio de la polimerización por plasma usando Hexametildisiloxano (HMDSO) como monómero. Se modificó la superficie de la PC exponiendo al plasma de HMDSO en tiempos de 60, 90 a 180 minutos y se verificó la actividad superficial usando la técnica de ángulo de contacto, también se depositó dentro del reactor de plasma pastillas KBr para analizarlas en FTIR que nos generan espectros donde se comprobó la presencia de grupos CH₃ y CH₃-Si que generan una superficie altamente hidrofóbica.

2. Introducción

Uno de los principales usos de la piedra de cantera es el ornato, pero por las condiciones ya mencionadas, es necesario alterar sus características superficiales. Se ha demostrado que la polimerización por plasma puede ser un tratamiento superficial sin cambiar las características internas del material. Este tipo de proceso es rápido, uniforme y limpio ecológicamente hablando [1-3]. Este moderno tratamiento, no sólo permite el uso de materiales ya conocidos en nuevas aplicaciones, sino también puede optimizar las propiedades superficiales de los mismos. Cuando se usan superficies estables, el ángulo de contacto formado por una gota de agua es mayor a 150 grados, sin embargo este tipo de películas muestran una estabilidad mecánica pobre [4]. Por otra parte, las superficies que contienen grupos metilo generan con éxito alta hidrofobicidad por lo que se hace uso del monómero hexametildisiloxano, se han estudiado con éxito por sus características químicas que son especiales para evitar la corrosión en superficies expuestas [5-8].

3. Condiciones experimentales

El reactor de plasma de acoplamiento resistivo utilizado para la modificación superficial de la piedra de cantera se muestra en la figura 1. El reactor consiste de un tubo de vidrio pirex de 20.0 cm. de longitud y diámetro externo de 9.0 cm. En los extremos tiene dos

bridas de acero inoxidable, en el centro de cada brida hay un acceso para un electrodo de 6.0 cm., de diámetro, también de acero inoxidable. Cada brida cuenta con dos puertos de acceso, en uno de los puertos se conecta el sistema de vacío y en el otro un medidor de presión [9]. El HMDSO se introduce a la cámara de descarga por la diferencia de presión entre el reactor y el contenedor del monómero. Los sustratos, piedra de cantera de dimensiones 2.5x2.5x2.5cm, se depositaron en el centro del reactor, como se muestra en la figura 1.

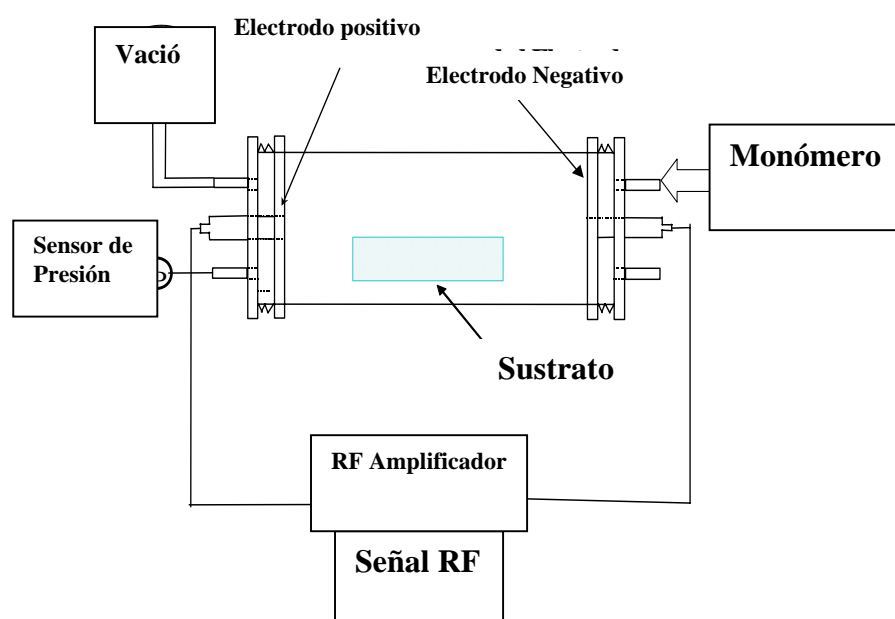


Figura 1. Rector de plasma

Antes de hacer el tratamiento por plasma, la piedra de cantera se lavó con acetona y se secó en un horno durante 60 min., a una temperatura de 100° C, para eliminar cualquier rastro de humedad y solvente. La potencia usada durante las descargas de plasma fue de 30 W, a una presión de 120 mTorr., una radio frecuencia de 13.56 MHz., y en intervalos de tiempo de exposición al plasma de 60, 90 y 180 minutos.

4. Resultados y discusión

4.1 Angulo de Contacto

En un ambiente tan reactivo como el plasma, la molécula de HMDSO se puede romper dando lugar a la formación de radicales de tipo silicio, los cuales podrían depositarse en la

superficie de la piedra de cantera, así como en el mejor de los casos se podrían depositar estructuras Si-CH_3 y que pueden generar superficies hidrófobas. La tabla 1 muestra el ángulo de contacto generado en la superficie modificada y cada líquido de prueba, con intervalos de tiempo de exposición al plasma desde 60 hasta 180 minutos. La muestra de 180 minutos mantuvo su ángulo de contacto después de 8 meses.

Superficie	Agua	Glicerina	Etilenglicol
Piedra de Cantera (PC)	0°	32°	9°
PC-HDMSO, 60 min.	122°	87°	76°
PC-HDMSO, 90 min.	122°	88°	75°
PC-HDMSO, 180 min.	124°	110°	88°
PC-HDMSO, 180 min. 8 meses después.	124°	111°	86°

Tabla 1. Ángulos de contacto generados por el líquido de prueba sobre la superficie de piedra de cantera modificada por medio de PP de HMDSO

4.2 FTIR para el HMDSO polimerizado

En la figura 2 podemos observar al polímero obtenido por plasma a distintos tiempos de reacción, se pueden distinguir los picos característicos del FTIR del HMDSO como son el 1260 cm^{-1} y el 855 cm^{-1} que corresponden a la vibración del Si-CH_3 , así como el 1060 cm^{-1} y el 790 cm^{-1} que corresponden a la vibración del O-Si lo cual nos indica que se

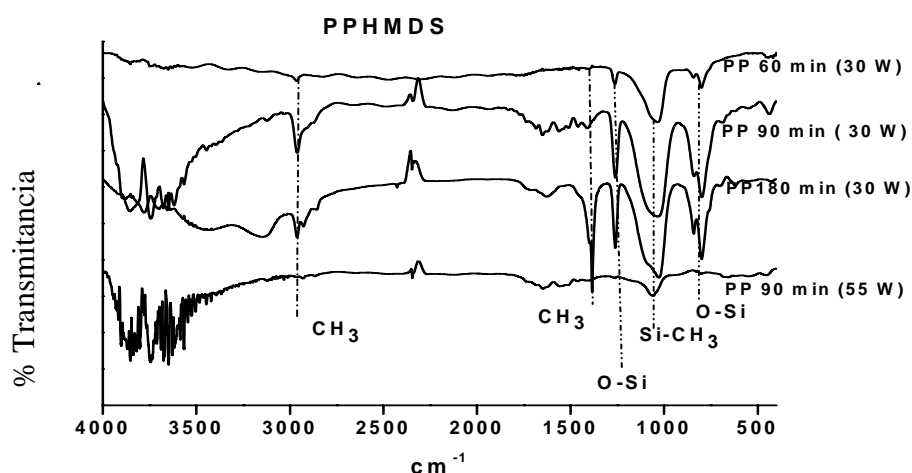


Figura 2. FTIR HMDSO polimerizado para distintos tiempos (60, 90 y 180 minutos) 30 W.

conserva buena parte de la estructura del monómero. Se intentó modificar por PP la piedra de cantera con un tiempo de exposición de 90 min., en donde se aumentó la potencia de 30W a 55 W, con el monómero HMDSO, se obtuvo como resultado que la potencia a la cual se expone el monómero, se rompen los enlaces que más nos importan y no existe evidencia de algún depósito de características hidrófobas; lo antes mencionado se verifica cuando se toman las mediciones del ángulo de contacto sobre la piedra tratada por plasma de HMDSO a una potencia de 55 Watts y moja totalmente la superficie, este mismo resultado también se da sobre la cantera cuando no esta tratada.

5. Conclusiones

Se deposito sobre la piedra de cantera una película de PPHMDSO, se muestra que el recubrimiento tiene características de alta hidrofobicidad, esto se comprobó con los ángulos registrados al tener valores por encima de los 120°, además, de ser respaldado por los espectros de FTIR que muestran grupos funcionales del tipo silicio y silicio-metilo.

Se deposito película de PPHMDSO a tiempos de exposición de entre 60 minutos como mínimo y con tiempo de exposición máxima de 180 minutos obteniendo resultados muy similares según lo demuestran los resultados de FTIR y ángulo de contacto.

6. Referencias.

- 1 Mahlberg R, Niemi H, Denes F, Rowell R. Int. J. Adhes. Adhes. 18:283. **1998**
- 2 Cho DL, Sjoblom E. J. Appl. Polym. Sci: Appl. Polym. 46: Symp. 461. **1990**
- 3 Della Volpe C, et al. Adhes. Sci. Technol. 14:273. **2000**
- 4 Hegemann D, Brunner H, Oehr C. Plasmas Polym. 6.:; 221**2001**
- 5 Christine Vautrin-UI, et, al. Mater. Chem., 12, 2318–2324, **2002**
- 6 Kashiwagi, Kunihiro; Yoshida, Yasuhiko; Murayama, Yoichi Japanese Journal of Applied Physics, Volume 30, Issue 8R, pp. 1803 **1991**.
- 7 T. Begou B. et all.IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on **2006**. pp 4918-4922
- 8 Walter Michaeli, Ingrid Fonteiner, Sebastian GoebelWiley InterScience: Journal: V 284-285, pp 30 – 34. **2001**
- 9 Palacios J. C., Olayo M. G., Morales J., Cruz G. J. and Olayo R. International Journal of Polymeric Materials, 51, 529-536 **2002**