

EFECTO DE LA HIDRODINÁMICA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA DE UNA CELDA DE RED

Ziomara De la Cruz Barragán, Elier Sandoval Sánchez, Alejandro Martínez Flores y Edgar Mendoza

Instituto de Ingeniería UNAM, zdelacruz@iingen.unam.mx, esandovals@iingen.unam.mx, amartinezf@iingen.unam.mx, emendozab@iingen.unam.mx

Introducción

La electrodiálisis inversa (RED) es una técnica basada en el principio de energía de gradiente salino (SGE), en el cual se convierte la energía química de la diferencia de salinidad de dos soluciones (agua de alta y baja concentración) en energía eléctrica mediante el uso de membranas de intercambio iónico (IEMs).

Una celda RED consiste en un número variable de membranas de intercambio iónico alternadas entre sí. Los compartimientos entre las membranas son alimentados con una solución de salinidad concentrada y otra de salinidad diluida (Figura 1).

Los componentes de una celda RED son (Scialdone et al., 2013):

- Membranas de intercambio aniónico (AEM) y membranas de intercambio catiónico (CEM), estas permiten el flujo de los cationes del agua hacia el cátodo y el flujo de los aniones hacia el ánodo.
- Soluciones de agua con diferente concentración.
- Solución electrolítica o par redox, esta permite que el transporte de los iones sea continuo mediante una reacción oxido-reducción.
- Electrodo, superficie en donde ocurren las reacciones redox.
- Espaciadores, contienen las soluciones de agua con diferente concentración.

Al poner en contacto dos soluciones de diferente concentración a través de una membrana, se genera una diferencia de potencial químico, por lo que los iones que se encuentran en la solución concentrada pasan a través de las IEMs al compartimiento con la solución diluida, generando una corriente iónica. En los extremos de la celda se encuentra un sistema de electrodos que lleva a cabo la reacción redox que transforma la corriente iónica en una corriente eléctrica. De esta manera es posible generar

electricidad directamente del potencial que existe entre soluciones de diferente concentración.

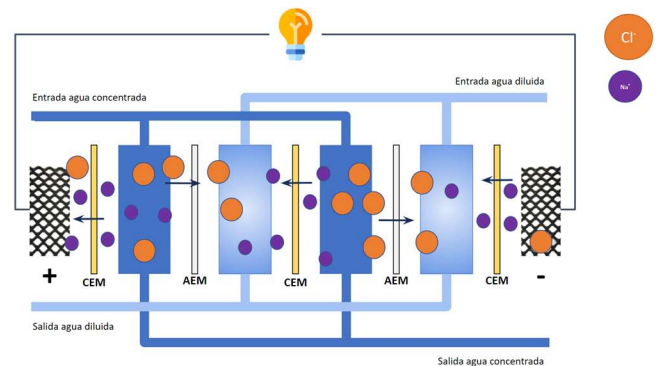


Figura 1. Diagrama de RED.

Las celdas de RED se pueden optimizar ajustando el tipo de membrana, el área total de la membrana, las distancias entre membranas, el tamaño y geometría de la celda, las concentraciones de agua de alimentación, la velocidad de flujo/tiempo de residencia, la recirculación de las alimentaciones, espesor y geometría de los espaciadores (Cipollina & Micale, 2016).

En este trabajo se probarán diferentes geometrías de espaciadores y distribución de los fluidos en un dispositivo de RED para optimizar la hidrodinámica del sistema, y conocer el efecto de esta en el potencial neto generado en la celda.

Hidrodinámica en los sistemas RED

La dinámica de fluidos es una característica fundamental en sistemas de RED, tiene influencia en la distribución de los flujos y en la concentración de los fluidos dentro de la celda. Se establece por la interacción entre la geometría de la celda, caudales, y las propiedades de las soluciones de alimentación. La hidrodinámica del sistema tiene influencia en tres fenómenos principales: la generación de resistencias no óhmicas, la caída de presión a través

de la celda y la distribución homogénea de las soluciones en los espaciadores (Cipollina & Micale, 2016).

La caída de presión es un factor muy importante a considerar en este tipo de sistemas ya que afecta directamente a la densidad de potencia neta, definida como la generación de potencia total menos las pérdidas de potencia de bombeo.

La configuración de los compartimentos de las soluciones dentro de la celda es una característica destacada que afecta la caída de presión distribuida y la polarización de la concentración. Se requiere un "espaciador" que separe las membranas, proporcionando estabilidad dimensional a los compartimentos (Cipollina & Micale, 2016).

Espaciadores

Los espaciadores son estructuras abiertas que separan las membranas y forman los compartimentos de las soluciones de alimentación (Figura 2). Los espaciadores pueden estar hechos de materiales poliméricos tejidos o extruidos, como polipropileno, poliamida y otros. La resistencia hidráulica al bombear las soluciones a través de los compartimentos depende en gran medida del uso de espaciadores (Cipollina & Micale, 2016).

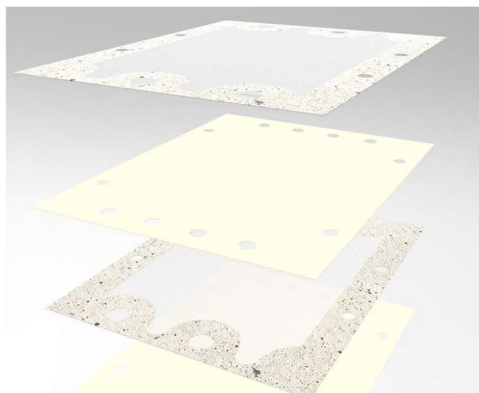


Figura 2. Espaciadores y membranas de celda RED.

El espesor del espacio existente entre las dos membranas que forman el par de celdas tiene influencia directa en la resistencia del sistema. Si los espaciadores tienen mayor espesor las propiedades de las IEMs son menos relevantes, ya que será menos eficiente el intercambio iónico. Con un espaciador más delgado es posible alcanzar una

densidad de potencia de 7 W/m^2 si la resistencia de la membrana es baja y su selectividad es alta. Sin embargo, cuando el espaciador es demasiado pequeño el consumo de energía de bombeo aumentará significativamente debido a la alta caída de presión sobre las membranas y se convierte en el factor limitante en un proceso (Długołęcki et al., 2008).

Resultados

Se diseñaron cuatro espaciadores conservando el área efectiva (100 cm^2), con la finalidad de evaluar el cambio en la velocidad de flujo y caída de presión, así como para disminuir las zonas muertas o "shadow effect" en el espaciador. Se encontró que el diseño con mejor desempeño fue el A (Figura 3).

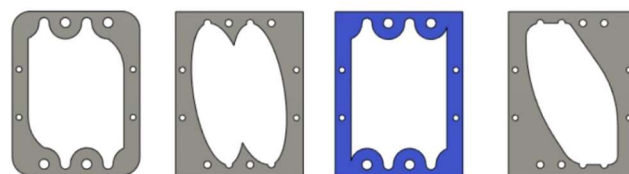


Figura 3. Diseños de espaciadores A, B, C y D.

Los espaciadores fueron diseñados en función de la hidrodinámica adecuada para propiciar el intercambio iónico. Conocer el efecto de la forma de los espaciadores en la caída de presión y velocidad de flujo, nos permite mejorar el diseño de la celda RED. Los incrementos de caída de presión están relacionados con los cambios en la velocidad de flujo y representan mayor potencia gastada por bombeo, disminuyendo la eficiencia del proceso.

Referencias

- Cipollina, A., & Micale, G. (2016). Sustainable Energy from Salinity Gradients. Woodhead Publishing.
- Długołęcki, P., Nymeijer, K., Metz, S., & Wessling, M. (2008). Current status of ion exchange membranes for power generation from salinity gradients. *Journal of Membrane Science*, 319(1–2): 214–222.
- Scialdone, O., Albanese, A., D'Angelo, A., Galia, A., & Guarisco, C. (2013). Investigation of electrode material - Redox couple systems for reverse electrodialysis processes. Part II: Experiments in a stack with 10-50 cell pairs. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 704: 1–9.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



