



## ESTUDIO DE ÓXIDOS DE NÍQUEL NANOESTRUCTURADOS PARA LA DESCOMPOSICIÓN CATALÍTICA DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Manuel David DelgadoVigil<sup>1\*</sup>, Rodrigo Becerra Carrillo<sup>2</sup>, Jesús Salinas Gutiérrez<sup>1</sup>,  
Alejandro López Ortiz<sup>1</sup>, Virginia Collins-Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

Miguel de Cervantes 120, CP 31109, Chihuahua, Chih., México

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias,  
km 103 carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada BC 22860, México

### Introducción

Las especies peroxígeno por su contenido de oxígeno activo, se utilizan como agentes oxidantes capaces de destruir muchos de los contaminantes en efluentes acuosos para dar productos inocuos o fácilmente biodegradables [1], sin embargo generalmente se utilizan en exceso quedando una cantidad significativa sin reaccionar. Por razones de seguridad es necesario destruir estas especies peróxido sin reaccionar en el efluente antes de descargar. Una forma de hacerlo es por medio de un catalizador; como el platino y la plata, pero debido a su alto costo, se utilizan materiales más económicos con una actividad considerable, entre estos se encuentra el óxido de níquel (NiO) que ha tenido gran interés por sus propiedades catalíticas, electrónicas y magnéticas [2], sin embargo, este óxido tiene actividades relevantes para la descomposición de peróxido cuando se encuentra dopado (AgO y CuO) ya que se requiere formar pares iónicos (Me<sup>+n</sup>- Me<sup>+n+1</sup>) que favorezcan la movilidad electrónica y por lo tanto la actividad catalítica [3].

El óxido de níquel no-estequiométrico es un buen semiconductor tipo-p debido a los defectos en su estructura, esta característica es fuertemente dependiente del tamaño de partícula por lo que es preciso mantener bajo control este parámetro durante la síntesis y lograr un régimen nanométrico [4]. Se tiene la hipótesis de que los óxidos de níquel nanoestructurados calcinados a baja temperatura (300 – 400 °C) contienen oxígeno no-estequiométrico, lo que da lugar a que estos materiales posean mayor cantidad de pares iónicos (efecto del dopante) originando que se tenga una mayor actividad hacia la reacción de descomposición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> comparada con la que exhiben los óxidos de níquel comerciales. Esta investigación tiene como objetivo sintetizar, caracterizar y evaluar óxidos de níquel nanométricos con contenidos de oxígeno no estequiométrico para la descomposición catalítica de peróxido de hidrógeno.

### Experimental

Se sintetizó una serie de catalizadores de óxidos de níquel; por el método de precipitación,

---

\* manuel.delgado@cimav.edu.mx



utilizando dos precipitantes:  $\text{NH}_4\text{OH}$  y  $\text{KOH}$  y el precursor  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . La caracterización de los materiales se realizó mediante difracción de rayos X, microscopía electrónica de transmisión (TEM), área superficial BET y análisis termogravimétrico para determinar el oxígeno no estequiométrico. La actividad de estos materiales se evaluó por gasometría de la descomposición del peróxido de hidrógeno, midiendo el oxígeno liberado [ $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ ] a  $25^\circ\text{C}$  y obteniendo la cinética de la reacción. Nomenclatura: NiO-Com (comercial como material referencia), NiO-Hid1 (Precipitante  $\text{KOH}$ ), NiO-Hid2 (Precipitante  $\text{NH}_4\text{OH}$ ).

## Resultados

La fase obtenida por difracción de rayos X es óxido de níquel (NiO) para los tres materiales. A partir de las imágenes de TEM el NiO-Com esta formado por partículas esféricas de 10 nm, el NiO-Hid1 lo componen partículas de forma poligonal de entre 10 y 20 nm, en el material NiO-Hid2 se tienen dos tipos de morfología, unas en forma de barras y otras poligonales con tamaños de partícula entre 10 y 20 nm.

Tabla 1. Constantes de velocidad y oxígeno no estequiométrico.

Catalizador	Constante de Velocidad (k) $\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}$	$\text{O}_2$ No-Estequiométrico $\text{NiO}_{1+x}$
NiO-Hid1	<b>0.9</b>	<b><math>\text{NiO}_{0.98}</math></b>
NiO-Hid2	<b>1.3</b>	<b><math>\text{NiO}_{1.09}</math></b>
NiO-Com	<b>1.0</b>	<b><math>\text{NiO}_{1.02}</math></b>

x = desviación respecto al estequiométrico

## Conclusiones

Los óxidos que contienen oxígeno en mayor cantidad al estequiométrico son los que presentan mayor actividad hacia la descomposición de  $\text{H}_2\text{O}_2$  comparados con respecto al NiO estequiométrico, este comportamiento se puede asociar a que cuentan con mayor porción de pares iónicos, principales responsables de la actividad catalítica en las reacciones redox.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al M. C. Enrique Torres por su aportación en los resultados de DRX.

## Referencias

1. Samanta, Ch. **2008**. Direct synthesis of hydrogen peroxide from hydrogen and oxygen: An overview of recent developments in the process, Applied Catalysis A: General, 350, 133-149
2. Carnes, C.L., Klabunde, K.J. **2003**. The catalytic methanol synthesis over nanoparticle metal oxide catalysts, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 194, 227-236
3. Turky, A.M., **2003**. Electrical surface and catalytic properties of NiO as influenced by doping with CuO and  $\text{Ag}_2\text{O}$ , Applied Catalysis A: General, 247, 83-93
4. Wang, C-B., Gau, G-Y., Gau, S-J., Tang, C-W., and Bi, J-L. **2005**. Preparation and characterization of nanosized nickel oxide, Catalysis Letters, 101, 241-247