PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE REFORMACIÓN DE ETANOL COMBINADA CON ABSORCIÓN DE CO_2

Bogdan B. Beltrán Piña*, Manuel David Delgado Vigil**,** Jesús Salinas Gutiérrez, Alejandro López Ortiz, Virginia Collins-Martínez
Centro de Investigación en Materiales Avanzados S. C., Depto. de Química de Materiales, Miguel de Cervantes 120, C. P. 31109, Chihuahua, Chih. México

Introducción

El hidrogeno ha obtenido mayor atención en estos últimos años. Dado que aun existen dificultades en su distribución y almacenamiento, lo que ha conllevado a concluir que la generación de hidrogeno "a bordo" a partir de combustibles líquidos se convierta en una necesidad prioritaria. Entre los combustibles líquidos investigados, el metanol y etanol son los candidatos más prometedores. Sin embargo, no obstante que los esfuerzos de investigación sobre la producción de H_2 a partir de metanol han sido extensivos, aun existen algunas desventajas relacionadas a este, tales como su alta toxicidad y el hecho que su producción esta basada principalmente en combustibles fósiles. En contraste, el etanol puede ser producido en grandes cantidades a partir de biomasa y ofrece varias ventajas tales como su disponibilidad natural, almacenamiento y manejo seguro [1]. Por consiguiente, el etanol se ha convertido en el mejor candidato como materia prima para la producción de H_2 sobre todo a través del proceso de reformación de vapor (Ec.1) debido principalmente a su alta eficiencia.

$$C_2H_5OH + 3H_2O \rightarrow 6H_2 + 2CO_2 \qquad Ec.1$$

Por otra parte, el buen funcionamiento de las celdas de combustible requiere de una fuente de hidrógeno más compacta, poderosa y limpia. Recientemente se reporta el estudio del proceso de reformación de metano combinado con la absorción de CO_2 [2], donde se han obtenido buenos resultados en cuanto al contenido de CO y CO_2 en el efluente de salida del reformador así como en la producción de hidrógeno. Este proceso se basa en el principio de Le Chatelier en el que una reacción bajo una limitación de equilibrio puede ser promovida por la remoción selectiva de alguno de sus productos directamente en la zona de reacción. En este estudio la reformación de metano se lleva a cabo en presencia de un absorbente de CO_2 como el CaO, el cual lo remueve (Ec. 2) del gas producto desplazando el equilibrio de la reacción hacia los productos y consecuentemente se obtiene un incremento en la concentración de H_2.

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \qquad Ec.2$$

El principal objetivo del presente trabajo es probar el concepto mencionado sobre la reformación de vapor del etanol combinada con la absorción de CO_2 utilizando como absorbente a la Dolomita calcinada (CaO*MgO) o al Zirconato de sodio (Na_2ZrO_3) [3]. Para esto, la investigación se llevó a cabo en dos etapas: la primera en donde se seleccionó, sintetizó y caracterizó el catalizador mas adecuado para mezclar con el absorbente (resistente a temperaturas de operación: carbonatación y regeneración) y a la determinación de su

* bogdan.beltran@cimav.edu.mx Programa de Maestría en Ciencia de Materiales del CIMAV.

actividad catalítica hacia la reformación del etanol. La segunda etapa consistió en evaluar a la mezcla absorbente-catalizador, corroborando así el esquema reformación/carbonatación, además de determinar la relación optima entre los materiales (absorbente/catalizador). En este estudio solo se reportan los resultados obtenidos de la primera etapa.

Proceso Experimental

Se sintetizó un catalizador base níquel soportado en α-alúmina con 10% en peso de fase activa por el método de impregnación incipiente, utilizando como soporte una alúmina previamente estabilizada a 800°C por 4 horas y como precursor del metal una solución de nitrato de níquel. El catalizador se llevó a sequedad a 120°C y calcinó a 700°C por 2 horas.
La caracterización del catalizador consistió en determinación de los patrones de difracción de rayos X para, área superficial BET y microscopia electrónica de barrido (SEM). La evaluación de la actividad catalítica se llevó a cabo en un reactor de lecho fijo de acero inoxidable con un diámetro interno de 9.2 mm, empacado con catalizador y calentado mediante un horno tubular. Previamente a la evaluación de la reacción de reformación, el catalizador es activado (reducción de la fase activa) mediante una corriente de 10% H_2/N_2 por 2 horas a 600°C. La evaluación de la actividad catalítica se realizó a 600°C, alimentando una mezcla liquida de agua-etanol mediante un arreglo jeringa-bomba a una velocidad de 0.075 ml/min y con una relación molar de $H_2O/EtOH$ = 3.7 a 1. Esta mezcla liquida es evaporada y transportada hasta el reactor por un flujo de N_2 a 10 ml/min. Los gases producto fueron monitoreados por cromatografía de gases (GC) utilizando inyección automática. La separación de los compuestos fue a través de una columna empacada con Porapak Q y analizados por los detectores: conductividad térmica (TCD) y de ionización de flama (FID).

Resultados

El patrón de difracción de rayos X del material muestra únicamente las señales correspondientes al óxido de níquel y a la alúmina. El contenido aproximado de Ni en el catalizador se obtuvo mediante un análisis por EDS, concordando con la carga originalmente agregada (10%). Los resultados preliminares de la reformación de etanol con vapor de agua obtenidos sin absorbente de CO_2 son: la conversión del etanol 100%, con selectividades a S_{H2}:71%, S_{CO2}:26.1%, S_{CO}: 29.1% y S_{CH4}:12.6%

Agradecimientos

Los autores agradecen al M. C. Enrique Torres y a la Ing. Karla Campos por sus aportaciones en los resultados de DRX y SEM, respectivamente.

Referencias

1. Deng X., Sun J., Yu S., Xi J., Zhu W., and Qiu X., Int. J. Hydrogen Energy, 33 (2008) 1008 – 1013.
2. Essaki K., Muramatsu T., Kato M., Int. J. Hydrogen Energy, 33 (2008) 6612-6618.
3. Escobedo Bretado Miguel A., Delgado Vigil Manuel D., Salinas Gutiérrez Jesús, López Ortiz Alejandro, Collins-Martínez Virginia, articulo aceptado para publicación en J. New Mat. Electrochem. Systems (2009)