

Hidróxidos de Fe y Co dopados con P soportados sobre una matriz carbonosa dopada con N para la reacción de evolución de oxígeno

S. Estebarez¹, C. Ortega Redondo¹, B. Aghabarari², P. Arévalo-Cid¹, M.V. Martínez-Huerta¹

¹ Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC, Marie Curie 2, 28049, Madrid, España.

² Nanotechnology and Advanced Materials Department, Materials and Energy Research Center (MERC), Karaj, Iran
s.estebarez@csic.es

Palabras clave: hidróxidos, electrocatálisis, residuos, reacción de evolución de oxígeno.

Introducción

La electrólisis del agua es una tecnología limpia universalmente reconocida para producir hidrógeno. Sin embargo, la reacción de evolución del oxígeno (OER) es un proceso cinéticamente lento y complejo debido a la transferencia de cuatro electrones. A pesar de los esfuerzos y el éxito de electrocatalizadores basados en metales nobles (p. ej., RuO₂, IrO₂), su elevado coste y su escasa abundancia natural limitan enormemente su uso generalizado a gran escala, lo que hace necesario el desarrollo de nuevos electrocatalizadores más sostenibles, eficientes y de menor coste, con metales de mayor abundancia y menor impacto medioambiental [1].

En este trabajo, se han preparado electrocatalizadores basados en una matriz carbonosa procedente del bagazo de cerveza dopada con nitrógeno para su uso como soporte de hidróxidos de Fe y Co dopados con fósforo mediante un método de síntesis hidrotermal sencillo y fácilmente escalable. Se ha estudiado el efecto del fósforo, y el contenido de la matriz carbonosa con el objetivo de mejorar su comportamiento electrocatalítico y su empleabilidad como catalizadores para la OER en medio alcalino.

Experimental

Los catalizadores han sido sintetizados en dos partes separadas. Inicialmente se parte del bagazo (B) y se le somete a tratamiento de carbonización hidrotermal (HTC) con urea para su dopaje con N seguido de un proceso pirolítico. Por otro lado, para la incorporación de los hidróxidos, se parte de una disolución acuosa con las sales precursoras de Fe y Co que, tras la adición del precursor del fósforo y la matriz carbonosa pirolizada en medio alcalino, se le somete a un nuevo tratamiento hidrotermal (HTT). La relación molar metal-fósforo se mantuvo constante en todo momento, y se varió la relación en masa metal/matriz carbonosa de 3.5, 8 y 10. Este último se sintetizó también sin fósforo para estudiar el efecto del dopante. Con el fin de mejorar la respuesta electroquímica, se realizó una nueva pirólisis (Pyr) al catalizador FeCoP/B10. Los catalizadores han sido analizados mediante caracterización físico-química (análisis elemental, área BET, ICP-OES, XPS, XRD), caracterización por microscopía electrónica (SEM y TEM) y caracterización electroquímica empleando una celda de tres electrodos: un electrodo de disco-anillo rotatorio (RRDE) como electrodo de trabajo; un electrodo reversible de hidrogeno (RHE) como referencia y un electrodo de C vítreo como contraelectrodo, permitiendo medir su actividad y estabilidad electrocatalítica en 0.1M KOH.

Resultado y discusión

En la Figura 1 se muestra las diferentes actividades electrocatalíticas en la OER a 0.1M KOH. Respecto al bagazo de partida dopado con nitrógeno se observa que, tras la adición de los hidróxidos metálicos sin P (FeCo/B10), la actividad electroquímica mejora ligeramente. Sin embargo, la incorporación del fósforo en FeCoP/B10 aumenta drásticamente la actividad.

El estudio realizado con contenidos metálicos inferiores no mejora la actividad electroquímica hacia la OER, mientras que la pirólisis del catalizador FeCoP/B10 disminuye considerablemente el sobrepotencial alcanzando las mayores densidades de corriente.

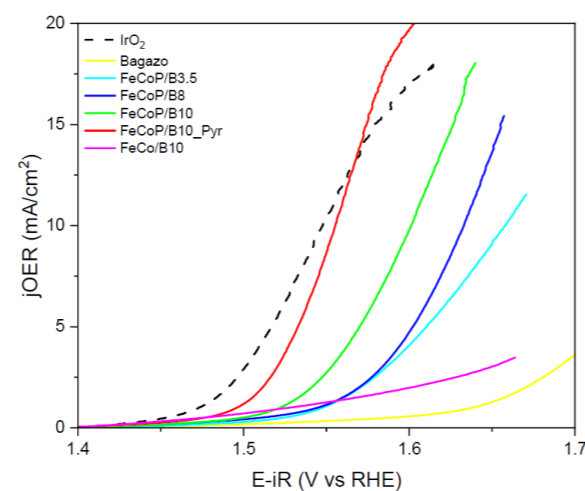


Figura 1. Curva de polarización para OER de los diferentes catalizadores a 0.1M KOH y 1600 rpm.

Conclusiones

Se han obtenido electrocatalizadores activos para la OER a partir de un residuo agroindustriales como es el bagazo de cerveza mediante su activación e incorporación de N y posterior modificación con hidróxidos de Fe y Co dopados con P. El catalizador FeCoP/B10_Pyr presenta la mayor actividad de los catalizadores preparados, con un sobrepotencial de 325 mV a una densidad de corriente de 10 mA/cm², muy cercano al del IrO₂ comercial.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al MCIN y a la AEI (MCIN/AEI/10.13039/501100011033) la financiación recibida con los proyectos de investigación PID2020-115848RB-C22, y los fondos NextGeneration EU (PRTR-C17.11) dentro de los Planes Complementarios con CCAA (área del hidrógeno y energía limpia) llevado a cabo a través de la Plataforma Temática Interdisciplinar del CSIC (PTI+) Transición Energética Sostenible+ (PTI-TRANSENER+).

Referencias

[1] G.A. Gebreslase, M.V. Martínez-Huerta, M.J. Lázaro, Recent progress on bimetallic NiCo and CoFe based electrocatalysts for alkaline oxygen evolution reaction: A review, J. Energy Chem. 67 (2022) 101–137. <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2021.10.009>.