

Desarrollo del prototipo comercial de batería de flujo Zn-Br

La división de Corporación Jofemar especializada en energía, Smart Energy, está ultimando el desarrollo del prototipo de batería de flujo Zn-Br, que servirá de base para la versión comercial, que se lanzará al mercado bajo el nombre de Roxzell. Este nuevo prototipo cuenta con un diseño más compacto y ligero, unas prestaciones optimizadas y se puede adaptar a diferentes aplicaciones.

FRANCISCO LANA

RESPONSABLE DE I+D SMART ENERGY EN JOFEMAR

MAURA CÓLERA

DIRECTORA DE TECNOLOGÍA. DEPARTAMENTO DE I+D ELECTROQUÍMICA DE JOFEMAR

Es el fruto de un intenso trabajo de investigación y desarrollo en el que Jofemar lleva involucrado desde 2012. En el presente artículo se resumen los desarrollos técnicos llevados a cabo para la configuración de los principales componentes de la batería: electrodos, electrolito y membrana.

Introducción

Las tecnologías de almacenamiento son una pieza clave para solucionar los actuales problemas de acoplamiento entre generación y consumo eléctrico, actuando como estabilizadores de la red, garantizando la calidad y la fiabilidad en el suministro y proporcionando un soporte a la operación de la red. Actualmente, existen diferentes tecnologías y la implementación de una u otra dependerá de la aplicación a la que se vaya a destinar.

Las baterías de flujo redox zinc-bromo son una tecnología de almacenamiento energético electroquímico que presentan un gran atractivo debido a su gran capacidad (importante en aplicaciones estacionarias) y a su estabilidad. Además, tienen la ventaja de tener la potencia y la energía parcialmente desacopladas, ofreciendo de esta forma una gran versatilidad para adaptarse a las demandas de diferentes sistemas, permitiendo una total flexibilidad en su diseño. Pueden ser descargadas completamente sin efecto memoria, sin que disminuyan sus prestaciones, tienen un bajo coste y una larga vida útil. Por otra parte, esta batería se diseña con materiales de alta disponibilidad, bajo coste, recicla-

bles y respetuosos con el medio ambiente, lo que permite ofrecer una tecnología verde y eficiente.

Por ello, Jofemar Smart Energy ha apostado por el desarrollo de este tipo de baterías para el almacenamiento energético del excedente de producción y su posterior integración en redes inteligentes y aplicaciones estacionarias tanto industriales como residenciales. En la actualidad, se está ultimando el desarrollo del módulo, que está siendo validado en diferentes escenarios y para distintas aplicaciones y que es la base para el prototipo comercial que saldrá al mercado con el nombre de Roxzell.

Para conseguir esta batería, Corporación Jofemar lleva trabajando desde 2012 en diferentes proyectos en colaboración con importantes universidades, centros de investigación y empresas tanto nacionales como internacionales. En estos proyectos se han realizado desarrollos específicos para los principales componentes de la batería (electrodos, electrolito y membrana), así como estudios y desarrollos en todo el diseño y la fluidodinámica de la batería.

Síntesis de sales y desarrollo del electrolito idóneo

Uno de los componentes más críticos en estas baterías es el electrolito. El electrolito es básicamente una disolución de $ZnBr_2$ con diferentes aditivos. Al electrolito positivo (catolito) se le añade una sal cuaternaria o amina orgánica para capturar el Br_2 gas formado. Durante la carga de la batería, en el electrodo negativo se deposita una película de Zn metálico a partir de la reducción de los iones Zn^{2+} y en el lado del electrodo positivo los iones Br^- se oxidan a Br_2 gas. El Br_2 tiene una solubilidad limitada en agua, por ello la sal cuaternaria o amina orgánica reacciona con él acom-



Versión futura de la batería de flujo redox de Zn-Br desarrollada por Jofemar Smart Energy.

plejándolo y formando una disolución más densa y viscosa que se hunde en el fondo del tanque del catolito.

Por ello, la elección del agente acomplejante (sal cuaternaria o amina orgánica) utilizada en el electrolito es un tema clave en estas baterías. Jofemar Smart Energy ha investigado junto a la Universidad de Córdoba y junto a una empresa internacional líder en el sector, el agente acomplejante más idóneo, su proceso de síntesis y la formación del electrolito apto para este tipo de baterías. A raíz de esto, Corporación Jofemar ha patentado el procedimiento de obtención de una sal específica para esta tecnología, bromuro de alquilmorfolinio y ha desarrollado un proceso de síntesis de electrolito a partir de esta sal.

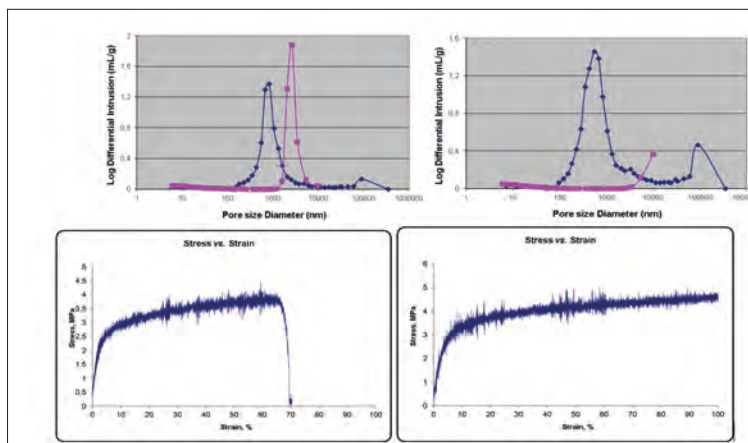
Actualmente se sigue trabajando, investigando y testeando sales novedosas y electrolitos con diferentes aditivos que mejoran el funcionamiento de la batería.

Desarrollo de electrodos específicos

Jofemar Smart Energy ha trabajado y continúa optimizando el desarrollo de electrodos específicos para este tipo de baterías.



Síntesis optimizada de la sal y del electrolito.



Ensayo de porosimetría y de resistencia mecánica de varias membranas.

En el desarrollo de estos electrodos han participado centros y universidades nacionales como son el Centro Tecnológico L'Urederra, el Instituto del Carbón (INCAR, CSIC), la Universidad de Córdoba y Cemitec, así como empresas del ámbito nacional e internacional.

Para ello se han estudiado diferentes materiales y aditivos, incorporando la nanotecnología, así como diferentes procesos productivos y su integración en la batería. Se ha trabajado con el objetivo de conseguir electrodos que tengan alta conductividad eléctrica y térmica, que sean resistentes química y mecánicamente, que permitan una deposición homogénea de Zinc, que tengan una alta superficie activa y alta mojabilidad superficial, una baja permeabilidad, que sean fácilmente adaptables a la batería, con un bajo peso y por supuesto de bajo coste.

Todos los electrodos sintetizados se caracterizan completamente, analizando su estructura, distribución de materiales, propiedades químicas y comportamiento electroquímico en celda y stack.

Análisis de membranas separadoras

Otro de los componentes principales de este tipo de baterías son las membranas que separan las dos semiceldas (positiva y negativa) de una celda. Desde el inicio, Jofemar Smart Energy ha trabajado con un centro tecnológico nacional y con varias empresas internacionales en la búsqueda de una membrana idónea para las baterías de flujo redox Zn-Br.

Los objetivos que deben cumplir estas membranas son:

- Reducción/eliminación del proceso de autodescarga.
- Protección frente a la formación de

dendritas de Zn.

- Métodos de fabricación viables de membranas a gran escala.
- Estabilidad química y mecánica de los separadores.
- Incremento del rendimiento electroquímico a altas corrientes.

Para encontrar una membrana que cumpla estos retos se han realizado numerosas síntesis, caracterizaciones y testeos de diferentes tipos de separadores. Las membranas de intercambio iónico son más eficientes que las membranas no selectivas a la hora de bloquear el transporte de especies. Sin embargo, este tipo de membranas son más caras, duran menos y son más difíciles de manejar que las membranas microporosas. Además, los usos de membranas selectivas pueden producir problemas con el balance de agua entre el electrolito positivo y negativo. Por ello, las membranas separadoras microporosas son las utilizadas en este tipo de celdas. Los separadores microporosos tienen la ventaja de ser relativamente baratos y estables en el electrolito, pero desafortunadamente contribuyen a que se produzca pérdidas en la eficiencia energética de la batería. El rápido paso de bromo a través del separador microporoso y la acumulación de complejos de bromo en el separador produce pérdidas de eficiencia. Por ello se ha necesitado un intenso trabajo para encontrar las membranas más idóneas.

Se han evaluado las especificaciones que deben poseer las membranas separadoras en términos de espesor, porosidad, propiedades mecánicas, estabilidad térmica y química, mojabilidad, costes y procesos de fabricación para ser aplicadas en este tipo de baterías. Se han estudiado dife-

rentes procesos de síntesis como el sovent casting, proceso por inversión de fase y Electrospinning. Se han caracterizado completamente numerosas membranas determinando la homogeneidad, el ángulo de gota, su morfología y porosidad, su resistencia química, térmica y mecánica, así como su comportamiento electroquímico en celda. Por último, se han testado en la batería multitud de membranas sintetizadas internamente y desarrolladas a medida por las empresas colaboradoras.

A raíz de estas investigaciones, Corporación Jofemar patentó una membrana polimérica específica para las baterías de flujo, compuesta por una resina polimérica fluorada, un polímero hidrofílico y un tensioactivo no iónico.

Conclusiones

Las necesidades energéticas hacen que, los desarrollos de tecnologías para el almacenamiento energético cobren cada vez más importancia. En la actualidad, las baterías de flujo redox de Zn-Br son sistemas muy prometedores para el almacenamiento estacionario, por ello, Jofemar Smart Energy está apostando fuertemente por esta tecnología, siendo que ya dispone de prototipos funcionales, los cuales son serializables y paralelizables, que se están testando previo a comenzar con el proceso de industrialización. Jofemar siempre ha apostado por la colaboración para lograr alcanzar esta ambiciosa meta y en esta nueva fase que se plantea de industrialización, también estamos abiertos a la colaboración con entidades externas e inversores para seguir creando productos que permitan un mundo más eficiente, innovador y sostenible ◀◀