

Degradación de compuestos orgánicos volátiles a través de reactores catalíticos de descarga de barrera dieléctrica

Degradation of volatile organic compounds through dielectric barrier discharge catalytic reactors

Elianna Verónica Albarrán González

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Maracaibo, Venezuela

 <https://orcid.org/0009-0000-3785-9589/> | Correo electrónico: eliannalbarran@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Proteger el medio ambiente y la salud humana es posible mediante métodos efectivos para reducir la concentración de contaminantes en el aire y minimizar sus efectos adversos. Las principales emisiones de compuestos orgánicos volátiles provienen de procesos petroquímicos, combustibles fósiles, combustión de combustibles y transporte de solventes, con graves consecuencias para la salud humana y el ambiente. Compuestos como benceno, tolueno, acetona y etanol, generan consecuencias graves.

Palabras clave: Contaminación del aire, compuestos orgánicos volátiles, descarga de barrera dieléctrica

Abstract

Protect the environment and human health is possible through effective methods to reduce the concentration of pollutants in the air and minimize their adverse effects. The main emissions of volatile organic compounds come from petrochemical processes, fossil fuels, fuel combustion and transportation of solvents, with serious consequences for human health and the environment. Compounds such as benzene, toluene, acetone and ethanol generate serious consequences.

Keywords: Air pollution, volatile organic compounds, dielectric barrier discharge

Planteamiento del problema

En la actualidad la contaminación atmosférica es un problema ambiental muy importante, cuya toma de conciencia se ha incrementado en los últimos años como consecuencia del avance de la tecnología. La degradación de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) es esencial para proteger el medio ambiente y la salud humana. Utilizando métodos eficaces para la degradación de los COV, se puede reducir su concentración en el aire y minimizar sus efectos adversos.

Los principales contaminantes emitidos a la atmósfera son las partículas suspendidas (PS) y los COV los cuales son hidrocarburos que se exteriorizan a la atmósfera en fase gaseosa a temperatura ambiente. Estos compuestos reaccionan formando ozono y PS, que se transforman en smog [1]. Las principales emisiones de los COV provienen de procesamiento petroquímico, los combustibles fósiles, combustión de combustibles y transporte de solventes. Entre los COV más comunes se encuentran el benceno, el tolueno, la acetona y el etanol. Estos compuestos se han convertido en objeto de estudio para su control y degradación debido a los terribles daños que causan a la salud y al medio ambiente, incluyendo efectos cancerígenos en los seres humanos [2].

Se han desarrollado numerosas tecnologías para lograr la reducción de los COV. Los ejemplos incluyen técnicas de recuperación tales como adsorción, absorción, condensación y separación por membrana; y técnicas de destrucción, incluida la combustión catalítica, la biotecnología y el plasma no térmico (NTP) [3].

El plasma no térmico es un método relativamente nuevo para la degradación de COV que ha mostrado resultados prometedores, apuntando a una mejor selectividad con una mayor tasa de conversión. Gracias a un estudio de Li *et al.*, [4] el plasma no térmico utilizando un reactor de descarga de barrera dieléctrica es eficaz en la degradación de una mezcla de COV que incluye benceno, tolueno, etilbenceno y xileno. El estudio determina que el método demuestra una elevada actividad y selectividad, lo que convierte a esta tecnología en una opción prometedora para la degradación de COV dependiendo de las necesidades y objetivos que se quieran alcanzar.

Justificación de la investigación

Con la reactivación de las industrias petroquímicas en Venezuela es provechoso utilizar estas tecnologías, en especial la combinación de los catalizadores con los NTP en conjunto con reactores de descarga barrera dieléctrica (DBD) para ayudar al impacto ambiental y beneficiar la conversión de COV a CO₂ y H₂O, pero, teniendo en cuenta la producción indeseada de ozono. El dióxido de carbono, de acuerdo con Tabatabaei, Pooladi-Darvish, y Babadagli [5] tiene diversos usos en la industria petrolera, sobre todo en las operaciones de recuperación mejorada de petróleo. Por lo que la utilización de la conversión de estos COV puede implicar efectos positivos en los costos operacionales de las industrias al cumplir con la misma función de la captura y reutilización de CO₂ tradicionalmente implementada. En el caso del ozono (O₃), aunque es una producción no objetiva, este puede ser aprovechado como paso para el tratamiento de aguas residuales.

La degradación de los COV es una cuestión crucial que requiere métodos eficaces para su eliminación del aire. Los métodos discutidos anteriormente ofrecen opciones prometedoras para la degradación de estos COV, y se necesita más investigación y experimentación para optimizar sus condiciones de funcionamiento. Si se sigue investigando y desarrollando, el plasma no térmico puede convertirse en una herramienta importante para proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos de los COV.

Objetivos

Con esta investigación se busca:

Realizar un diagrama de flujo explicativo sobre la experimentación de los reactores DBD con NTP y catalizadores de zeolita a diferentes bases.

Exponer las ventajas de la implementación de esta tecnología en la industria venezolana.

Metodología

Para esta investigación se toma como literatura principal el trabajo “A comparison of in- and post-plasma catalysis for toluene abatement through continuous and sequential processes in dielectric barrier discharge reactors” de Xin *et al.*, [3], el cual ilustra la siguiente metodología de experimentación en los reactores ya descritos anteriormente, tal como se muestra en la Figura 1.

Este método consiste en utilizar un gas ionizado a temperatura ambiente y presión atmosférica para generar plasma a través de inducción de alto voltaje, donde este gas ionizado contiene electrones de alta energía, iones y otras especies reactivas. Estas especies pueden reaccionar con los COV, descomponiéndolos en compuestos menos nocivos.

El plasma no térmico es un método prometedor para la degradación de COV, sobre todo en ambientes interiores. Aunque, el método presenta algunos problemas, los investigadores están estudiando formas de mejorar su eficacia y rentabilidad, así como de ampliarlo para aplicaciones industriales. Sin embargo, Xin *et al.*, [3] plantean que durante la conversión de los COV, además de los compuestos objetivos, se transforman compuestos indeseables como O₃ y N₂O los cuales son subproductos encontrados en los gases de reducción del tolueno por NTP solo (sin catalizadores). Además, esta combinación de tecnología demostró una elevada eficacia de eliminación y, aunque, aún se genere producción de ozono, sigue teniendo los menores indicios de producción de O₃, lo que la convierte en una opción prometedora para el tratamiento industrial de COV.

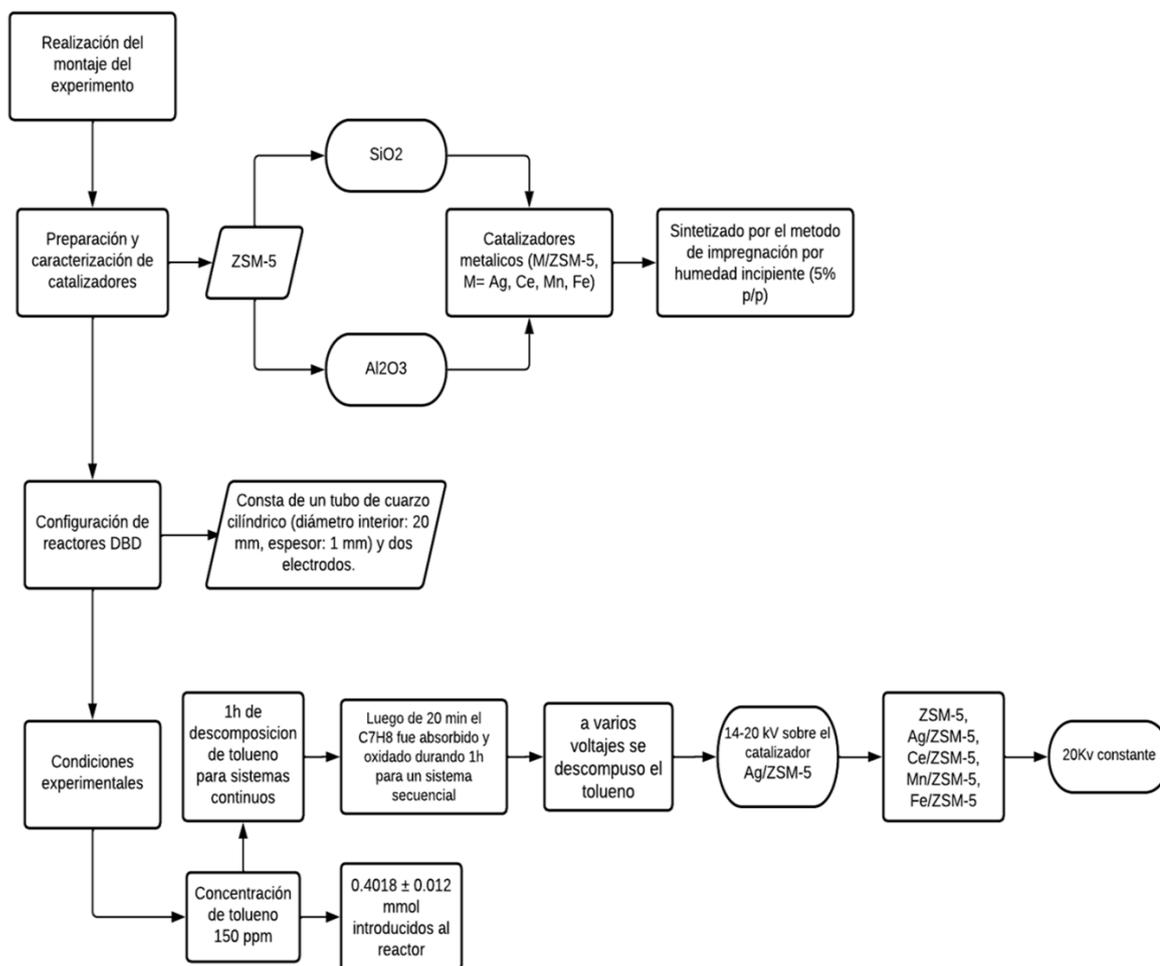


Figura 1. Diagrama de flujo del experimento realizado en reactores en y post plasma DBD[3]

Resultados esperados

A través de la experimentación con las diferentes bases metálicas de la zeolita se determinó que la que otorga una mayor selectividad es Ag/ZSM-5 con una alimentación constante de 20kV [3]. Esperándose que para la implementación de esta tecnología tenga efectos en la minimización de costos operativos y ayude a la facilidad de otros procesos como el tratamiento de aguas en los complejos petroquímicos o plantas que utiliza el agua para calderas o simplemente la recirculación hacia un intercambiador de calor. Además, del impacto medioambiental, ya que, a través de la reducción de los COV se tiene un aire más limpio.

Referencias

- [1] IQAir. [En línea] Disponible en <https://www.iqair.com/es/newsroom/volatile-organic-compounds> [Accedido: 15 de noviembre de 2022].
- [2] Semarnat, I. “Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. México” (2003)
- [3] Xin, Y., Xiaoqing, D., Shijie, L., Jinlong, Z., Z, Qian., & Li, C. “A comparison of in- and post-plasma catalysis for toluene abatement through continuous and sequential processes in dielectric barrier discharge reactors”. Journal of Cleaner Production, vol 276, no. 6, pp 1-3, (2020).
- [4] Li, Q., Cao, Y., Lu, Y., Li, X., & Wang, X. “Degradation of VOCs by non-thermal plasma: A review”. Critical Reviews in Environmental Science and Technology. (2021).

[5] Tabatabaei, M., Pooladi-Darvish, M., & Babadagli, T. “**Carbon dioxide enhanced oil recovery: Fundamentals and opportunities**”. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. (2019).

Nota especial

Artículo ganador del Segundo Lugar del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.