

NANOTECNOLOGÍA APLICADA A ENSAMBLES MEMBRANA-ELECTRODOS

RESULTADOS CIQA

Considerando que las actividades del CIQA en el proyecto bilateral estaban relacionadas con preparación y caracterización de membranas poliméricas para celdas de combustible, se realizaron las siguientes actividades durante la última etapa del proyecto:

Membranas de poliestireno-ácido acrílico:

- Preparación y depósito de nanopartículas de Pt en un lado de la membrana.- Los experimentos consistieron en diseñar un dispositivo de dos compartimentos divididos por la membrana de Ps/AA, para mediante el proceso de reducción transmembrana (método Takenaka-Torikai) conseguir la reducción de una solución de platino en platino metálico. Mediante este método se consiguió hacer en un solo paso, la reducción a platino metálico y su depósito en una cara de la membrana. Las concentraciones de platino metálico reducidas y depositadas son del orden de las utilizadas en la capa catalítica de un ensamble membrana-electrodo (MEA).
- Irradiación gamma de membranas.- Membranas de Ps/AA sulfonados fueron irradiadas con radiación gamma de una fuente industrial de Co-60, para obtener entrecruzamiento de la estructura polimérica. Los niveles de entrecruzamiento a dosis de 10-100 KGy fueron secuenciados con la dosis y a niveles suficientes para mejorar las propiedades térmicas del copolímero, especialmente sus propiedades mecánicas.

Membranas de Poliestireno-butil acrilato:

Se prepararon copolímeros de estireno-butil acrilato con la intención de obtener materiales con mayor flexibilidad para soportar las condiciones de operación en una celda de combustible. Se probaron relaciones molares de St:BA de 70:30, 80:20 y 90:10 %mol y posteriormente sulfonadas. Los materiales fueron preparados vía reacciones de radicales libres y los copolímeros caracterizados por FTIR, RMN, GPC y análisis térmicos. Los copolímeros tienen pesos moleculares útiles como membranas, estabilidad térmica por encima de los 300°C, propiedades mecánicas flexibles y valores de IEC similares a los del Nafion, particularmente el de relación 70:30 %mol.

Membranas de poliestireno-acrilonitrilo:

Estas membranas también fueron preparadas con la intención de mejorar las propiedades mecánicas. También fueron sintetizadas por reacciones de copolimerización radicalica en masa a relaciones molares St:AN de 70:30 y 90:10 % mol y posteriormente sulfonados; aunque condiciones mas complicadas para su obtención. Se caracterizaron por las mismas técnicas que el copolímero St/BuA. Tiene buena estabilidad térmica por encima de los 200°C, transición vitrea arriba

de 100 °C pero con valores de IEC bajos. La flexibilidad se incrementa con el nivel de acrilonitrilo y de la sulfonación. Su peso molecular es también alto (cerca de 200,000 g/mol).

Membranas modificadas con óxido de grafeno

Se iniciaron trabajos para modificar las membranas tradicionales de Nafion mediante inserción del óxido de grafeno en diferentes proporciones. Posteriormente, se utilizarán membranas de PEEK, también modificadas con óxido de grafeno. La intención final es mejorar las propiedades de conducción protónica, retención de agua, mecánicas y térmicas.

Materiales para electrodos:

Se está trabajando en la síntesis y modificación de óxido de grafeno y carbón mesoporoso, mediante funcionalización covalente y no-covalente, para conferir propiedades catalíticas útiles como cátodos en celdas de combustible. Estos mismos materiales también pueden ser utilizados como soportes de nanopartículas metálicas con propiedades catalíticas similares.

PRODUCTOS DE ESTAS ACTIVIDADES

CONGRESOS

- L.F. Vieira, D. Morales-Acosta, R. Benavides, **Síntesis de Poli(estireno-co-acrilato de butilo) como membranas para celdas de combustible.** XXXII Congreso de la SMEQ, Guanajuato, Gto., México,
- L. Melo, R. Benavides, G. Martínez, D. Morales-Acosta, **Sulfonated polystyrene-co-acrylic acid 2otencial modified by transmembrane reduction of platinum.** XVI International Congress of the Mexican Hydrogen Society, Querétaro, Qro., México. Sept. 26-30 2016.
- R. Urbano, R. Benavides, D. Morales-Acosta, M.E. Martínez-Pardo, H. Carrasco, **Gamma irradiation of polystyrene-co-acrylic acid to use them as membranes for fuel cells.** XVI International Congress of the Mexican Hydrogen Society, Querétaro, Qro., México. Sept. 26-30 2016.
- N.C. Luna-Comparán, R. Benavides, D. Morales-Acosta, **Precursor effect on graphene oxide properties for fuel cell applications.** XVI International Congress of the Mexican Hydrogen Society, Querétaro, Qro., México. Sept. 26-30 2016.
- L. Melo, R. Benavides, D. Morales, MMS Paula, L. Da Silva, **Effect of crosslinking agent during copolymerization reactions of styrene with acrylic acid.** MODEST Conference, Cracovia, Polonia, Sept. 4-8 2016.

ENVIADOS A CONGRESOS

- R. Benavides, R. Urbano, D. Morales-Acosta, M.E. Martínez-Pardo, H. Carrasco, **Effect of gamma irradiation on sulphonated polystyrene-co-acrylic acid 2otencial to use for fuel cells.** XVII International Congress of the Mexican Hydrogen Society, Guanajuato, Gto. México. Sept. 19-22 2017.

- N.M. Sánchez-Padilla, E. De-Casas, S. Fernández, R. Benavides, D. Morales-Acosta, **Reduced graphene oxide: effect of functional groups in the N-doping process and its ORR catalytic activity**. XVII International congress of the Mexican Society, Guanajuato, Gto., Mexico. Sept. 19-22 2017.
- L. Francisco Vieira, D. Morales-Acosta, E. Cuara-Diaz, R. Benavides Cantú, **Styrene-butyl acrylate copolymers with potential application as membrane material in PEM fuel cell**. XVII International congress of the Mexican Society. Guanajuato Mexico. Sept. 19-22 2017.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- L. Melo, R. Benavides, G. Martínez, D. Morales-Acosta, MMS Paula, L. Da Silva, **Mechanical properties and morphology of polystyrene-co-acrylic acid synthesized as membranes for fuel cells**, International Journal of Hydrogen Energy, aceptado y en proceso (2017)

ARTÍCULOS ENVIADOS

- L. Melo, R. Benavides, G. Martínez, D. Morales-Acosta, MMS Paula, L. Da Silva, **Sulfonated polystyrene-co-acrylic acid modified by transmembrane reduction of platinum**. International Journal of Hydrogen Energy, enviado (2017)
- R. Urbano, R. Benavides, D. Morales-Acosta, M.E. Martínez-Pardo, H. Carrasco, **Gamma irradiation of polystyrene-co-acrylic acid to use them as membrane for fuel cells**, International Journal of Hydrogen Energy, enviado (2017)
- L. Melo, R. Benavides, G. Martínez, D. Morales-Acosta, MMS Paula, L. Da Silva, **Effect of porosity on IEC and water distribution for sulphonated Poly(styrene-co-acrylic acid) PEM copolymer**. Polymer Bulletin, enviado (2017).

Dr. Roberto Benavides Cantú
Responsable en CIQA