



## Carbones Porosos dopados con metales alcalinos y de transición para el almacenamiento de hidrógeno.

María del Carmen Téllez Juárez, Geonel Rodríguez Gattorno, Edilso Reguera Ruiz

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional,  
Legaría 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

### Resumen

En este trabajo se aborda el estudio de materiales porosos conocidos como carbones activados, los cuáles presentan una estructura porosa adecuada para el almacenamiento del hidrógeno. Sin embargo, el tipo de interacción entre la molécula de  $H_2$  y la estructura carbonosa es muy débil. No obstante, existe la posibilidad de incrementar la fortaleza de su interacción con el  $H_2$  a través de la inserción de iones de metales alcalinos para favorecer las interacciones electrostáticas y de iones de metales de transición para favorecer las de coordinación. Ello conduciría a elevar los calores de adsorción para el  $H_2$  preservando la elevada superficie específica típica de los carbones activados [1,2].

### Introducción

Hoy en día la demanda mundial de energía se satisface con el uso de combustibles de origen fósil pero su virtual agotamiento, junto con la contaminación ambiental inherente, motiva la búsqueda de fuentes alternativas de energía a partir de recursos renovables no contaminantes. En este sentido se está considerando el empleo del  $H_2$  como portador secundario de energía en lugar de las gasolinas para aplicaciones móviles y también como medio de almacenamiento de energía en aplicaciones estacionarias. Además, la oxidación del  $H_2$  libera 142 kJ/g, tres veces el calor liberado por la gasolina (47.5 kJ/g) y el subproducto generado de agua. Sin embargo, el hidrógeno molecular presenta una baja temperatura crítica (32.7 K) que dificulta su manejo en estado líquido. Por la misma característica el almacenamiento en estado gaseoso a altas presiones también presenta limitaciones. Es por ello que se trabaja en la búsqueda de alternativas para lograr su almacenamiento a altas densidades empleando métodos tecnológicamente viables. Dentro de esas alternativas se encuentra la adsorción física en materiales porosos ligeros, entre ellos en carbones activados por su elevada área superficial, fácil preparación, elevada disponibilidad de las materias para su obtención y bajo costo. A ello se une la posibilidad de controlar la distribución y tamaño de los poros [3].

Como ya se ha indicado, desafortunadamente esas propiedades no están acompañadas de la presencia de interacciones fuertes entre las láminas de grafeno y la molécula de  $H_2$ , ocasionando que los calores de adsorción resulten insuficientes para que la molécula de  $H_2$  se mantenga en estado adsorbido a temperatura ambiente. Debido a este hecho el empleo de los carbones activados para almacenamiento de  $H_2$  está condicionado a encontrar formas de elevar los calores de adsorción. La forma de lograrlo es favorecer la presencia de aquellas interacciones

físicas presentes en los procesos de adsorción del  $H_2$ , en particular, las interacciones electrostáticas y de coordinación. En este Proyecto de Tesis se ha optado por la inserción de iones de metales alcalinos para potenciar el primero tipo de interacción y de iones de metales de transición para posibilitar las segundas.

### Procedimiento Experimental

Los carbones porosos, son obtenidos por un proceso que consiste en tres etapas:

- 1) Molienda y tamizado del precursor, que en nuestro caso se utilizara un carbón mineral denominado antracita.
- 2) Posteriormente, la antracita pasa por un proceso de activación física que consiste en dos etapas: la carbonización del precursor y la gasificación. En la carbonización se eliminan elementos como el hidrógeno y el oxígeno del precursor para dar lugar a un esqueleto carbonoso con una estructura rudimentaria. En la gasificación del carbonizado se expone a una atmosfera oxidante que elimina los productos volátiles, aumentando el volumen de los poros y por lo tanto, la superficie específica. La temperatura utilizada en estos procesos es de aproximadamente 1000°C.
- 3) Dopaje, se lleva a cabo por un proceso de impregnación con soluciones que contengan los iones metálicos alcalinos y de transición [4].

Los materiales obtenidos se caracterizarán mediante microscopías electrónicas de Barrido y Transmisión (SEM y TEM), termogravimetría (TG), calorimetría diferencial de barrido (DSC); espectroscopias IR y Raman, lo cual permite asociar las propiedades físico-químicas, morfológicas y estructurales.

### Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Secretaria de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) por su apoyo a este trabajo.

### Referencias

- [1] Pellenq, R.J.M.; Marinelli, F.; Fuhr, J. D.; Fernandez-Alonso, F.; Refson, K., J. Chem. Phys. **2008**, 129, 224701
- [2] L. Reguera, C.P.Krap, J. Balmaseda, E. Reguera. Submitted to Journal of Physical Chemistry 10.1021/jp803714j
- [3] Daniel Montané, Vanessa Torné-Fernández, Vanessa Fierro, Chemical Engineering Journal, 2005, 106, 1–12
- [4] Martín Martínez José Miguel, Adsorción física de gases y vapores por carbones, 1990, 1.3, 16-20.