

Desarrollo de materiales carbonosos a partir de biomasa agrícola residual para su aplicación en baterías de iones de sodio

Darío Alvira, Daniel Antorán, Joan J. Manyà

Grupo de Procesos Termoquímicos (GPT)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.
Tel. +34-976762707, e-mail: dalvira@unizar.es

Resumen

La presente comunicación aborda el desarrollo y puesta en marcha de un sistema experimental para la fabricación y caracterización de ánodos carbonosos. Dicho sistema permite evaluar la capacidad y propiedades electroquímicas de los carbones derivados de biomasa residual para su uso como electrodo en baterías de iones de sodio.

Introducción

En un contexto de crisis energética y climática, las baterías de iones de sodio (SIBs) aparecen como alternativa a las actuales baterías de iones de litio (LIBs) [1]. La apuesta por esta tecnología se fundamenta en la localización y escasez de recursos (litio, cobalto y grafito), la creciente demanda de dispositivos portátiles, coches eléctricos, etc. y la necesidad de almacenar la electricidad proveniente de fuentes de energía intermitentes. Dada la no intercalación de Na^+ en el grafito, uno de los desafíos clave para el desarrollo de las SIBs es el diseño de electrodos capaces de almacenar estos iones. Los carbones duros (*hard carbons*), altamente desordenados y no grafitizables, son buenos candidatos. Los iones de sodio pueden intercalarse reversiblemente entre sus capas pseudográficas, así como ser adsorbidos en sus poros, defectos y grupos funcionales en superficie [2-3].

Procedimiento experimental

El estudio de ánodos carbonosos puede resumirse en i) producción de carbones, caracterización y preparación de los ánodos, ii) ensamblaje y caracterización de la batería (Ver Figura 1).

Preparación de los ánodos

La biomasa residual es sometida a pirólisis a 500 °C y el carbón resultante triturado hasta un tamaño de partícula menor de 90 micras. Para modificar sus propiedades y mejorar el almacenaje de Na^+ , este carbón puede ser tratado térmicamente (800-1400

°C), activado física o químicamente y/o dopado con heteroátomos o partículas metálicas. La elaboración de ánodos se lleva a cabo mediante la adición de los aglutinantes carboximetilcelulosa de sodio (Na-CMC) y caucho estireno-butadieno (SBR), de modo que disueltos en agua ultrapura forman una pasta líquida. La relación másica en esta mezcla es 95:2,5:2,5 para el material activo, Na-CMC y SBR respectivamente. La solución es mezclada hasta conseguir una mezcla homogénea (agitación y ultrasonidos) y posteriormente se extiende sobre una lámina de aluminio de alta pureza con la ayuda de un aplicador Baker. De esta forma se obtiene una película plana de 100 μm de espesor. Por último, los ánodos son recortados con un sacabocados Ø12 mm y sometidos a un proceso de secado a vacío.

Ensamblaje de la batería

Se ha diseñado un prototipo para testar los ánodos en celdas de dos o tres electrodos. El prototipo consta de tres colectores de corriente en acero inoxidable AISI-316 que se introducen en el interior de una T *Swagelok* (Ver Figura 2). El sellado se realiza con ferúlas de teflón que impiden la entrada de oxígeno, así como el cortocircuito de la celda. En el colector del cátodo hay un muelle que asegura una presión constante de 0.2 N mm^{-2} entre ánodo (*color negro*) y cátodo (*rojo*). Estas piezas, junto con dos separadores de fibra de vidrio, se introducen dentro de un tubo de polietileno de alta densidad, que actúa como carcasa interna de la batería. El tercer colector es el destinado al electrodo de referencia (RE) y se ha construido en dos variantes. La primera, la recogida en la Figura 2, permite colocar un cilindro de sodio Ø5 mm en contacto con los separadores para su uso como RE en los ciclos de carga-descarga galvanostática. La segunda variante permite fijar mediante un tornillo un filamento de cobre estañado, que es introducido entre los dos separadores y permite caracterizar el ánodo mediante espectroscopía de impedancia electroquímica. Existe también una tercera opción consistente en no usar electrodo de referencia, para

ello se sustituye este colector por un tapón roscado que cierra la T.

El montaje de la celda se lleva a cabo en el interior de un glovebox con concentraciones de oxígeno y humedad inferiores a 1 ppm. El cátodo consiste en un cilindro Ø12 mm de sodio metálico, obtenido a partir de un lingote con la ayuda de bisturí, rodillo y sacabocados. Durante el ensamblaje de ánodo, cátodo y separadores, estos últimos se impregnan con 200 µl de electrolito, siendo este una solución 1M de NaTFSI en DMC:EC 1:1 (vol.). Una vez montada y cerrada, la celda puede extraerse del glovebox para ser testada con un potenciostato-galvanostato (Biologic – SP-200).

Conclusiones

El procedimiento descrito permite fabricar ánodos carbonosos a partir de biomasa residual y caracterizar sus propiedades electroquímicas en celdas de dos o tres electrodos. Diversas técnicas como voltametrías cíclicas (CV), ciclos de carga y descarga

galvanostática (GCD), titulaciones galvanostáticas intermitentes (GITT) y espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) han sido efectuadas con éxito para determinar la idoneidad de distintos carbonos y tratamientos.

REFERENCIAS

- [1]. ZHANG, W., ZHANG, F., MING, F. and ALSHAREEF, H. N. Sodium-ion battery anodes: Status and future trends. *EnergyChem.* 2020, 1, 100012. Available from: 10.1016/j.enchem.2019.100012.
- [2]. XIE, F., Xu, Z., GUO, Z. and TITIRICI, M. Hard carbons for sodium-ion batteries and beyond. *Progress in Energy.* 2020, 2, 042002. Available from: doi:10.1088/2516-1083/aba5f5.
- [3]. Perveen, T., Siddiq, M., Shahzad, N., Ahmad, A. and Shahzad, M. Prospects in anode materials for sodium ion batteries - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 2020, 119, 109549. Available from: 10.1016/j.rser.2019.109549

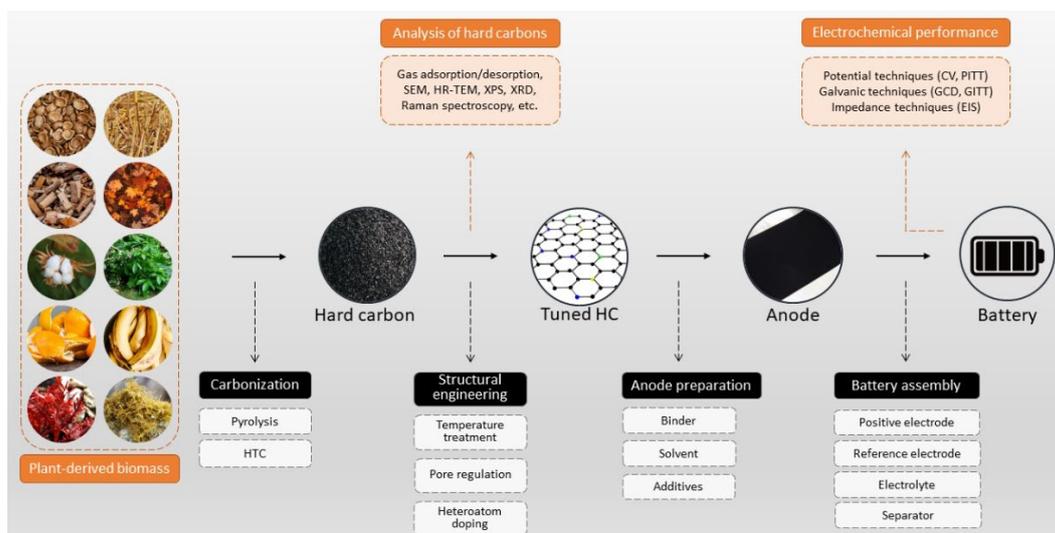


Figura 1. Procedimiento experimental

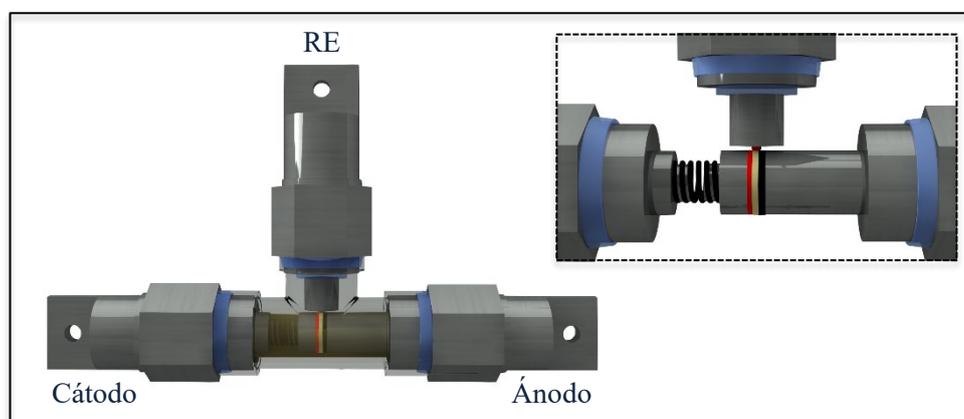


Figura 2. Prototipo de celda de 3 electrodos