

PRODUCCIÓN DE H₂ MEDIANTE REFORMADO DE ACEITES DERIVADOS DE BIOMASA CON CAPTURA INTEGRADA DE CO₂

G. Esteban-Díez¹, M. V. Gil¹, C. Pevida¹, D. Chen², F. Rubiera¹

¹*Instituto Nacional del Carbón, INCAR-CSIC, Apartado 73, 33080 Oviedo*

²*Department of Chemical Engineering, Norwegian University of Science and Technology, Sem Sælands vei 4, Trondheim NO-7491, Norway*

gesteban@incarcsic.es

Palabras clave: hidrógeno, bioaceite, reformado, captura de CO₂

Introducción

En las próximas décadas se espera un crecimiento exponencial en la demanda de H₂, considerado como vector energético del futuro, tanto para usos industriales convencionales como para la generación de energía limpia mediante celdas de combustible. Actualmente el 96% de la producción mundial de H₂ proviene de combustibles fósiles, siendo el reformado de gas natural con vapor de agua la tecnología más extendida a nivel industrial (48%) [1]. Por lo tanto, es necesario que la producción de H₂ se adecúe a la demanda futura empleando materias primas renovables y respetuosas con el medio ambiente, así como métodos de producción más eficientes.

El reformado con captura integrada de CO₂ es una tecnología innovadora que permite obtener H₂ de elevada pureza, utilizando el equilibrio termodinámico de las reacciones implicadas para maximizar el rendimiento y reducir las emisiones. Este proceso consiste en llevar a cabo de forma simultánea las etapas de reformado, *water-gas-shift* y separación de CO₂, utilizando a su vez un catalizador para mejorar la cinética de las reacciones y un sorbente regenerable para retirar el CO₂ producido. La captura de CO₂ permite desplazar el equilibrio de reacción hacia la formación de productos y así maximizar el rendimiento. El presente trabajo propone el empleo de biomasa como alternativa al uso de combustibles fósiles, consiguiendo así un balance negativo de emisiones. De esta forma se obtiene una mayor pureza del producto y un menor impacto ambiental, así como una reducción de costes de instalación. El combustible seleccionado ha sido acetona, un compuesto modelo de los bioaceites derivados de la pirólisis rápida de biomasa. El objetivo del trabajo es el estudio del efecto de las condiciones del proceso (temperatura, velocidad de alimentación y relación molar vapor/carbono en la alimentación) en la producción de H₂.

Experimental

El dispositivo experimental consiste en un reactor de cuarzo de lecho fluidizado (diámetro 2,7 cm), calefactado mediante un horno eléctrico [2]. Como lecho se utilizó una mezcla de 2 g de catalizador (Pd-Ni-Co derivado de un material tipo hidrotalcita) y 10 g de sorbente de CO₂ (dolomía). La mezcla agua/acetona, en una proporción y flujo definidos, es suministrada al reactor por una bomba HPLC Gilson[®], evaporada y mezclada con el gas de arrastre (50 mL N₂ min⁻¹). Los gases producidos son secados y analizados a la salida del equipo, empleando un micro-cromatógrafo de gases Varian[®] CP-4900. Los experimentos se han realizado a presión atmosférica a temperaturas entre 475 y 725 °C, velocidad de alimentación entre 5 y 20 g h⁻¹ y relación molar vapor/carbono entre 3 y 7.

Resultados y Discusión

El aumento de la temperatura supone una disminución de la concentración de H_2 (Figura 1). Este descenso viene acompañado de un aumento de los subproductos (CO y CO_2), derivado de la menor eficacia de la dolomía para la captura de CO_2 a temperaturas elevadas. Por el contrario, una temperatura elevada aumenta la tasa de reformado de CH_4 , lo que incrementa la selectividad a la producción de H_2 . En todos los casos las concentraciones obtenidas se aproximan al equilibrio termodinámico.

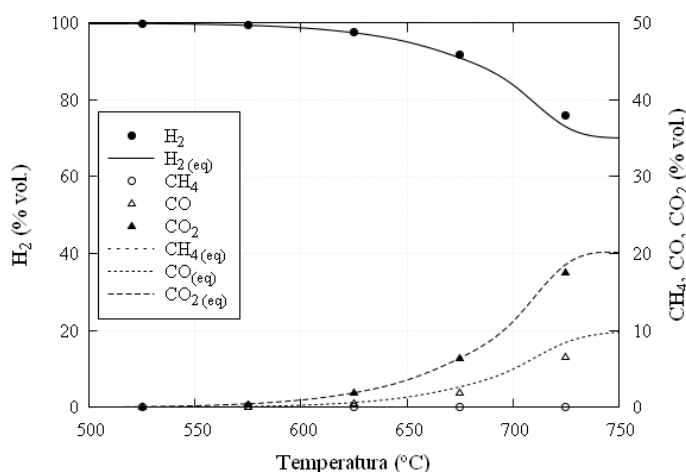


Figura 1. Evolución de la concentración con la temperatura.

Por otro lado, un mayor exceso de vapor con respecto al valor estequiométrico permite alcanzar mayor rendimiento y selectividad mediante la disminución de CH_4 y CO . Sin embargo, operar en estas condiciones supone un mayor gasto energético en la vaporización del agua, además de una pequeña reducción en la concentración de H_2 con el consecuente aumento de CO_2 .

Un aumento de la velocidad de alimentación no influye de forma significativa en las concentraciones obtenidas, aunque origina una disminución del rendimiento y la selectividad. Por tanto, aunque es favorable trabajar a la menor velocidad espacial posible, es necesario llegar a una solución de compromiso entre el tamaño de reactor y el volumen de producción de gases deseado.

Las condiciones óptimas para la producción de H_2 con captura de CO_2 obtenidas fueron $575\text{ }^{\circ}\text{C}$, una relación molar de vapor/carbono igual a 5 y una velocidad de alimentación $5\text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$. Bajo estas condiciones de operación, se alcanzó un rendimiento del 95,9% con una pureza de H_2 del 99,4% (en base seca y libre de N_2) y muy bajas concentraciones de CO , CO_2 y CH_4 . La concentración de H_2 obtenida es un 28% superior al valor observado sin captura integrada de CO_2 . La selectividad del proceso para la producción de H_2 en estas condiciones fue del 99,7%.

Agradecimientos

Trabajo realizado con financiación por parte del Gobierno del Principado de Asturias (PCTI-GRUPIN14-079) G. Esteban-Díez agradece la financiación del Gobierno del Principado de Asturias (Programa Severo Ochoa).

Referencias

- [1] Feroso J, Gil MV, Rubiera F, Chen D. Multifunctional Pd/Ni-Co catalyst for hydrogen production by chemical looping coupled with steam reforming of acetic acid. *ChemSusChem* 2014;7:3063–77.
- [2] Gil MV, Feroso J, Rubiera F, Chen D. H_2 production by sorption enhanced steam reforming of biomass-derived bio-oil in a fluidized bed reactor: An assessment of the effect of operation variables using response surface methodology. *Catalysis Today* 2015;242:19–34.