

## Fibras de carbono activadas y su prometedor uso en condensadores híbridos de ion-zinc

S. González Martínez\*, A. Castro Muñiz, J.I. Paredes, F. Suárez García

Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR-CSIC). C/Francisco Pintado Fe, 26, 3011, Oviedo, España.

Sara.gonzalez@incar.cisc.es

Palabras clave: condensadores híbridos, zinc, FCA, microporos, capacidad.

### Introducción

El almacenamiento electroquímico de energía es un componente primordial en el desarrollo de energías renovables, donde la seguridad, el coste y el rendimiento son factores de gran importancia para su correcta implementación. Los condensadores híbridos de iones metálicos son dispositivos muy prometedores al combinar las propiedades de los condensadores y las baterías. En este estudio nos centramos en los condensadores híbridos de ion zinc, donde un carbón poroso previamente preparado actúa como cátodo. El principal objetivo de este trabajo es la síntesis de carbones activados con el fin de que presenten una estructura porosa favorable para ser utilizados como material activo en cátodos de dichos dispositivos [1].

### Experimental

Se ha llevado a cabo la síntesis de varias fibras de carbono activadas (FCA) usando como precursor PMIA (Nomex®) variando las condiciones de síntesis tales como la temperatura de carbonización (750 y 850 °C) y activación (650, 750 y 850 °C) o la proporción KOH/carbón ( $X_{\text{KOH}} = 2:1$  y  $4:1$ ). Posteriormente se forma una pasta con la fibra de carbono activada, carbon black y PTFE, en una proporción en peso 90:5:5 con la que se prepararon electrodos de diámetro 10 mm que se montaron en una pila tipo botón en configuración de dos electrodos, utilizando una lámina de Zn como ánodo y  $\text{ZnSO}_4$  2M como electrolito. Finalmente, se ha realizado la caracterización de la textura porosa del carbón mediante adsorción de  $\text{N}_2$  a  $-196$  °C y la caracterización del electrodo de carbono mediante análisis electroquímicos (voltamperometría cíclica y ciclado galvanostático). Los resultados de las FCA preparadas se compararon con los resultados obtenidos cuando una FCA comercial (FR-20) es utilizada como material activo.

### Resultados y discusión

Todas las isotermas obtenidas, tanto para las series de fibras carbonizadas a 750 y 850 °C como para la FR-20 son, por lo general, de tipo I, indicativo de que nuestras muestras presentan una estructura porosa conformada principalmente por microporos. Sin embargo, se observa que, al aumentar la extensión de la activación (aumento de la temperatura de activación y/o la  $X_{\text{KOH}}$ ), se produce un mayor desarrollo de la porosidad y un ensanchamiento de los poros. Este hecho se observa en distribuciones de tamaños de poro mostradas en la Figura 1.

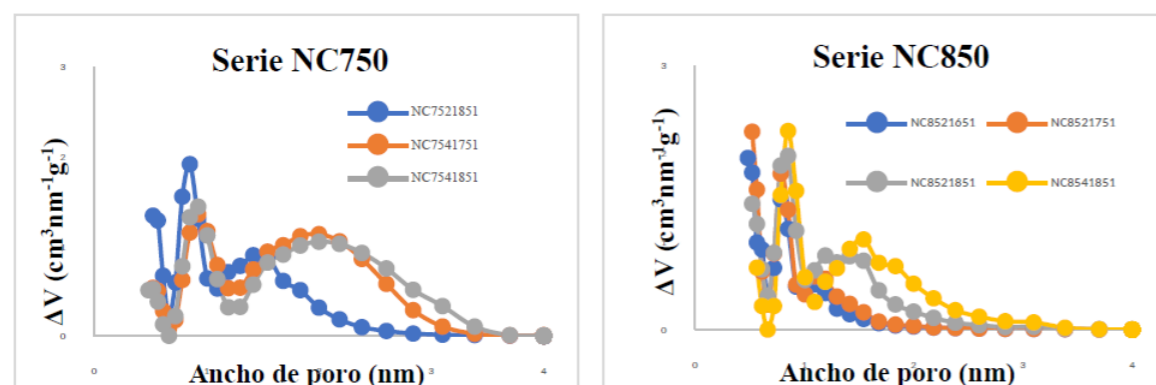


Figura 1. Distribución de tamaño de poro calculadas mediante el método QSDFT a partir de isotermas de adsorción de  $\text{N}_2$  a  $-196$  °C para las FCA obtenidas a partir fibras carbonizadas a 750 °C y 850 °C.

Las FCA presentan valores de superficie  $S_{\text{BET}}$  comprendidos entre 2005 y 3214  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$ , siendo la muestra carbonizada a 750 °C, con una  $X_{\text{KOH}}$  de 4:1 y una temperatura de activación de 750 °C (muestra NC7541751) la que presenta un mayor valor de  $S_{\text{BET}}$ . En la Figura 2 se representa la retención de la capacidad frente a la densidad de corriente para las dos series de muestras.

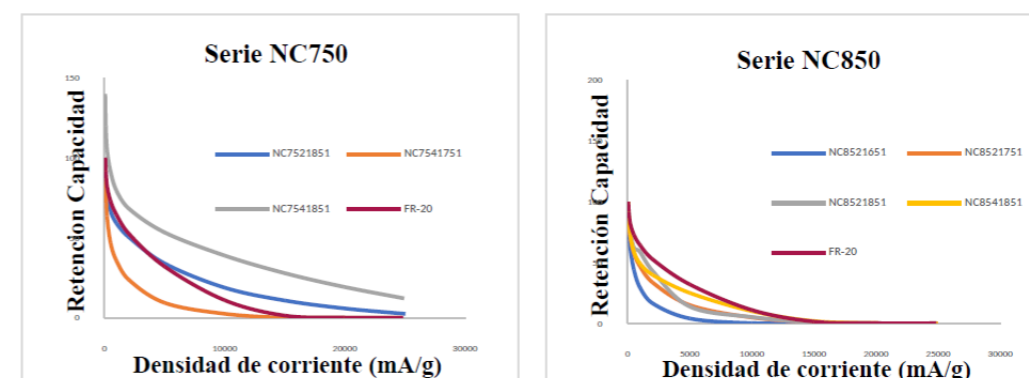


Figura 2. Representación de la retención de la capacidad frente a la densidad de corriente (mA/g) de las FCA obtenidas a partir fibras carbonizadas a 750 °C y 850 °C. Se incluyen las curvas de la fibra comercial FR-20.

Observamos que la muestra NC7541851 es la que presenta una mayor retención de la capacidad a mayores densidades de corriente. Este comportamiento se debe a que esta muestra, aparte de presentar una elevada área superficial y un elevado número de microporos, también presenta una contribución importante de supermicroporos y mesoporos estrechos, lo que facilita el transporte de iones cuando trabajamos a altas densidades de corriente, hecho muy favorable desde el punto de vista de almacenamiento de energía.

Además, se ha comprobado que las fibras de carbono activadas que se han tratado en algún momento a 850 °C, ya sea en la etapa de carbonización o activación, se comportan mejor en esta aplicación, posiblemente porque presenten una mayor conductividad eléctrica.

### Conclusiones

Se ha logrado sintetizar con éxito FCA a partir de PMIA, utilizando diferentes condiciones de síntesis para la posterior preparación de electrodos de carbono que se estudiaron como cátodo en un condensador híbrido de ion zinc. Además, mediante el uso de técnicas de caracterización convencionales como la adsorción física de gases y electroquímicas tales como voltamperometría cíclica y ensayos galvanostáticos, se ha logrado determinar que, nuestras fibras de carbono activadas, presentan buen comportamiento como electrodos en estos dispositivos de almacenamiento de energía, presentando valores superiores a una FCA comercial. Se ha demostrado que, además del área, la distribución de tamaños de poro es determinante para alcanzar altos valores de capacidad a altas densidades de corriente.

### Referencias

[1] B. Zakeri, S.Syri, Electrical energy storage system: A competitive life cycle cost analysis, Renewable Sustainable Energy Rev, 2015; 569-596.