

## DESARROLLO DE CATALIZADORES TIORRESISTENTES PARA EL ACOPLAMIENTO DE TECNOLOGÍAS deNO<sub>x</sub> EN MOTORIZACIÓN DIESEL

S. Molina-Ramírez<sup>1</sup>, M. Cortés-Reyes<sup>1</sup>, C. Herrera<sup>1</sup>, M.A. Larrubia<sup>1</sup>, William S. Epling<sup>2</sup>, L.J. Alemany<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, España, E-29071

<sup>2</sup>Department of Chemical Engineering, University of Virginia, Charlottesville, 22903, VA, United States

[smolina@uma.es](mailto:smolina@uma.es) ; [lujio@uma.es](mailto:lujio@uma.es)

En las últimas décadas, se han desarrollado y perfeccionado diferentes estrategias y tecnologías deNO<sub>x</sub> de elevada eficacia en respuesta a las regulaciones cada vez más estrictas de las emisiones en el sector del automóvil. Dos tecnologías catalíticas ampliamente utilizadas para este propósito son el Almacenamiento y Reducción de NO<sub>x</sub> (NSR) y la Reducción Catalítica Selectiva (SCR) en motorización diésel. El acoplamiento entre una trampa de NO<sub>x</sub> seguido de un catalizador NH<sub>3</sub>-SCR conduce a una mejora de la selectividad a N<sub>2</sub>, ya que el NH<sub>3</sub> no deseado producido en el catalizador NSR se almacena y reacciona en el sistema SCR consecutivo, se habla de sistemas híbridos. Debido a la presencia de soot en los gases de escape o de azufre en los combustibles, es necesaria la búsqueda de materiales resistentes a este tipo de especies estudiando cómo estos contaminantes afectan a su actividad catalítica, en este sentido, el estudio de la tiorresistencia resulta clave en la determinación de una adecuada formulación del sistema híbrido catalítico, atendiendo a las condiciones reales de operación.

El objetivo del presente estudio ha sido el desarrollo y mejora de un sistema catalítico híbrido, NSR-SCR, en forma de monolito, a partir de una formulación base. Así, el catalizador NSR se ha sintetizado mediante impregnación a humedad incipiente en dos etapas con calcinación intermedia: primero se incorporaron los elementos Pt-Ag-Sn con 0.4, 0.04 y 0.04 at.nm<sup>-2</sup>, respectivamente, a partir de la disolución de los precursores, sobre un monolito de cordierita con un recubrimiento de alúmina (0.09 g.cm<sup>-3</sup>, *Johnson Matthey*) y después se incorporaron los elementos alcalinos, Ba-K (3.5 y 1.5 at.nm<sup>-2</sup>). La cantidad de fase activa total seleccionada fue del 2 % en peso del monolito. Como catalizador SCR, se ha partido de la fase gel sintetizada de una zeolita SSZ-13 con estructura tipo chabazita conteniendo un 2% en peso de Cu mediante un método hidrotermal asistido con ultrasonido nombrada como 2Cu-SSZ-13. Ambos materiales fueron completamente caracterizados mediante DRX, SEM-EDX y XPS. Se ha analizado la actividad en un reactor tubular de lecho fijo en régimen isoterma y transitorio del sistema NSR+SCR utilizando un analizador FTIR MKS 2030 para el registro *online* de la concentración de los gases a la salida. Se utilizaron condiciones cíclicas alternantes pobres (3%O<sub>2</sub>) y ricas (1%H<sub>2</sub>) de combustible manteniendo la concentración constante de NO (600 ppm), CO<sub>2</sub> (3000) y H<sub>2</sub>O (1.5%) balanceados en N<sub>2</sub> y se modificó la velocidad espacial entre 80,000 y 160,000 h<sup>-1</sup> y la temperatura en un rango de 200 y 350 °C. Para el estudio de tiorresistencia se diseñaron experimentos de exposición prolongada a SO<sub>2</sub> (200 ppm) y posterior regeneración con H<sub>2</sub> (deSO<sub>x</sub>). En la tabla se presentan los resultados de conversión de NO<sub>x</sub> y la cantidad de azufre retenido (SO<sub>2</sub>).

**Tabla 1.** Eliminación de NO<sub>x</sub> a 300 °C y 80,000 h<sup>-1</sup>

Muestra	Conversión NO <sub>x</sub> (%)			mmolSO <sub>2</sub> <sup>retenido</sup> .g <sub>cat</sub> <sup>-1</sup>
	Fresca	Post-SO <sub>2</sub>	Post-regeneración	
Pt-Ba-K/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.64	8.82	12.96	0.059
Pt-Ag-Sn-Ba-K/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.49	12.78	18.44	0.047
Pt-Ag-Sn-Ba-K/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 2Cu-SSZ-13	29.91	16.90	20.80	0.067

Para los catalizadores frescos, la incorporación de Ag y Sn al catalizador base NSR, Pt-Ba-K/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, provocó un aumento de un 5 % de la conversión de NO<sub>x</sub>, y una menor capacidad de retención de SO<sub>2</sub> (20 %). El sistema de doble lecho catalítico NSR+SCR, presenta una conversión de NO<sub>x</sub> del 30% y el máximo de retención de óxido de azufre(0.067 mmolSO<sub>2</sub><sup>retenido</sup>.g<sub>cat</sub><sup>-1</sup>), debido a la presencia del catalizador de Cu-SSZ-13. Tras la admisión de SO<sub>2</sub>, los valores de conversión de NO<sub>x</sub> se reducen para todos los sistemas. Tras la regeneración, a pesar de registrar conversiones menores, se observa el efecto positivo del acoplamiento del doble lecho. El sistema híbrido catalítico acoplado NSR+SCR desarrollado presenta una formulación optimizada y adecuada para la capacidad deNO<sub>x</sub> en presencia de azufre y a velocidad espacial similar a la presente en el escalado en ensayos a banco-motor.

### Agradecimientos

S.M.R agradece a la beca FPI (PRE-2018-086107) del Ministerio de Economía y Competitividad. Los autores quieren agradecer al Proyecto CTQ2017-87909-R el soporte financiero.