

Desarrollo de la tecnología Chemical Looping Combustion (CLC)

Chemical Looping Combustion (CLC) technology development

Francisco Javier Velasco Sarria, Carmen Rosa Forero Amortegüi, Eduardo Arango Durango
Universidad del Valle (Colombia)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8320>

La captura y almacenamiento de CO₂ (CAC) es un proceso mediante el cual se separa el CO₂ de los gases generados en una combustión, se transporta y se almacena por largos periodos de tiempo, aislado de la atmósfera. A nivel mundial se reportan más de 15 proyectos en operación a gran escala, demostrando que se ha entrado en un período histórico en el desarrollo de la tecnología.

Dentro de las tecnologías de CAC cuando la combustión se produce con aire de manera directa y la separación del CO₂ se realiza después de la combustión se requieren costosos procesos físicos, químicos o fisicoquímicos de separación. Por otro lado si la combustión se realiza de manera directa con oxígeno la temperatura es excesivamente alta (hasta de 3500 °C), lo cual constituye una limitación para la mayoría de materiales existentes además de requerir

gran demanda energética para la separación del oxígeno del aire. Como alternativa dentro de las tecnologías de CAC se encuentra el *Chemical Looping Combustion* (CLC por sus siglas en inglés) proceso que tiene la ventaja de realizar la separación del CO₂ de manera inherente.

Esta tecnología fue propuesta inicialmente por Richter y Knoche, con importantes contribuciones posteriores de Ishida y Jin. El fundamento de este proceso es dividir la combustión de un hidrocarburo o de un combustible carbonoso en dos reacciones separadas: una reacción de reducción y otra reacción de oxidación, mediante la introducción de un óxido metálico (Me_xO_y) como transportador sólido de oxígeno (TO) que circula entre dos reactores.

El efecto de tener la combustión en dos etapas, comparado con los sistemas convencionales de una sola, radica en que el CO₂ no se

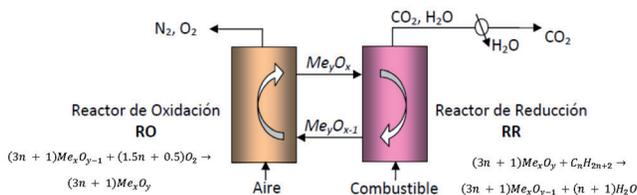


Fig. 1: Esquema del Sistema CLC

30 BIEMH
YOU MAKE IT BIG

BILBAO
28 MAYO/1 JUNIO 2018

BE

IN

INDUSTRY 4.0

INTELLIGENT PRODUCTION

INTEGRATED SYSTEMS

INTERNATIONAL OPPORTUNITIES

INNOVATION AND TRENDS

Euskadi, bien común

Colaboran:



EKONOMIAREN GARAPEN
ETA AZPIERTURA SALIA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO E INFRAESTRUCTURAS



ASOCIACIÓN DE IMPORTADORES DE MÁQUINA - HERRAMIENTA

Organizan:



www.afm.es

www.biemh.com

EXPOSSIBLE!



Planta Piloto Chemical Looping Combustion
Fuente: NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY

diluye con el nitrógeno presente en el aire y se encuentra casi puro después de la separación del agua, que también se origina en la combustión, sin requerir ninguna energía extra, ni equipos externos costosos para la separación del CO_2 . La energía generada en las reacciones de oxidación y reducción será equivalente a la energía generada en la reacción de oxidación convencional.

Para mostrar el concepto de CLC presentado en la Figura 1 se han propuesto diferentes tipos de reactores y configuraciones, pero la mayoría de las plantas de CLC existentes en la actualidad utilizan la configuración de dos reactores de lecho fluidizado interconectados, uno de reducción en el que se quema el combustible y otro de oxidación en el que se oxida el óxido metálico que actúa como TO. Además se requiere de dos dispositivos de sellado con el fin de evitar fugas de gas entre los reactores.

En el desarrollo del CLC es fundamental contar con óxidos metálicos que actúen como transportadores sólidos de oxígeno (TOs) y cumplan requerimientos como: ser muy reactivos con el combustible y el aire, tener gran estabilidad química

y mecánica para someterse a ciclos repetidos de reducción-oxidación, no aglomerarse y no formar depósitos de carbono. Para lo cual se pueden emplear óxidos metálicos como: CuO , NiO , Mn_2O_3 , Fe_2O_3 y Co_3O_4 . Los TOs hasta aquí presentados son fabricados sintéticamente.

Dada la importancia del carbón en la producción energética mundial se están buscando TOs de bajo costo, porque en el proceso de generación de energía, hay pérdida del TO al mezclarse con las cenizas del carbón, lo que incrementa los costos del proceso.

Como alternativas a la utilización de la tecnología de CLC con combustibles sólidos existen dos posibilidades: la primera es la gasificación del carbón *in situ* (iG-CLC), que se puede realizar

en el reactor de reducción y la segunda es la utilización de minerales que tengan la capacidad de liberar oxígeno a alta temperatura (CLC con desacoplamiento de oxígeno (CLOU)) lo que permite eliminar la etapa de separación de residuos sólidos efluentes del reactor de reducción, facilitando la aplicación del CLC. Este último enfoque es muy prometedor razón por la cual gran parte de las investigaciones en CLC están enfocados en el desarrollo de TOs con propiedades CLOU. Así que, el uso de minerales en su estado natural o desechos industriales parece ser muy prometedor, porque estos materiales tienen buena reactividad con los productos de la gasificación del carbón como H_2 o CO , pero este proceso requiere que se mejore la eficiencia de combustión.

Los principales TOs de bajo costo reportados en la literatura son: la ilmenita, mineral de Fe y los óxidos de Mn. La ilmenita ha sido evaluada a diferentes escalas con combustibles gaseosos y sólidos. Se ha comprobado una buena conversión de este mineral con gas de síntesis como combustible en lecho fluidizado, así como unas buenas propiedades mecánicas y de fluidización. Su comportamiento con

combustibles sólidos en continuo ha sido evaluado en plantas piloto de 500 Wh, 10 KWh, 1 MWh y 3 MWh alimentadas con carbón. Los minerales de hierro presentan suficiente reactividad a condiciones atmosféricas y de presión, principalmente con CO e H_2 , siendo menor para CH_4 .

Se han estudiado materiales y residuos industriales a base de hierro para la gasificación del carbón *in situ* (iG-CLC), es decir en el mismo reactor de reducción, encontrándose que fueron capaces de quemar los productos de gasificación con altas eficacias de combustión. Los óxidos de Mn están tomando importancia por ser económicos y no tóxicos, y además su capacidad de transporte es mayor cuando se compara con el Fe. Se han desarrollado varias investigaciones con Fe, Mn, residuos industriales, sub productos de la minería y la utilización de óxidos mixtos, las cuales han viabilizado la disminución de costos de la tecnología de CLC y superar algunas limitaciones que pueden presentar el Mn y el Fe.

En cuanto al desarrollo de las plantas de CAC, se ha evidenciado un retraso de aproximadamente diez años, de 2015-2020 a 2025-2030, en comparación con las que se consideraron antes del 2010. El mercado a corto plazo para la captura de CO_2 es limitado, pero es evidente que forma parte de las soluciones de mitigación del calentamiento global. Esto es un desafío ya que la financiación a corto plazo de los desarrollos industriales es más difícil. Sin embargo, este retraso también puede considerarse una oportunidad, específicamente para encontrar nuevos procesos prometedores como el CLC con el fin de optimizar la tecnología y los materiales de TO. El siguiente paso es demostrar la tecnología a mayor escala para lograr una operación industrial a largo plazo con un material confiable.

PARA SABER MÁS

1. Gauthier, T., et al., CLC, a promising concept with challenging development issues. Powder Technology, 2017.
2. Richter, H.J. and K.F. Knoche, REVERSIBILITY OF COMBUSTION PROCESSES. ACS Symposium Series, 1983: p. 71-85.
3. Ishida, M. and H. Jin, A new advanced power-generation system using chemical-looping combustion. Energy, 1994. 19(4): p. 415-422.
4. Adanez, J., et al., Progress in chemical-looping combustion and reforming technologies. Progress in Energy and Combustion Science, 2012. 38(2): p. 215-282.
5. Diego, I.F. de, Estado actual del proceso de combustión con transportadores sólidos de oxígeno. http://www.gecarbon.org/boletines/articulos/BoletinGEC_035_art5.pdf