

Lechos fluidizados de partículas como medio de transporte y almacenaje de energía en plantas de concentración solar

Pablo García-Triñanes. Doctor Ingeniero Químico. Postdoctoral Research Fellow. Chemical and Process Engineering Department - University of Surrey (UK). [p.garcia@surrey.ac.uk].

Una central térmica solar obtiene energía eléctrica por medio del calentamiento de un fluido mediante radiación solar y el ulterior empleo de un ciclo termodinámico convencional. Las configuraciones más habituales hacen uso de distintos sistemas o conjugaciones que van desde el ciclo Rankine hasta el ciclo Brayton en los que una turbina de gas es alimentada mediante gas presurizado calentado en el colector solar, la combinación de ambos de manera que el ciclo Brayton suministra su calor residual a un ciclo Rankine (comúnmente conocido como ciclo combinado), el ciclo Stirling, o la combinación de la energía termosolar con el gas natural.

Las plantas de concentración solar convencionales emplean aceites minerales y sales fundidas (nitratos fundamentalmente) como fluidos de transferencia térmica y, tras una etapa de intercambio de calor, se realiza un ciclo energético común empleando el vapor de agua generado y una turbina que proporciona electricidad. La concentración de los rayos solares se realiza mediante espejos, comúnmente de geometría parabólica denominados heliostatos dotados de sistemas de orientación automática para mejorar la captación, que redirigen la energía hacia una torre central. Entre las principales limitaciones de estos sistemas puede destacarse su limitado rango de temperaturas de operación alcanzando como máximo 560°C y la toxicidad y peligrosidad de su manejo a altas temperaturas.

Con el fin de eliminar estos inconvenientes el proyecto europeo CSP2 se centra en el estudio del uso de lechos fluidizados densos de partículas como medio calotransportador. La ventaja diferenciadora de este innovador sistema de transporte y almacenamiento de energía en partículas es que permite operar a temperaturas mucho más elevadas que las sales fundidas y, por lo

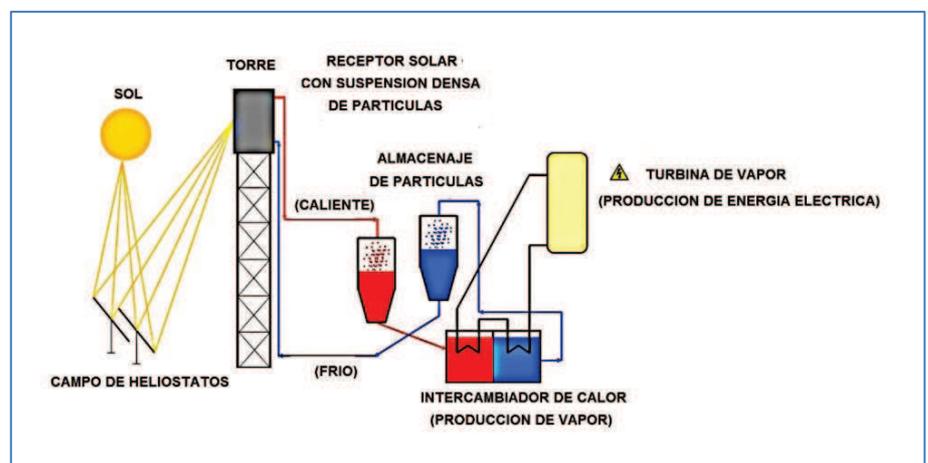
tanto, incrementar la eficiencia energética disminuyendo el coste por kWh producido con la ventaja adicional de no presentar riesgos en lo que se refiere a su manejo.

Diseño conceptual:

Este proyecto de investigación financiado por la Unión Europea hasta 2015 (CONCENTRATED SOLAR POWER IN PARTICLES) pone énfasis en el uso de suspensiones densas de partículas en series de tubos que están instalados en una disposición tal que constituyen el receptor que se ubica en la parte superior de una torre. En la pared de estos tubos se produce el intercambio de calor, pues son calentados por los rayos solares, que a su vez ceden calor la suspensión de partículas mediante

conducción. Esta suspensión en estado fluidizado se mueve en sentido ascendente y es transportada hacia un sistema de almacenaje y conversión.

Algunos de los retos asociados con este tipo de receptores de alta temperatura son el diseño de geometrías y configuraciones más favorables, la elección de los materiales de trabajo o los procesos para maximizar la radiación solar o la absorción, la minimización de pérdidas de calor y proporcionar alta fiabilidad tras cientos de ciclos térmicos de operación. Entre las ventajas asociadas con los métodos directos en este tipo de sistemas cabe destacar la reducción de pérdidas exergéticas a través de los intercambios de calor intermedios.



Este novedoso sistema calotransportador se comporta casi como un líquido debido a las excelentes propiedades de fluidización de las partículas elegidas (grupo A en la clasificación de Geldart) y permite extender la temperatura de trabajo considerablemente. Las partículas sólidas elegidas han de tener también una excelente capacidad calorífica volumétrica y alta temperatura de sinterización.

El consorcio CSP2 está formado por ocho entidades que van desde empresas hasta centros de investigación y universidades europeas con capacidades complementarias en distintos campos como la producción energética, reactores gas-sólido de alta temperatura o el manejo de sólidos.

La caracterización cuantitativa de los regímenes de flujo es esencial en este tipo de sistemas y requiere una determinación de perfiles axiales de los gradientes de presión y la evaluación mediante el uso de un trazador de las características del flujo de gas con el fin de evaluar la dirección del flujo en la línea de transporte vertical. Por lo que respecta a la fase sólida (compuesta por un 50% de partículas) la distribución del tiempo de residencia es de suma importancia para el correspondiente coeficiente de transmisión de calor al igual que las condiciones de presión y flujo volumétrico que



permiten una circulación estable.

Como principal objetivo está la construcción de una planta piloto de 100-150 kWt diseñada y construida para operar en un rango de temperatura entre 500°C-750°C con un flujo volumétrico de sólidos que puede variar de 1 a 2 toneladas/hora y una eficiencia térmica de diseño del 70%. Posteriormente se llevará a cabo una validación operativa que tendrá en cuenta posibles efectos de degradación térmica, corrosión y compatibilidad con materiales disponibles a un coste razonable. Finalmente, el sistema global se someterá a un estudio de escalado con el fin de trasladar el proceso a instalaciones industriales de

capacidad superior a 10 MWe con los correspondientes estudios económicos asociados.

Referencias:

- [1] Flamant, G., Hemati, M.. French Patent No. 1058565, October 2010. PCT extension, 26 April 2012, No. WO 2012/052661.
- [2] B. Boissière, R. Ansart, D. Gauthier, G. Flamant and M. Hemati, Etude hydrodynamique d'un nouveau concept de récepteur solaire à suspension dense de particules, 2012 (7e colloque Science et Technologie des Poudres, 4-6 Jul 2012, Toulouse, France).
- [3] Concentrating solar power: its potential contribution to a sustainable energy future. EASAC policy report 16 (November 2011) ISBN: 978-3-8047-2944-5.
- [4] Garcia Trinanés P, Seville JPK, Boissiere B, Ansart R, Hemati M, Gauthier D, Flamant G. (2013) 'Hydrodynamic flow and particle motion in dense particle suspensions during vertical ascent'. Nuremberg, Germany: PARTEC 2013-International Congress on Particle Technology.
- [5] Gilles Flamant, Daniel Gauthier, Hadrien Benoit, Jean-Louis Sans, Roger Garcia, Benjamin Boissière, Renaud Ansart, Mehdi Hemati, Dense suspension of solid particles as a new heat transfer fluid for concentrated solar thermal plants: On-sun proof of concept. Chemical Engineering Science, 102 (2013) 567–576.



Fotografías: Planta Gemasolar, propiedad de Torresol Energy (Andalucía)
Fuente: Torresol Energy.y SENER