

INFLUENCIA DEL DOPAJE CON NEODIMIO EN CATALIZADORES BIMETÁLICOS DE Pt-Pd SOPORTADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR DESCOMPOSICIÓN CATALÍTICA DE METANO



MARINA CABALLERO DIAZ¹; Lucila Valdez Castro²; Araceli Cisneros Castro^{1,3}; Victor Hugo Romo Castorena¹; Roberto Mendoza Serna¹.

¹UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UMIEZ, ²Departamento de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Politécnica de Puebla, Ciudad de Puebla, ³Universidad Autónoma Metropolitana-unidad Iztapalapa.

Introducción

Con el aumento de la población mundial, la industrialización y la urbanización, la demanda de energía está aumentando rápidamente [1]. Actualmente, alrededor del 85% del total de la energía en el mundo se obtiene de recursos no renovables como el carbón, el gas natural y el petróleo; esto contribuye a problemas ambientales (calentamiento global), problemas económicos y crisis políticas. Estos recursos son finitos y sus reservas en todo el mundo se están agotando, lo que provoca un aumento de los precios. El agotamiento de los combustibles fósiles finitos es un problema crítico que debe superarse para un futuro energético sostenible [2]. La aplicación de la descomposición térmica del metano (DTM) al gas natural para producir H₂ y carbono sólido ha sido propuesta como una tecnología potencial para el período de transición a la economía del H₂ [3]. Los catalizadores bimetálicos suelen mostrar un rendimiento catalítico superior en comparación con sus metales principales y se han utilizado en muchos procesos catalíticos. En comparación con los catalizadores monometálicos, los catalizadores bimetálicos tienen una superficie estructural más compleja, donde el segundo metal está expuesto en la superficie, en la región cercana a la superficie o dentro del cuerpo de soporte.

Objetivos

Producir hidrógeno libre de carbono utilizando catalizadores bimetálicos de Pt-Pd soportados en γ -Al₂O₃ dopada con neodimio.

Metodología

El soporte γ -Al₂O₃ se preparó a partir de la boehmita catapal B (CONDEA, alta pureza 99,99 %, 74% AlOOH, 26% H₂O), se secó a 120 °C durante 12 horas. Después del procedimiento de secado, el sólido se calcinó en un flujo de aire de 60 ml/min durante 24 horas usando un programa de temperatura de 25 a 650 °C con una velocidad de 2 °C/min. Finalmente, el sistema se enfrió a temperatura ambiente, manteniendo el flujo de aire a 60 mL/min. Los soportes de γ -Al₂O₃-Nd₂O₃ se prepararon mediante impregnación con la sal precursora de neodimio, estos se prepararon al 1,0 y 10% en peso de Nd. Se sintetizaron tres catalizadores de Pd-Pt soportados sobre γ -Al₂O₃ y γ -Al₂O₃-Nd₂O₃ al 1 y 10% en peso de neodimio, el soporte se colocó en el matraz con una pequeña cantidad de agua mientras se preparaba una solución de la sal precursora (H₂PtCl₆ · 6H₂O y PdCl₂), se disolvió en la mínima cantidad de agua y esta se agregó en el mismo matraz donde estaba el soporte y se dejó en agitación por 3 horas en el rotavapor, y se evaporó a baño maría a 60 °C; los sólidos se secaron a 120 °C durante 12 horas, luego se calcinaron a 500 °C con flujo de aire a 60 ml/min durante 5 horas y finalmente los catalizadores se redujeron en un flujo de 60 ml/min. H₂ a 500 °C durante 5 horas. Para llevar a cabo la reacción, se utilizó un horno eléctrico con un reactor tubular de cuarzo con una placa porosa en su interior para contener el catalizador (50 mg). Para el análisis de los productos de reacción se utilizó un cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2014.

Resultados

Los soportes y catalizadores se caracterizaron por difracción de rayos X, donde las tres muestras exhiben picos característicos similares de la fase de γ -alúmina. No se observaron las líneas asociadas con los cristales de Pd y Pt (fig. 1), la adsorción-desorción de N₂, mostraron isoterma de adsorción-desorción de N₂ tipo IV con histéresis H1, que es característica de una estructura mesoporosa (fig. 2). Mientras que la mayor producción de hidrógeno se obtuvo en el catalizador PtPd/A. La presencia de Nd inhibe la selectividad hacia el hidrógeno a medida que aumenta el Nd (fig. 3). Se supone que el neodimio podría interactuar más fuerte con las partículas bimetálicas Pt-Pd causando un alto depósito de coque en los sitios metálicos, envenenando los sitios activos (fig. 4). La formación de coque fue mayor en el catalizador PdANd10%, seguido del catalizador PdANd1% y el catalizador con menor formación de coque fue PdA. Las imágenes SEM después de la desactivación mostraron la formación de carbonos fibrosos en los catalizadores dopados con neodimio. El diámetro de los carbonos fibrosos fue de varias decenas de nanómetros.

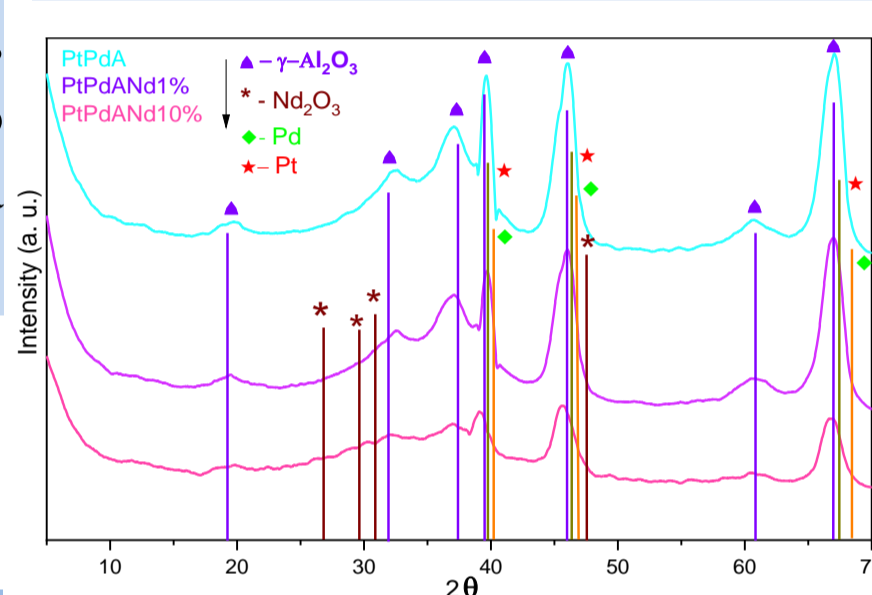


Figura 1. Difractogramas de rayos X de los tres catalizadores

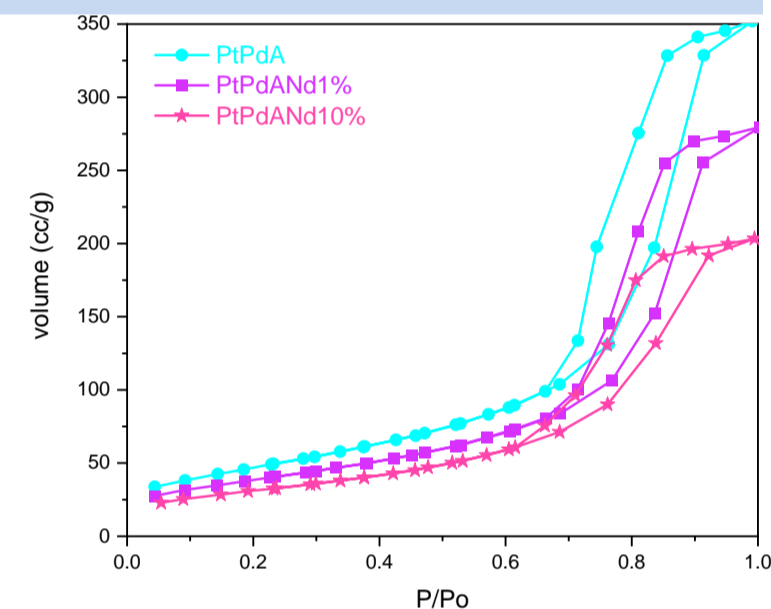


Figura 2. Isothermas de adsorción-desorción

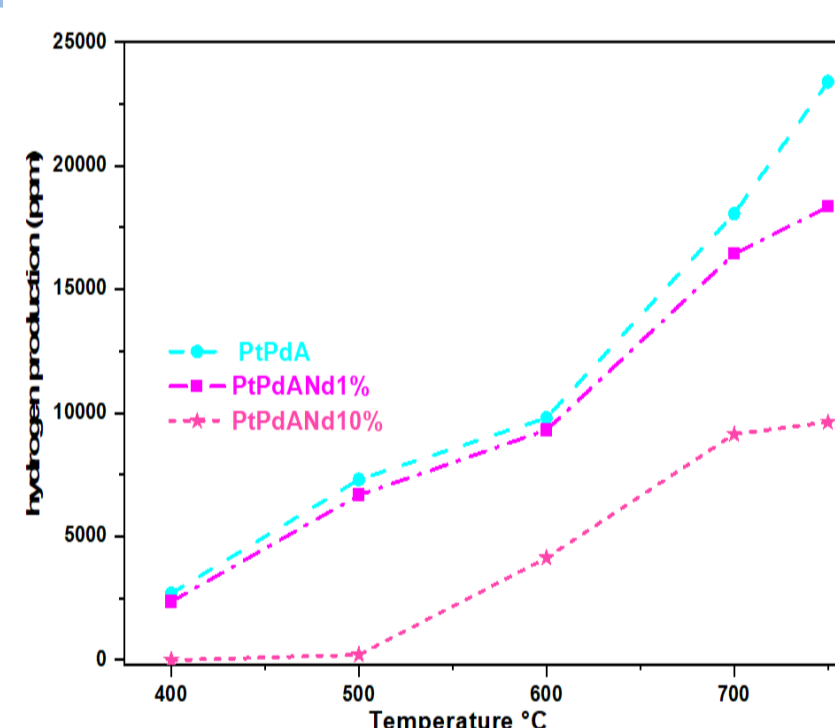


Figura 3. Producción de Hidrógeno.

Catalyst	Carbon (Carbon mass/cat. mass %)
Pt-Pd/A	4.92
Pt-Pd/ ANd1%	6.61
Pt-Pd/ ANd10%	6.83

Tabla 1. Producción de carbón.

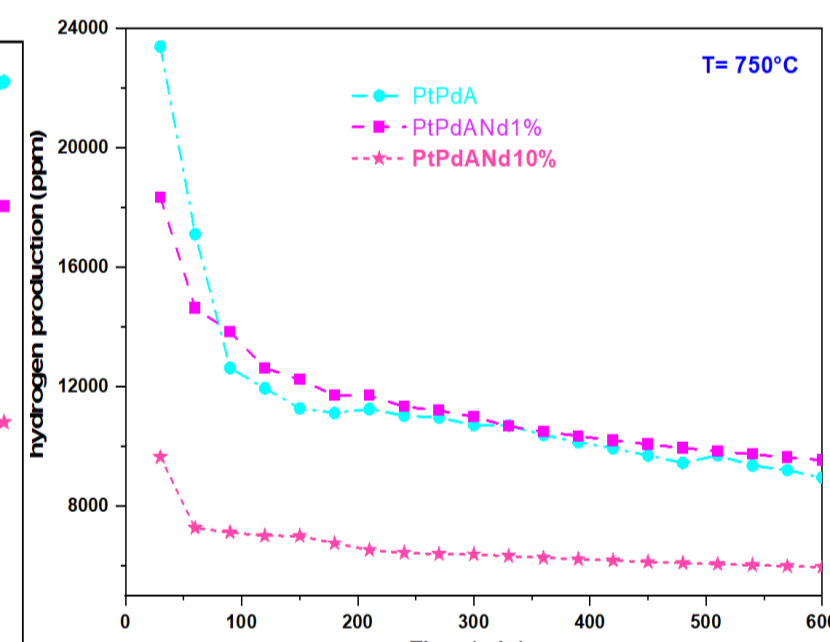


Figura 4. Prueba de estabilidad a 750°C.

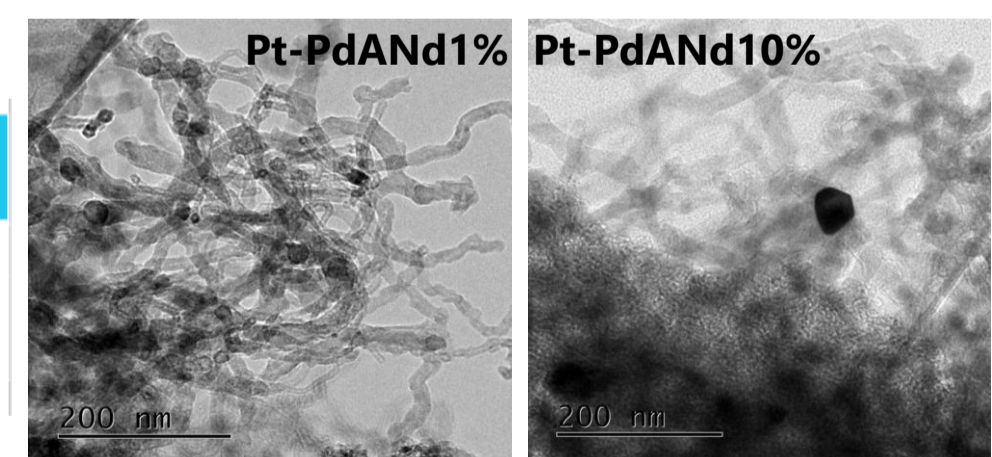


Figura 5. Imágenes SEM después de reacción.

Conclusiones

El catalizador Pt-Pd/A produjo mayor cantidad de H₂, la adición de neodimio en el catalizador bimetalico disminuyó la producción de H₂. En la estabilidad se puede observar que el catalizador con 1% de neodimio tiene una producción estable.

Rereferencias

- 1 Malaika A., Krzyzyska B., Kozlowski M., "Int J Hydrogen Energy". (2010); 35:7470-5.
- 2 Muradov N., "Int J Hydrogen Energy" (1993); 18:211-5.
- 3 Abbas H., Daud W., "Int J Hydrogen Energy" (2010); 35:68-76.