

O67. SIMULACIÓN DE UN PROCESO AUTOTÉRMICO DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO RENOVABLE A PARTIR DE BIOGÁS MEDIANTE REFORMADO CON CAPTURA IN SITU DE CO₂

A. Capa^{a, b*}, Y. Yan^c, F. Rubiera^a, C. Pevida^a, M. V. Gil^a, P.T. Clough^b

^a Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono, INCAR-CSIC, Francisco Pintado Fe 26, 33011, Oviedo, Spain

^b Energy and Power Theme, Cranfield University, Cranfield, Bedfordshire MK43 0AL, UK

^c Materials, Concept and Reaction Engineering (MatCoRE) Group, School of Engineering, Newcastle University, Newcastle Upon Tyne, NE1 7RU, UK

alma.capa@incarcsic.es

Palabras clave: Biogás, Hidrógeno, Captura de CO₂, Reformado, Simulación.

Introducción

El hidrógeno es considerado un potencial vector energético pero, actualmente, la mayor parte se obtiene mediante reformado de gas natural, siendo, por tanto, no renovable. El reformado con vapor (*steam reforming*, SR) es el resultado de la reacción de reformado (Ec.(1)) y la reacción de “*water-gas-shift*” (WGS, Ec.(2)), siendo la emisión de CO₂ inherente al propio proceso.



Por ello, recientemente ha adquirido importancia el proceso de reformado con captura integrada de CO₂ (*sorption enhanced steam reforming*, SESR). En este proceso se combinan SR (Ec.(1)) y WGS (Ec.(2)) con la captura de CO₂ utilizando sorbentes con base de CaO, como se muestra en la Ec. (3), resultando en una reacción global exotérmica (Ec. (4)).



En este trabajo se ha diseñado y simulado un proceso autotérmico de producción de H₂ renovable a partir de biogás no purificado (con CO₂) mediante SESR.

Desarrollo del modelo

Para la simulación del proceso se ha utilizado el software Aspen Plus® V11 (AspenTech). En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo simplificado del mismo. El proceso consta de las etapas de reformado con vapor y captura de CO₂ (suceden simultáneamente en la unidad SESR), de regeneración del sorbente a alta temperatura utilizando biogás como combustible (llevada a cabo en la unidad REG), y de una red de intercambiadores que recupera el calor de las corrientes del proceso.

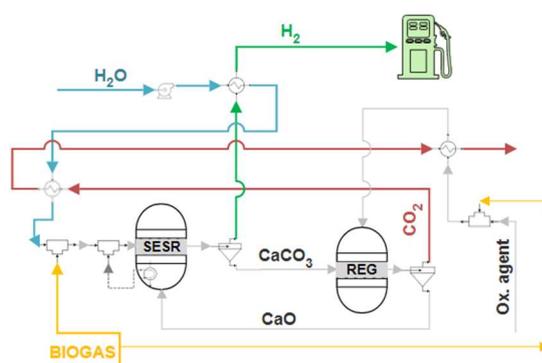


Figura 1: Diagrama de flujo de biogás SESR para la producción de H₂ renovable.

Resultados y discusión

Se ha estudiado el efecto de la composición del biogás, la temperatura y presión de reformado y la relación vapor/CH₄ en la pureza y rendimiento en hidrógeno, conversión de metano y eficiencia del proceso. El diseño del proceso permite obtener buenos resultados en los parámetros analizados para todo el rango de composiciones de biogás analizado (50–80 %vol. CH₄; Figura 2a), lo que se corresponde con los resultados experimentales obtenidos previamente [1][2]. Con el aumento de la temperatura de reformado desde 500 hasta 625 °C, se observa un aumento en la pureza y rendimiento en H₂ así como en la conversión de CH₄ debido al carácter endotérmico de la reacción de reformado (Ec.(1)). A temperaturas más altas, la reacción de captura se ve termodinámicamente desfavorecida y, por lo tanto, no se promueve el desplazamiento del equilibrio hacia la producción de H₂ por el principio de Le Chatelier; se observa un estancamiento en la tendencia de todos los indicadores del proceso (Figura 2b). En la evaluación del resto de parámetros de proceso se obtuvo que el aumento de la presión de reformado (> 5 bar) no tiene un efecto positivo ya que SESR se favorece a presiones más bajas debido al aumento de moles de gas en la reacción global ((Ec. (4)). El aumento de la relación vapor/CH₄ favorece tanto el SR (Ec.(1)) como WGS (Ec.(2)), obteniéndose mejores resultados a relaciones elevadas.

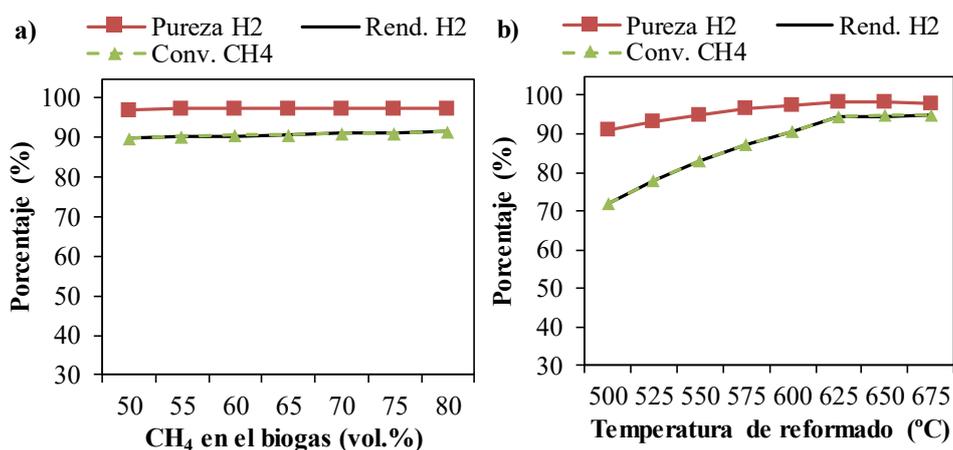


Figura 2: Efecto de la composición del biogás (a) y la temperatura de reformado (b) en la pureza de H₂, el rendimiento en H₂ y la conversión de CH₄ evaluado a 10 bar.

Conclusiones

Las condiciones óptimas obtenidas para la pureza y rendimiento en hidrógeno manteniendo el proceso auto-térmico son: 625°C, 5 bar y relación vapor/CH₄ de 6.5. Los resultados muestran que es posible producir hidrógeno de alta pureza (97.1–97.6 % vol.) en el rango de composiciones del biogás estudiado (50–80 % vol. CH₄).

Agradecimientos: Financiación del MICINN a través de los proyectos ENE2017-83530-R y PID2020-119539RB-I00, con co-financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (ERDF). A. Capa y M.V. Gil agradecen la financiación de los programas FPI (PRE2018-083634) y Ramón y Cajal (RYC-2017-21937), respectivamente, co-financiados por el Fondo Social Europeo (ESF).

Referencias

- [1] A. Capa, R. García, D. Chen, F. Rubiera, C. Pevida, M. V. Gil. *Renew. Energy* 160 (2020) 575–583.
- [2] R. García, M. V. Gil, F. Rubiera, D. Chen, C. Pevida. *Energy*. 218 (2021) 119491.