

Fabricación de nano y microestructuras semiconductoras tipo *p* y tipo *n* para degradación de azul de metileno: resultados preliminares

Tesista: Daniel Humberto Pais Ospina

Director: Dr. Oscar Alonso Marín Ramírez

Codirector: Dr. David Mario Comedi

Resumen:

La contaminación de las fuentes de agua es un grave problema en la actualidad, con impacto local y global afectando tanto la calidad y producción de alimentos, como la salud y calidad de vida de los seres [1]. Esto nos obliga como sociedad a tomar medidas urgentes para desarrollar metodologías que busquen remediar los problemas existentes previendo problemas futuros. Una estrategia promisorio para la remediación de sistemas ambientales es utilizar polvos carbonosos mediante la adsorción de contaminantes para después separarse de manera mecánica [2]. Junto a esto, los procesos fotocatalíticos usando óxidos semiconductores han sido ampliamente estudiados en los últimos años. Recientes estudios en óxido de zinc (ZnO) han mostrado su potencial como fotocatalizador [3,4], evidenciando que tanto la inclusión dentro de compositos o la nanoestructuración pueden mejorar sensiblemente su actividad fotocatalítica [5,6]; por ejemplo, para el caso de compositos ZnO/NiO soportados sobre zeolitas se observó un aumento de la actividad fotocatalítica para la degradación de contaminantes emergentes [7].

Así, una estrategia interesante para mejorar la capacidad descontaminante tanto de los compuestos carbonosos como de los óxidos semiconductores es la formación de estructuras híbridas. Por lo anterior, es importante investigar sobre la fabricación de catalizadores híbridos carbono/semiconductor y otras nanoheteroestructuras para la degradación de contaminantes en agua.

Se plantea entonces como hipótesis que materiales híbridos basados en estructuras carbonosas y óxidos semiconductores puedan ser empleados en procesos fotocatalíticos para la remediación de agua contaminada con distintos contaminantes de interés en la industria o agroindustria regional. Se espera que estas estructuras puedan remover eficientemente contaminantes a través de un doble proceso que incluye adsorción mediante las estructuras carbonosas y foto-oxidación inducida por los óxidos semiconductores. En esta charla nuestro resultados preliminares sobre la fabricación, caracterización y estudio de la actividad fotocatalítica de dos semiconductores para la degradación de azul de metileno, los que serán usados para formar heteroestructuras junto a las estructuras carbonosas.

Teniendo presente lo anterior, se sintetizaron óxidos de zinc (ZnO) por el método solvotermal y óxidos de níquel (NiO) por los métodos de coprecipitación, hidrotermal y sol-gel con un calcinado post-síntesis en atmósferas de Ar/O₂. Las muestras fueron caracterizadas a través Espectroscopía Raman, Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Difracción de Rayos X (DRX) y se midió la actividad fotocatalítica iluminando con Lámpara UV usando azul de metileno como molécula a degradar. La reacción se monitoreó con Espectrofotometría UV- Vis.

A través de síntesis solvotermal se obtuvieron nanopartículas de ZnO con un tamaño

promedio de 20 nm; la cristalización en fase wurtzita, típica del ZnO, fue verificada para todas las muestras usando espectroscopía Raman. Por otro lado, las muestras de NiO tuvieron tamaños en la escala submicrométrica (diámetro < 1 μm), con una fuerte influencia de la técnica de síntesis. Por espectroscopía Raman y difracción de rayos X se demostró que solo estaban compuestas por la fase cúbica de NiO. Entre los materiales sintetizados se obtuvieron mejores resultados con ZnO que con NiO para la degradación de azul de metileno. De aquellos materiales, se observó que el de mejor actividad fotocatalítica fue el ZnO calcinado en Ar/O₂ con 90 % de degradación y los polvos de NiO no tuvieron más de 22 % de degradación del colorante.

Referencias bibliográficas

- [1] V. Geissen, H. Mol, E. Klumpp, G. Umlauf, M. Nadal, M. van der Ploeg, S.E.A.T.M. van de Zee, C.J. Ritsema, Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, *Int. Soil Water Conserv. Res.* 3 (2015) 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.03.002>.
- [2] X. Liu, G. Yu, Combined effect of microwave and activated carbon on the remediation of polychlorinated biphenyl-contaminated soil, *Chemosphere.* 63 (2006) 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.08.030>.
- [3] C. Yang, J. Yu, Q. Li, Y. Yu, Facile synthesis of monodisperse porous ZnO nanospheres for organic pollutant degradation under simulated sunlight irradiation: The effect of operational parameters, *Mater. Res. Bull.* 87 (2017) 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.11.024>.
- [4] D. Rajamanickam, M. Shanthi, Photocatalytic degradation of an organic pollutant by zinc oxide – solar process, *Arab. J. Chem.* 9 (2016) S1858–S1868. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.05.006>.
- [5] J. Yu, S. Zhuang, X. Xu, W. Zhu, B. Feng, J. Hu, Photogenerated electron reservoir in hetero-p-n CuO-ZnO nanocomposite device for visible-light-driven photocatalytic reduction of aqueous Cr(vi), *J. Mater. Chem. A.* 3 (2015) 1199–1207. <https://doi.org/10.1039/c4ta04526b>.
- [6] K. Xu, J. Wu, C.F. Tan, G.W. Ho, A. Wei, M. Hong, Ag-CuO-ZnO metal-semiconductor multiconcentric nanotubes for achieving superior and perdurable photodegradation, *Nanoscale.* 9 (2017) 11574–11583. <https://doi.org/10.1039/c7nr03279j>.
- [7] H. Derikvandi, A. Nezamzadeh-Ejhi, Increased photocatalytic activity of NiO and ZnO in photodegradation of a model drug aqueous solution: Effect of coupling, supporting, particles size and calcination temperature, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.09.056>.