

Comparación de transportadores de oxígeno basados en Cu y Fe para el proceso BCLG

I. Samprón*, F. García-Labiano, L.F. de Diego

Instituto de Carboquímica (ICB-CSIC), Zaragoza

isampron@icb.csic.es

Palabras clave: Gasificación de biomasa, Chemical Looping, Captura de CO₂.

Introducción

La gasificación de biomasa mediante procesos de Chemical Looping (BCLG) permite la producción de gas de síntesis renovable que puede ser utilizado para la obtención de numerosos productos como diésel, gasolina, metanol o amoníaco. La tecnología BCLG se basa en el uso de un transportador sólido de oxígeno que circula entre dos lechos fluidizados interconectados, donde se produce de manera separada la gasificación de biomasa y la generación de energía requerida por la propia gasificación, obteniendo un gas de síntesis de alta pureza sin dilución en N₂ y sin el uso de O₂ puro. En este trabajo se estudió el efecto de cuatro transportadores de oxígeno sintéticos sobre la composición del gas de síntesis y la formación de alquitranes en una unidad BCLG de 1.5 kWt operando en continuo. Las partículas de transportador frescas y usadas se caracterizaron para determinar su vida útil.

Experimental

Se utilizaron tres materiales con 10, 20, 25% de Fe₂O₃ impregnado sobre alúmina (FeAl) y un sólido 14% CuO impregnado sobre Al₂O₃ (Cu14Al). Los experimentos se realizaron en una unidad BCLG de 1.5 kWt. Una información detallada de la unidad se puede encontrar en Samprón y col. 2020 [1].

Resultado y discusión

Se llevaron a cabo un total de 200 h de operación en la planta piloto de 1.5 kWt, de las cuales 130 h correspondieron a gasificación de astilla de pino. En la Figura 1 se muestra el efecto de la relación oxígeno-combustible, λ , sobre la composición de gases con los cuatro transportadores de oxígeno a la temperatura de gasificación de ~930 °C.

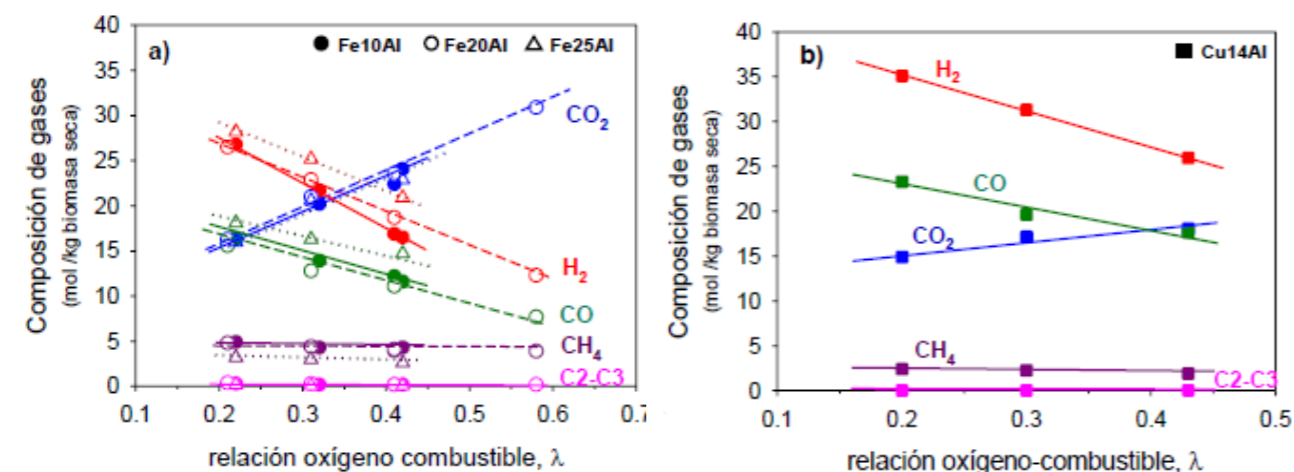


Figura 1. Efecto de λ sobre la composición de gases (a) sólidos de Fe (b) sólido de Cu.

Los transportadores de oxígeno estudiados presentaron tendencias similares en la composición de gases. El aumento de λ causó la reducción de la concentración H₂ y CO y aumentó la generación de CO₂ como consecuencia de una mayor transferencia de oxígeno. Si bien la relación oxígeno-combustible no tuvo un efecto significativo sobre el CH₄, los experimentos realizados con el sólido basado en Cu presentaron una menor concentración de CH₄ a todas las λ , dando lugar a una mayor generación de H₂ y CO (Figura 2b). De este modo, se infiere que el transportador basado en Cu posee actividad catalítica sobre la reacción de reformado de metano.

En la Figura 2 se muestra el efecto de la temperatura sobre varios parámetros de gasificación operando en condiciones autotérmicas ($\lambda \sim 0.3$).

El aumento de la temperatura de 820 °C a 930 °C elevó la velocidad de gasificación de char, aumentando la generación de gas de síntesis para los cuatro transportadores. No obstante, el rendimiento a gas de síntesis obtenido con el transportador basado en Cu fue mayor (1.14 Nm³ por kg de biomasa seca) debido a que el

aumento de la temperatura favoreció el efecto catalítico del transportador sobre el reformado de CH₄ (Figura 2b). Asimismo, la temperatura provocó una reducción notable en la generación de alquitranes para todos los transportadores. El valor más bajo de alquitranes en el gas de síntesis se obtuvo con el transportador basado en Cu (0.35 g por kg de biomasa seca).

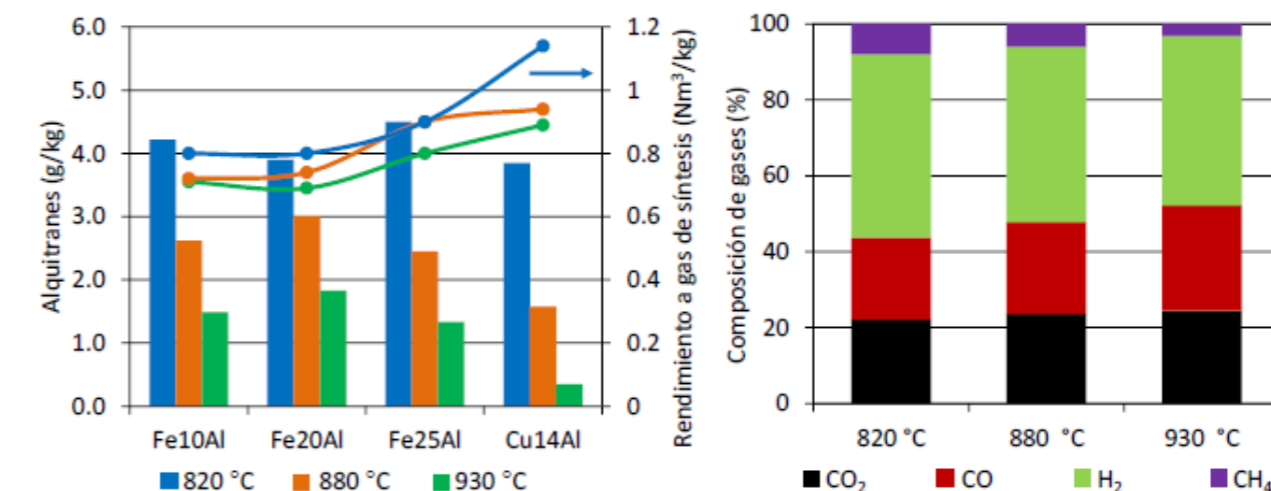


Figura 2. Efecto de la temperatura sobre (a) los alquitranes y gas de síntesis para los cuatro transportadores y (b) sobre la composición de gases utilizando Cu14Al.

La vida útil de los sólidos se determinó a partir de su resistencia a la atrición. Los transportadores FeAl mostraron vidas medias de entre 100 y 900 h, aumentando esta cuanto menor fue el contenido en Fe₂O₃. Por el contrario, el transportador Cu14Al, alcanzó una vida media de 8000 h debido a que su par redox Cu⁰/Cu₂O evita cambios en la estructura del sólido derivados de la interacción entre el Cu y la alúmina. Asimismo el Cu14Al mantuvo su reactividad y capacidad de transporte durante toda la campaña.

Conclusiones

Los transportadores basados en Fe y Cu muestran tendencias similares cuando se varían las condiciones de operación. No obstante, el transportador de oxígeno basado en Cu permite maximizar la generación de gas de síntesis y reducir el contenido en alquitranes, siendo el más adecuado para el proceso BCLG.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i "CO2SPLIT", PID2020-113131RB-I00, financiado por MICIN/AEI/10.13039/501100011033. I. Samprón agradece al MICIU la concesión de la ayuda predoctoral PRE2018-086217.

Referencias

[1] Samprón I, de Diego LF, García-Labiano F, Izquierdo MT, Abad A, Adánez J. Biomass Chemical Looping Gasification of pine wood using a synthetic Fe₂O₃/Al₂O₃ oxygen carrier in a continuous unit, Bioresource Technology, 2020; 316:123908.