

Calcium Looping como uso Directo del CO₂ para el Almacenamiento de Energía Solar (TRL 3)

Sara Pascual, Manuel Bailera, Pilar Lisbona, Luis I. Díez, Luis M. Romeo

Departamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza (Campus Río Ebro), c/ María de Luna 3, 50018 Zaragoza, España.

saraps@unizar.es ; mbailera@unizar.es

Introducción

La tecnología de ciclo de calcio (CaL), basada en la reacción reversible $\text{CaO} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{CaCO}_3$, viene siendo utilizada tradicionalmente en la industria como sistema de captura de CO₂ [1]. No obstante, también es posible su uso como sistema de almacenamiento de energía, al ser la calcinación endotérmica y la carbonatación exotérmica [2]. En este trabajo se presenta el concepto de integración del ciclo de calcio en una central solar de concentración (CSP) con el objetivo de reducir la intermitencia en la producción eléctrica.

Para el caso de estudio, se asume una central termosolar de torre central situada en la misma localización que la planta comercial PS10 de Sevilla (España), con una superficie de campo solar de 500.000 m², una eficiencia óptica del 64,7% y una eficiencia térmica del 92,8% [3]. Los datos de irradiancia están tomados de la herramienta PVGIS [4]. Con este campo solar, la máxima potencia que podría llegar al interior del receptor solar serían 311 MW, mientras que la potencia media durante las horas de sol a lo largo del año es 167 MW, por lo que se establece una potencia nominal para la torre solar de 200 MW (Q_{RECEPTOR}).

Resultados y discusión

El caudal másico de CaCO₃ que puede calcinarse a 930°C en la torre de 200 MW asciende a 57,66 kg/s. El 10% de los productos de la calcinación son almacenados para ser utilizados en los periodos en los que no exista radiación solar, mientras que el resto es llevado al carbonatador para su uso directo (Figura 1). El CaO es almacenado a 200°C, mientras que el CO₂ es refrigerado hasta los 100°C y almacenado a presión. La fracción no almacenada de CaO y CO₂ pasa directamente al carbonatador junto con un 50% de los productos almacenados tras la calcinación. La carbonatación se produce a 650°C con una eficiencia de captura de CO₂ de aproximadamente el 90%, considerando una conversión residual del CaO del 7,5% [5]. A la salida del carbonatador se obtiene una mezcla de sólidos de CaO y CaCO₃, considerando que el 10% se almacena a 200°C y el resto se recircula directamente de nuevo al calcinador junto con el 50% del CaO y CaCO₃ almacenados. Por otro lado, el CO₂ que no es capturado en el carbonatador se dirige al almacenamiento de CO₂, para posteriormente ser recirculado al carbonatador. De esta forma se mantiene la continuidad del proceso calcinación-carbonatación, a la vez que se almacena energía con el fin de utilizarla en periodos de demanda con ausencia de energía solar.

Paralelamente a este trabajo, los autores participan en el proyecto SOCRATCES (Nº 727348) del Programa Horizonte 2020 de la Unión Europea, liderado por la Universidad de Sevilla. Se trata de un proyecto de demostración de la tecnología de ciclo de calcio como método de almacenamiento de energía, a escala 10 kW térmicos en el calcinador. La Universidad de Zaragoza se ha encargado de realizar simulaciones de proceso tanto para el calcinador como para el carbonatador, con especial atención en la transferencia de calor. Ambos reactores se han simulado como reactores de flujo arrastrado en una dimensión.

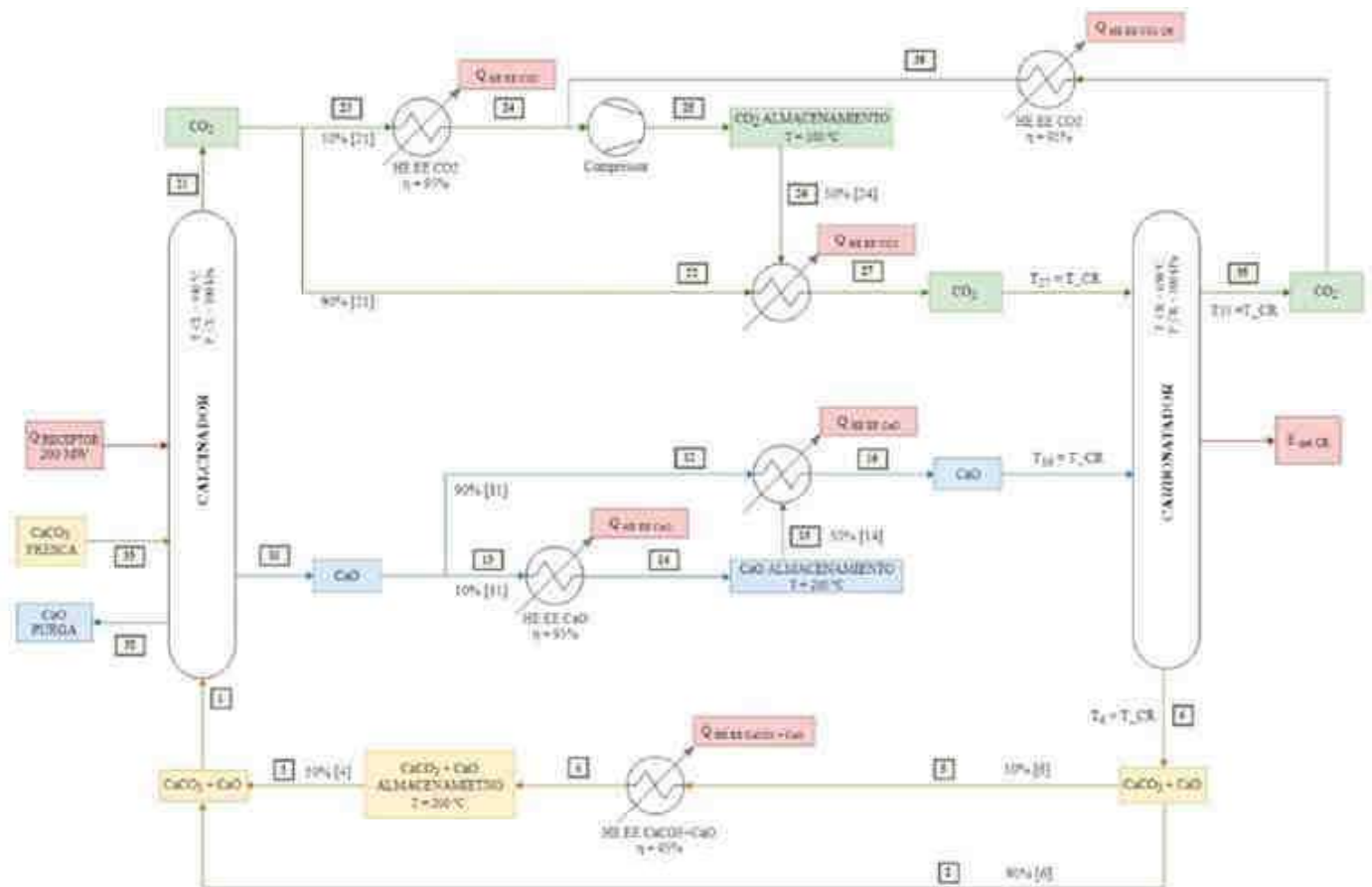


Figura 1. Esquema conceptual de la integración CSP-CaL.

Conclusiones

La tecnología CaL analizada en el presente trabajo utiliza el CO₂, así como los sólidos CaO y CaCO₃, para el almacenamiento de energía, sin emisiones al ambiente. Con las hipótesis descritas anteriormente y considerando una potencia de calcinador 200 MW para un ciclo carbonatación – calcinación con almacenamiento intermedio de energía, es posible almacenar 0,75 tCO₂, haciendo circular por el sistema 6,09 tCO₂.

Referencias

- [1] J. Blamey, E. J. Anthony, J. Wang, and P. S. Fennell, "The calcium looping cycle for large-scale CO₂ capture," *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 36, no. 2, pp. 260–279, 2010.
- [2] M. Astolfi, E. De Lena, and M. C. Romano, "Improved flexibility and economics of Calcium Looping power plants by thermochemical energy storage," *Int. J. Greenh. Gas Control*, vol. 83, no. October 2018, pp. 140–155, 2019.
- [3] F. Rinaldi, M. Binotti, A. Giotri, and G. Manzolini, "Comparison of linear and point focus collectors in solar power plants," *Energy Procedia*, vol. 49, pp. 1491–1500, 2013.
- [4] European Commission, "PVGIS - Photovoltaic geographical information system," 2019. [Online]. Available: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis_tools/en/tools.html#PVP. [Accessed: 31-May-2019].
- [5] G. S. Grasa and J. C. Abanades, "CO₂ Capture Capacity of CaO in Long Series of Carbonation/Calcination Cycles," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 45, no. 26, pp. 8846–8851, 2006.