

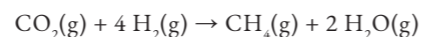
ESTUDIO NAP-XPS DE LA REDUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO SOBRE CATALIZADORES NANOESTRUCTURADOS BASADOS EN CERIA

Barroso, A., Blanco, G., Perez-Sagasti, J.J., Pintado, J.M.

Equipo de investigación Química de Sólidos y Catálisis, Instituto IMEYMAT, Universidad de Cádiz.

Desde el comienzo de la Revolución Industrial, los combustibles fósiles ricos en carbono (carbón, petróleo y gas natural) se han convertido en materias primas esenciales para la producción no sólo de energía, sino también de productos químicos. A pesar de los beneficios medioambientales y los crecientes incentivos económicos asociados con su sustitución, se prevé que estos combustibles continúen como la principal fuente de energía primaria a corto y medio plazo. Este empleo continuado, junto con la eficiencia todavía baja de la mayoría de procesos energéticos, han causado un incremento progresivo en los niveles atmosféricos de dióxido de carbono (CO₂), principal gas de efecto invernadero, durante los dos últimos siglos y, especialmente, en la segunda mitad del siglo XX. Tal incremento se considera como la principal causa del calentamiento global del planeta y, por tanto, del cambio climático y sus efectos devastadores.

Ante este escenario, la reducción de las emisiones globales de CO₂ se ha convertido en un problema medioambiental de gran preocupación, así como en un reto para la comunidad científica internacional. Entre las estrategias y tecnologías propuestas para lograr este objetivo destaca la conversión del CO₂ en productos de alto valor añadido, tales como combustibles, mediante el uso de catalizadores apropiados, dada la enorme estabilidad química de esta molécula y, en consecuencia, su limitada reactividad. En este caso, la denominada reacción de metanación representa la opción más ventajosa, puesto que permite obtener metano (CH₄), susceptible de ser empleado como «gas natural sintético».



Un gran número de catalizadores basados en metales no-

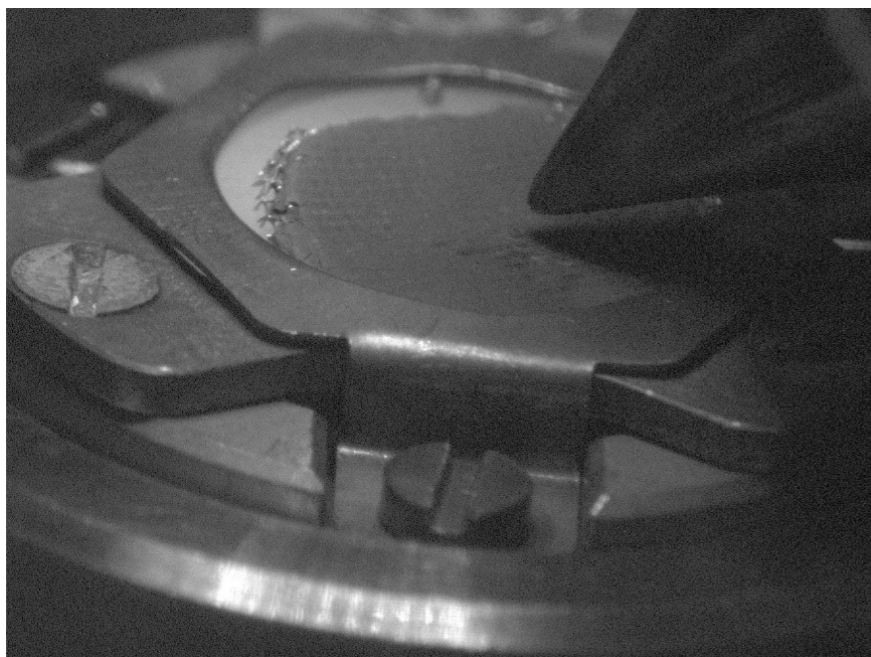


Figura 1. Fotografía de una pastilla autosoportada, preparada a partir de uno de los catalizadores nanoestructurados estudiados, situada en el portamuestras dentro de la cámara de análisis durante uno de los experimentos NAP-XPS realizados.

“en este proyecto se ha investigado en detalle el mecanismo de la reacción de metanación de CO₂ sobre dos catalizadores de níquel soportado sobre nanocubos de ceria”

bles y de transición soportados sobre diversos óxidos han sido propuestos para su uso en esta reacción. Entre ellos, los catalizadores de níquel soportado sobre óxidos reducibles, como la ceria (CeO₂), han sido extensamente estudiados. Estos sistemas actúan como catalizadores duales, es decir, el soporte de ceria permite activar la molécula de CO₂ (es decir, «aumentar su reactividad»), mientras que el níquel se encarga de disociar la molécula de hidrógeno (H₂), es decir, separar sus dos átomos constituyentes al objeto de que puedan reaccionar con la molécula de CO₂ activada, proceso que ocurre en la interfase metal-soporte. Sin embargo, aún existe una cierta controversia sobre el mecanismo exacto a través del cual se produce la activación antes mencionada y la posterior reacción con los átomos de hidrógeno.

Así, en este proyecto se ha investigado en detalle el mecanismo de la reacción de metanación de CO₂ sobre dos catalizadores de níquel (5% en peso) soportado sobre nanocubos de ceria y modificados en superficie con una capa de praseodimia (PrOx) de espesor nanométrico. Se ha optado por emplear como soporte ceria nanoestructurada, en forma de cubos con una arista promedio de 50 nm, debido a la mayor reactividad de los planos cristalográficos que limitan sus caras y a su mayor relación superficie/volumen en comparación con polvos de ceria convencionales sin ningún tipo de control morfológico. Por su parte, la incorporación de la capa ultrafina de

PrOx pretende mejorar tanto la reducibilidad como la basicidad superficial de los nanocubos de ceria pura, ambas propiedades consideradas clave para lograr una activación efectiva de la molécula de CO₂.

Para abordar el proyecto propuesto se ha empleado la técnica de espectroscopía fotoelectrónica de rayos X en condiciones ambientales (NAP-XPS, por sus siglas en inglés), disponible en la línea CIRCE del sincrotrón ALBA (Cerdanyola del Vallès, Barcelona), instalaciones catalogadas como Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS) por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Esta técnica permite analizar en detalle los cambios producidos tanto en la composición química como en el entorno químico de los elementos presentes a nivel de superficie de los materiales, hasta una profundidad máxima de unos pocos nanómetros, bajo condiciones de reacción. Por tanto, se considera una técnica adecuada para estudiar la interacción de ambos reactivos, H₂ y CO₂, con la superficie de los catalizadores nanoestructurados, revelando los posibles intermedios de reacción formados, tales como especies carbonato, hidrógenocarbonato o formiato. Asimismo, también proporciona información relativa al estado de oxidación de los átomos de níquel en superficie que, de acuerdo con la bibliografía, podría encontrarse estrechamente relacionado con la actividad y selectividad del catalizador en la reacción de metanación.



El Dr. Adrián Barroso se licenció en Química en 2010 por la Universidad de Extremadura, concluyó el Máster de Contaminación Ambiental en 2012 en esta misma Universidad, donde en 2015 recibiría su doctorado en Ciencia y Tecnología Química con la calificación de sobresaliente “cum laude”, siendo galardonado además con el Premio Extraordinario de Doctorado y el Premio a la Investigación 2016 de la Real Academia de Doctores de España en el área de Ciencias Experimentales y Tecnológicas.