

Síntesis y Caracterización de Recubrimientos de TiO₂ para la Degradación Fotocatalítica de Tintes

Cruz Rodríguez Dora Andrea¹, Salinas-Gutiérrez Jesús Manuel¹,
López-Ortiz Alejandro², Collins-Martínez Virginia^{3*}

^{1,2,3} Centro de Investigación en Materiales Avanzados S. C., Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Depto. de Materiales Nanoestructurados, Miguel de Cervantes 120, C. P. 31109, Chihuahua, México.

*e-mail: virginia.collins@cimav.edu.mx

Palabras clave: TiO₂, fotocatalisis, sol – gel, tinte, naranja de metilo

Introducción

La eliminación de los productos químicos orgánicos no biodegradables es un problema ecológico fundamental. Los tintes son una clase importante de compuestos orgánicos sintéticos utilizados en la industria textil y, por tanto, comunes contaminantes industriales. Debido a la estabilidad de los colorantes modernos, los tratamientos biológicos convencionales para agua residual industrial son ineficaces. La fotocatalisis heterogénea es una tecnología prometedora para la reducción de los contaminantes ambientales globales. Los semiconductores, tales como el TiO₂, han demostrado ser una forma relativamente barata y eficaz de eliminación de compuestos orgánicos y gases contaminantes (Dalton et al., 2001). El naranja de metilo (MN) es una sustancia orgánica utilizada como colorante en la industria textil y como indicador acido-base. Se ha demostrado que esta sustancia no es biodegradable cuando está presente en el agua. Recientemente, ha crecido el interés hacia la fotocatalisis heterogénea que utiliza películas delgadas de TiO₂ para el tratamiento avanzado de agua y en los procesos de purificación del agua. Estos recubrimientos pueden ser preparados por un gran número de técnicas tales como: depositación de vapor químico, aspersión pirolítica, evaporación por haz de electrones, depositación asistida mediante haz de iones, pulverización catódica, procesos sol-gel, etc. El proceso sol-gel suministra una nueva alternativa para la preparación de vidrios y cerámicas. La química del proceso sol-gel está basada en la hidrolización y condensación de los precursores moleculares. Durante el proceso se obtiene una red de un oxihidróxido del metal base del compuesto metal orgánico, mediante una serie de reacciones de polimerización. En este proceso, el sol es una dispersión de partículas coloidales en un líquido donde las partículas son suficientemente pequeñas para permanecer suspendidas por movimiento Browniano. El gel es un sólido consistente de al menos dos fases donde una fase sólida forma una red rígida e interconectada con poros del orden nanómetros que atrapa e inmoviliza a una fase líquida [6]. Este proceso ofrece muchas ventajas cuando se compara con las rutas convencionales de síntesis:

- Se obtienen sistemas homogéneos multicomponentes con solo mezclar las soluciones de los precursores moleculares.
- La temperatura requerida para el procesamiento posterior de los materiales (calcinación y sinterización) puede ser notablemente disminuida.
- Las propiedades reológicas de los soles o geles permiten la formación de fibras, películas o compósitos por técnicas tales como: el centrifugado, inmersión o impregnación [6].

Este trabajo tiene como objetivo principal el de sintetizar y caracterizar películas de TiO₂ obtenidas por el proceso sol-gel y depositarlas en materiales cerámicos, las cuales presenten propiedades fotocatalíticas excelentes para la mineralización completa de tintes orgánicos industriales (naranja de metilo como molécula modelo).

Proceso experimental

Las soluciones precursoras de las películas dióxido de titanio se sintetizaron por el proceso de sol – gel combinado con un tratamiento hidrotérmica. Piezas de porcelana fueron recubiertas

por inmersión (dip – coating) con las soluciones resultantes, para posteriormente someterse a un tratamiento térmico, como medio de anclaje.

La película formada fue caracterizada por microscopia electrónica de barrido (SEM), difracción de rayos X y área BET. La evaluación fotocatalítica se llevo a cabo a través de la degradación de naranja de metilo irradiando con luz negra. El seguimiento de la reacción de degradación se realizó midiendo los cambios de concentración con espectroscopia UV- Vis.

Resultados

En el análisis de los patrones de difracción antes del tratamiento térmico indican que la película se encuentra fase anatasa. Después de exponer la película a temperatura, el tamaño del cristal aumenta persistiendo la fase. Por microscopia electrónica se analizó la morfología del recubrimiento encontrándose una distribución homogénea en la superficie y escasas grietas en las zonas más rugosas de la pieza de porcelana. El área superficial de los materiales fue estimada entre 110 m²/g y 130 m²/g. La evaluación fotocatalítica de los materiales se determinó por la mineralización del naranja de metilo irradiando con luz negra durante hora y media. La Figura 1 muestra el comportamiento de los materiales de TiO₂ sintetizados A1 y A2 presentando una actividad específica mayor al compararlos con el TiO₂ Degussa P25.

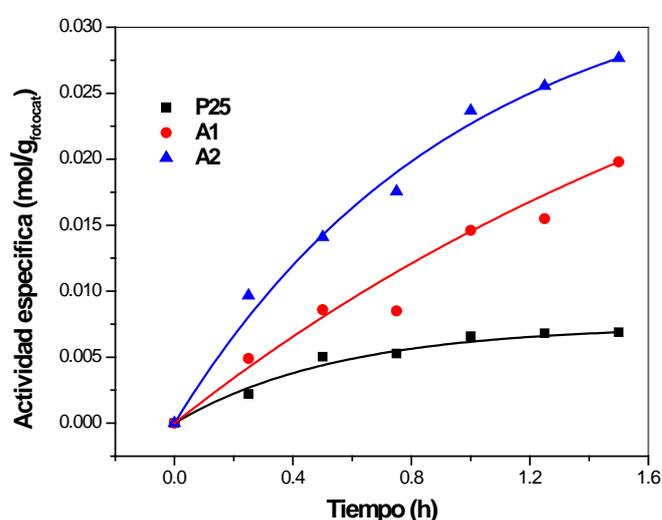


Figura 1. Actividad específica de las películas de TiO₂ sintetizados por sol-gel y comparadas contra la del P25 para degradación del naranja de metilo

Agradecimientos

Los autores agradecen al M. C. Enrique Torres, al M.C. Karla Campos y al Ing. Luis de la Torre por sus aportaciones en los resultados de DRX, SEM y área BET y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo en financiamiento.

Referencias

- [1] Benedix R., Dehn F., Quas J. y Orgass M. Application of titanium dioxide photocatalysis to create self – cleaning building materials. LANCER 5 (2000) 157- 168
- [2] Chen F., Yang X., Mak H., Chan D. Photocatalytic for antimicrobial control in built environment: a brief literature overview. Building and environment 45 (2010) 1747 – 1754
- [3] Guo B., Liu Z., Hong L., Jiang H. Sol gel derived photocatalytic porous TiO₂ thin Films. Surface & Coatings Technology 198 (2005) 24– 29
- [4] Hamal D. B., Klabunde K. Synthesis, characterization and visible light activity of new nanoparticle photocatalysts based on silver, carbon and sulfur – doped TiO₂. Journal of colloid and interface science 311 (2007) 514- 522.
- [5] Kääriäinen M. L., Kääriäinen T.O., Cameron D.C. Titanium dioxide thin films, their structure and its effect on their photoactivity and photocatalytic properties. Thin solid films 517 (2009) 6666-6670.
- [6] Pierre A. C. introduction to sol- gel processing. Kluwer academic publishers (1998) 1-9