

VIII REUNIÓN DEL GRUPO ESPAÑOL DEL CARBÓN

CARLOS MORENO CASTILLA
MARÍA VICTORIA LÓPEZ RAMÓN
FRANCISCO CARRASCO MARÍN
MIGUEL ÁNGEL ÁLVAREZ MERINO
ISIDORA BAUTISTA TOLEDO
MARÍA DE LOS ÁNGELES FERRO GARCÍA
FRANCISCO JOSÉ MALDONADO HÓDAR
JOSÉ RIVERA UTRILLA (eds.)



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

APLICACIÓN DE MWNT A AGUAS RESIDUALES DE ALTA CARGA ORGÁNICA MEDIANTE CWAO

J. García^{1,2}, H.T. Gomes¹, P. Serp³, P. Kalck³, J.L. Figueiredo¹, J.L. Faria¹

¹*Laboratório de Catálise e Materiais / Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal*

²*Grupo de Catálisis y Operaciones de Separación, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España*

³*Laboratoire de Catalyse, Chimie Fine et Polymères, Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques, 118 route de Narbonne, 31077 Toulouse Cédex 4, France*

Palabras claves: Anilina, Nanotubos de carbono, Oxidación húmeda catalítica.

1. Introducción

Una gran parte de los vertidos residuales que genera la Industria Química, y otras industrias relacionadas con ella, están en forma de corrientes acuosas que, en muchos casos, contienen compuestos orgánicos en una concentración demasiado baja para que su recuperación sea rentable, pero es lo suficientemente elevada para constituir una fuente de contaminación importante. La utilización de materiales de carbón como soporte catalítico ha sido ampliamente utilizado en procesos de oxidación húmeda catalítica (CWAO) como un pretratamiento efectivo en el tratamiento de este tipo de efluentes. Los materiales de carbono son utilizados tanto como soportes activos como soportes catalíticos debido a sus características específicas que son principalmente la resistencia a medios ácido/básicos, control de la porosidad y la superficie química, y la fácil recuperación de metales mediante la combustión del soporte con el resultado de un bajo impacto medioambiental. El gran impacto de los materiales nanoestructurados se debe a que su gran superficie mejora sus propiedades mecánicas y sus únicas propiedades electrónicas, y abre caminos a una amplia diversidad de nuevas aplicaciones [1].

En este contexto, el objetivo principal de este trabajo es ilustrar el potencial que presentan los catalizadores de rutenio soportados en nanotubos de carbono de pared múltiple (MWNT) en la oxidación húmeda catalítica (CWAO) de aguas residuales conteniendo anilina.

2. Experimental

Los nanotubos de carbono de pared múltiple (MWNT) fueron utilizados como soportes para la síntesis de los catalizadores de rutenio. La superficie del MWNT tiene naturaleza hidrofóbica, siendo extremadamente difícil de humedecer con soluciones acuosas, por lo que se hizo necesario una modificación de su superficie introduciendo para ello grupos carboxílicos (-COOH) por medio de un tratamiento ácido (HNO₃, 5M) durante 3 h bajo reflujo. Esta funcionalización del soporte hace más fácil la adsorción de los precursores de rutenio sobre los lugares de nucleación, mostrando una mayor dispersión del catalizador obtenido [2]. Se utilizaron tres precursores diferentes de rutenio

($\text{Ru}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$; $\text{Ru}(\text{COD})(\text{COT})$; $\text{RuCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) y se introdujeron por dos métodos: impregnación a humedad incipiente y por solución en exceso sobre el nanotubo de carbono modificado por HNO_3 (MWNT-COOH) y por $\text{HNO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$ (MWNT-COONa) con 1% en peso del metal.

3. Resultados y discusión

La actividad de estos catalizadores se realizó mediante la oxidación húmeda catalítica de un agua residual conteniendo anilina como compuesto orgánico contaminante, y varió con el tiempo de reacción dependiendo tanto del soporte como del precursor utilizado. Se encontró que el orden de actividad disminuía de la forma siguiente: $\text{Ru}(\text{COD})(\text{COT}) > \text{RuCl}_3 > \text{Ru}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ y se obtuvo una conversión del 100% de anilina en 45 minutos de reacción para el catalizador preparado con el precursor $\text{Ru}(\text{COD})(\text{COT})$. La influencia tanto del método de preparación como del precursor y de la modificación de la superficie del soporte se puede observar en la Figura 1.

El MWNT como soporte catalítico produce una efectiva dispersión metálica con nanopartículas de rutenio muy pequeñas, como puede observarse de la micrografía TEM en la Figura 2. Esto produce una eficiente superficie de contacto entre la molécula de anilina y los centros activos del catalizador [3].

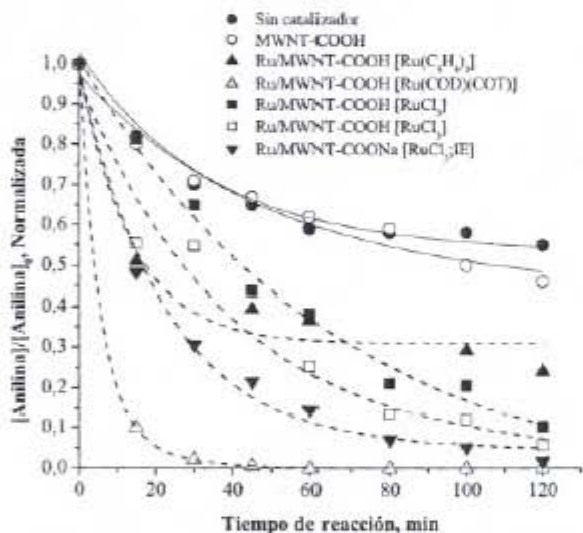


Fig. 1. Concentración de anilina a 200°C y 6.9 bar de presión parcial de oxígeno.

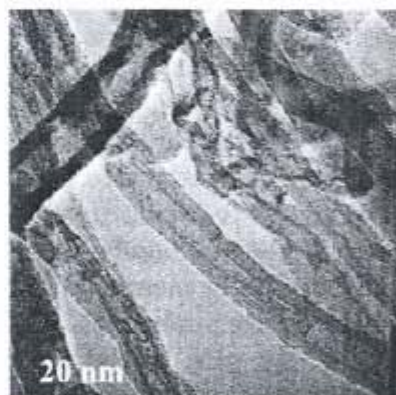


Fig. 2. Micrografía TEM de Ru/MWNT con $\text{Ru}(\text{COD})(\text{COT})$ como precursor.

La excelente actividad mostrada por los catalizadores sintetizados puede explicarse tanto por la alta dispersión de rutenio como por la elevada superficie externa de los catalizadores produciendo un efectivo contacto entre el sustrato y el catalizador.

4. Referencias

- [1] P. Serp, M. Corrias and P. Kalck. Appl. Cat. A 2003; 253:337-358.
- [2] H.P. Boehm. Carbon 1994; 32:759-769.
- [3] J. Garcia, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo and J.L. Faria. Catalysis Today 2005; 102-103:101-109.