

Ánodos de zinc recubiertos con grafeno para dispositivos de almacenamiento de energía acuosos

E. Álvarez-Rubiera*, D.F. Carrasco, S. Villar-Rodil, J.I. Paredes

Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, C/Francisco Pintado Fe, 26, 33011 Oviedo, Asturias, España.

enrique.alvarez@incar.csic.es

Palabras clave: grafeno, exfoliación electroquímica, ánodo de Zn.

Introducción

Los dispositivos de almacenamiento de energía basados en Zn tienen un gran interés en el contexto de la transición actual de combustibles fósiles a fuentes de energía renovables. Estos dispositivos destacan por permitir el uso de electrolitos acuosos, más seguros y baratos, y la capacidad del ion Zn^{2+} para transferir varios electrones, permitiendo, en principio, mayores capacidades. Sin embargo, uno de los principales problemas de estos dispositivos es la corta vida útil del ánodo de Zn metálico, debido a la tendencia a formar dendritas en la superficie del electrodo y a la existencia de reacciones secundarias (por ejemplo, evolución de hidrógeno).

Experimental

Para los estudios llevados a cabo se utilizan como electrodos discos metálicos de Zn de alta pureza. Para su recubrimiento se utiliza una dispersión acuosa de un grafeno rico en grupos carboxilados generado por exfoliación electroquímica de grafito, la cual se deposita sobre la superficie metálica pulida y se calienta hasta formar un recubrimiento. Los estudios electroquímicos se realizan en celdas tipo T o Swagelok, en configuración de 2 o 3 electrodos, utilizando membranas de nylon como separador y una disolución acuosa de $ZnSO_4$ 2M como electrolito. En el caso de la configuración de 3 electrodos se utiliza un electrodo de referencia de Ag/AgCl.

Resultados y discusión

La vida útil del electrodo se ha estudiado mediante ciclos de carga y descarga, a distintas densidades de corriente y cargas totales determinadas. Comparando los valores obtenidos para los experimentos realizados a una corriente de 2 mA cm^{-2} y una carga de 2 mA h cm^{-2} (Figura 1), con celdas simétricas de Zn sin recubrir y Zn recubierto con el grafeno, se observa un aumento de la duración del dispositivo, pasando de 30 h para los electrodos de Zn sin recubrir a unas 1300 h para electrodos recubiertos con el grafeno. Además, el potencial de funcionamiento del dispositivo disminuye al utilizar los electrodos de Zn modificados. Esta disminución implica una resistencia menor a la nucleación del Zn, lo cual se relaciona con una mejor mojabilidad de la superficie y una mayor afinidad por el Zn. [1]

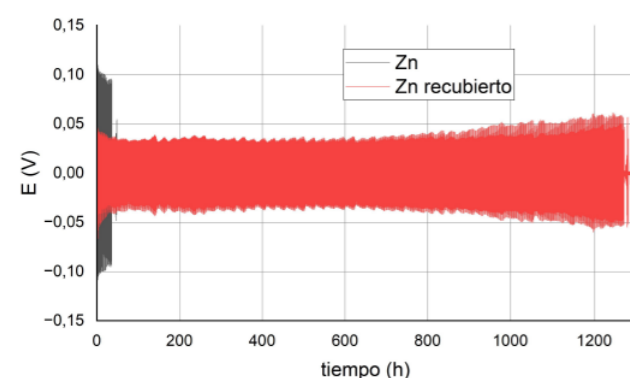


Figura 1. Ciclos de carga y descarga de las celdas simétricas de Zn y Zn modificado con grafeno a 2 mA cm^{-2} y 2 mA h cm^{-2}

El aumento de la vida útil del dispositivo está determinado por la mejora de la estabilidad química del electrodo y la capacidad del recubrimiento de inhibir reacciones secundarias que puedan tener lugar. Para estudiar estos efectos en más detalle, se utilizan experimentos de polarización lineal (LP). Estos permiten determinar la intensidad de corriente y el potencial de corrosión de los electrodos. En el caso de los electrodos modificados se obtiene un potencial de corrosión de -0.93 V y una densidad de corriente de 7.47 mA cm^{-2} . Para los electrodos no modificados se obtienen valores de -1.01 V y 13.46 mA cm^{-2} (Figura 2). Un potencial de corrosión más positivo se asocia con una posibilidad menor de reacciones secundarias no deseadas, como la evolución de hidrógeno y la pasivación del electrodo, mientras que una densidad de corriente menor se relaciona con una velocidad de corrosión menor. [2] Por lo tanto, el recubrimiento del electrodo con el grafeno permite reducir el efecto de la corrosión.

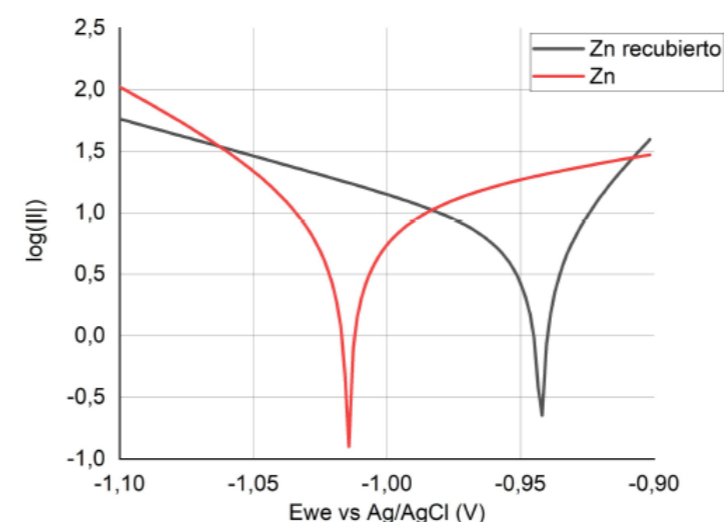


Figura 2. Curvas de LP de los electrodos de Zn con y sin recubrimiento de grafeno.

Conclusiones

Se han modificado satisfactoriamente electrodos de Zn metálico con un grafeno rico en grupos carboxílicos. El recubrimiento permite aumentar la vida útil de los electrodos más de 40 veces respecto a los electrodos no modificados. Se ha realizado un estudio detallado de la cinética de las reacciones de corrosión del electrodo, que permite entender los procesos asociados al funcionamiento del electrodo y su desgaste.

Agradecimientos

Se agradece a MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ Unión Europea NextGenerationEU/PRTR (proyecto TED2021-131517B-C22), MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER (proyecto PID2021-125246OB-I00) y PCTI 2018-2022 del Principado de Asturias/ FEDER (proyecto IDI/2021/000037).

Referencias

- [1] Hoang X. Dang, Andrew J. Sellathurai, Dominik P.J. Barz, An ion exchange membranefree, ultrastable zinc-iodine battery enabled by functionalized graphene electrodes, *Energy Storage Materials*, 2023; 55, 680-690.
- [2] Lei Hu, Kai Yang, Yunpeng Zhang, Nengze Wang, Mengxuan Sun, Zhijie Li, Xiaojun Yao, Chunyang Jia, Interface engineering with porous graphene as deposition regulator of stable Zn metal anode for long-life Zn-ion capacitor, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2023; 631B, 135-146.