

CARBONES MESOPOROSOS APLICADOS AL ALMACENAMIENTO Y CONVERSIÓN DE ENERGÍA

G. Montiel (1), G. Abuin (1), E. Fuentes (2), M. Bruno(3), F. Viva (2)

(1) INTI Procesos Superficiales, (2) CNEA Centro Atómico Constituyentes, (3) Universidad Nacional de Río Cuarto
gmontiel@inti.gov.ar

1. Objetivo del Proyecto

En esta edición de Tecno INTI se presentan avances de los resultados obtenidos en el marco de la tesis doctoral del Ing. Gonzalo Montiel, que se está desarrollando bajo la dirección del Dr. Federico Viva en los laboratorios del grupo de Celdas de Combustible de CNEA-CAC, donde se sintetizan, caracterizan y se evalúan nuevos materiales de carbón mesoporoso (CM) aplicados al almacenamiento y conversión de energía (AyCE). Los CM son atractivos para estas aplicaciones debido a su bajo costo de producción, su elevada conductividad y su amplia aplicación; diferentes tipos de baterías de litio, electrolizadores, celdas de combustible y supercapacitores son algunos de los dispositivos en donde los CM tienen un rol fundamental para optimizar la eficiencia del AyCE.

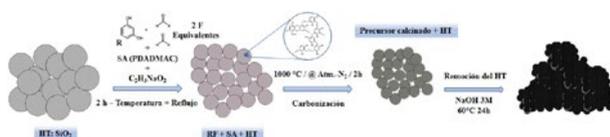


Figura 1: Esquema de síntesis de los materiales de CM

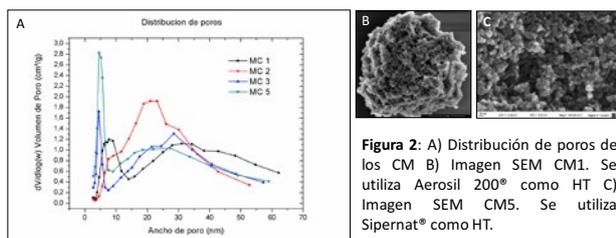


Figura 2: A) Distribución de poros de los CM B) Imagen SEM CM1. Se utiliza Aerosil 200® como HT C) Imagen SEM CM5. Se utiliza Sipernat® como HT.

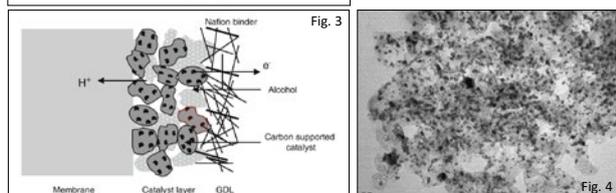
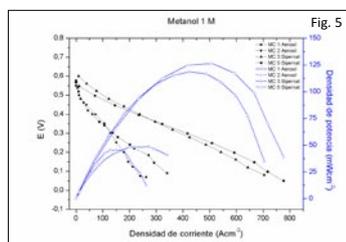


Figura 3: Los CM brindan soporte a las nanopartículas de PtRu dispersándolas y permitiendo la conducción iónica. Figura 4: Imagen TEM de un catalizador PtRu/MC, se observa una dispersión homogénea. Figura 5: Curvas de polarización y potencia de cuatro catalizadores estudiados en una estación de testeo de laboratorio. La celda se alimenta con solución 1M de metanol a 90°C.



2. Descripción del Proyecto

Desarrollo de materiales

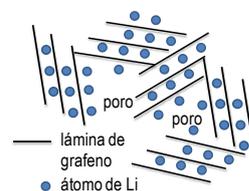
El plan de tesis se basa en la síntesis y caracterización de materiales de carbón de estructura porosa que se puede adaptar a las necesidades de diferentes aplicaciones de AyCE. El mecanismo de síntesis se basa en la carbonización de una resina polimérica de resorcinol y formaldehído (R-F). Para modificar la estructura porosa se utilizan agentes estructurantes blandos y duros, denominados comúnmente como "soft y hard template" (ST y HT). Los ST estabilizan la estructura polimérica mientras que los HT se agrupan y se distribuyen a lo largo de resina, luego de ser carbonizada la resina RF el HT es removido por disolución química, generando zonas de porosidad cuyo tamaño se puede controlar modificando el tamaño y la proporción de HT (Figura 1). Con esta síntesis se han conseguidos materiales de alta área específica (500 – 1000 m²g⁻¹) y una porosidad controlada que está centrada entre 5 y 60 nm. (Figura 2). Este tipo de materiales han mostrado una buena respuesta capacitiva en solución de 3M de ácido sulfúrico (500 Fg⁻¹) lo que permite pensar en que son materiales atractivos para supercapacitores.

Catálisis de metanol en celdas de combustible

Entre las aplicaciones posibles para las cuales estos materiales pueden diseñarse se encuentran las baterías de li ion, los supercapacitores y los catalizadores. En cada una de estas aplicaciones los CM cumplen diferentes funciones por lo tanto no todos los CM deben tener las mismas propiedades superficiales. Sus características se modifican en función del proceso electroquímico en el cual se involucran, en la Figura 3 se muestra un esquema de cual es la función de un catalizador de Pt-Ru soportado sobre CM en una pila de combustible de metanol directo, en la Figura 4 se observa un catalizador sintetizado en nuestro laboratorio y la Figura 5 se muestran las curvas de polarización y potencia que grafican el desempeño de una celda completa en donde se utilizan como materiales activos anódicos una serie de catalizadores de Pt-Ru/CM que se sintetizaron modificando la estructura de los soportes.

A futuro

Se está trabajando con dispositivos de flujo con el objetivo de estudiar la intercalación de iones litio en una estructura de CM. Uno de los objetivos de estudiar este tipo de sistemas es analizar si es posible lograr una separación cuantitativa de los isótopos ⁶Li y ⁷Li dado su interés estratégico para la fabricación de detectores de neutrones.



De comprobarse que los CM sintetizados tienen una estructura tipo carbón duro ("hard carbón" HC) se espera que los átomos de litio se intercalen entre las láminas de grafeno de la estructura.

3. Logros y resultados del Proyecto

Síntesis y aplicación de materiales:

Se logró sintetizar materiales de CM con porosidad orientada. En función de las propiedades se seleccionan los materiales para su evaluación aplicada. En el área de catalizadores se busca que los CM brinden sitios de anclaje para las nanopartículas metálicas generando un tamaño homogéneo y una buena dispersión de las mismas. Una de las hipótesis del trabajo plantea la vinculación directa entre los mesoporos pequeños (2-10 nm) y la disminución del tamaño de las partículas metálicas permitiendo una mejor performance del material activo. Esto se logró modificando el agente HT permitiendo incrementar el área electroquímicamente

activa desde 26 a 58 m²g⁻¹, la eficiencia de conversión de metanol a dióxido de carbono desde valores inferiores al 50% hasta 78% y la densidad de potencia se incrementa a valores que son comparables, incluso mejores, que los del estado del arte. Otro logro alcanzado fue en el área de litio, se logró comprobar la estructura tipo HC de los CM sintetizados mediante la realización de técnicas de microscopía RX y Raman.

Aplicaciones

Pilas de combustibles para nuevas aplicaciones de movilidad eléctrica, supercapacitores, baterías de litio, captura de neutrones entre otras posibles aplicaciones para los materiales de CM que se estudiarán en el desarrollo del plan de tesis.