

Tecnologías Emergentes

Nuevos mecanismos de descontaminación química: descontaminación catalítica

Angélica Acuña Benito. OT NBQ

Palabras clave: NBQ, CWAs, descontaminación, catálisis, catalíticos, polioxometalatos, POM, MOFs, redes metaloorgánicas.

Metas tecnológicas relacionadas: MT 4.2.1.; MT 4.3.1.

Introducción

La búsqueda de tecnologías avanzadas para la descontaminación de agentes de guerra química y compuestos químicos tóxicos industriales es una línea de investigación muy activa. Las razones principalmente se deben a los problemas asociados con los sistemas de descontaminación que existen en la actualidad. La corrosión, dificultad de uso, la gran cantidad de residuos orgánicos resultantes de la descontaminación, la falta de adecuación a todo tipo de clima y a las condiciones ambientales, poca amigabilidad con el medio ambiente, etc., son algunos de estos problemas. A corto-medio plazo, se prevé el uso de formulaciones biodegradables que pueden ser de uso fácil, respetuosas con el medioambiente, con propiedades anticorrosivas y que contengan ingredientes activos altamente estables.

La descontaminación consiste en la degradación de agentes químicos tóxicos en compuestos no tóxicos o menos tóxicos. Los descontaminantes que actualmente se están empleando en campo para agentes de guerra química (principalmente DS2, lejía acuosa "STB" o la espuma desarrollada por los laboratorios Sandia) se basan en reacciones químicas, oxidación o hidrólisis, que requieren agua. Los agentes nerviosos de la serie G son más fácilmente degradados por hidrólisis, mientras que la Iperita y el VX pueden ser neutralizados por

cualquiera de los dos tipos de reacción. El sarín, tabún, iverita y el VX se hidrolizan espontáneamente por efecto de las condiciones ambientales, pero muy lentamente.

Estos descontaminantes son eficaces pero tienen una serie de inconvenientes:

- Son poco respetuosos con el medioambiente, muchos de ellos resultan dañinos e incluso corrosivos.
- Los productos resultantes de la descontaminación en muchos casos a su vez presentan cierto nivel de toxicidad, y por tanto se requiere una posterior gestión de los residuos obtenidos.
- Son necesarios en grandes concentraciones puesto que son consumidos durante la descontaminación. Esto supone un problema desde el punto de vista económico, ya que no son baratos, y también desde el punto del punto de vista logístico en cuanto a transporte, almacenaje y despliegue.

Las líneas de I+D actuales están dirigidas a la búsqueda de soluciones universales eficaces, no tóxicas y respetuosas con el medio ambiente. Algunas de estas líneas están centradas en la obtención de métodos de descontaminación catalítica, debido a las numerosas ventajas que tienen con respecto a los métodos actuales basados en reactivos.

Descontaminación catalítica

Los compuestos catalíticos son muy rápidos y selectivos y la cantidad necesaria es inferior (menos del 1%) con respecto a los descontaminantes basado en reactivos. Así mismo, el bajo peso de estos compuestos significa fácil transporte, almacenaje y despliegue en el teatro de operaciones. Por otro lado son más baratos que los agentes reactivos. Otra ventaja importante de los compuestos catalíticos es que pueden ser incorporados en textiles, lo que facilitaría la obtención de tejidos multifuncionales, que además de proteger, permitirían la autodescontaminación.

Las enzimas son uno de los catalizadores conocidos más eficaces para degradar agentes nerviosos organofosforados. Las enzimas son catalizadores biológicos altamente eficientes y ambientalmente benignos. Tal vez la característica más atractiva de las enzimas es que pueden funcionar de manera efectiva en condiciones ambientales normales, lo que disminuye los costes de energía y aumenta la seguridad. Solo 10 miligramos de enzimas degradan la misma cantidad de agente nervioso que 1 kilogramo de cloro concentrado.

Muchas de las investigaciones recientes basadas en descontaminación catalítica se están centrando en el uso de catalizadores como los polioxometalatos o de redes metaloorgánicas.

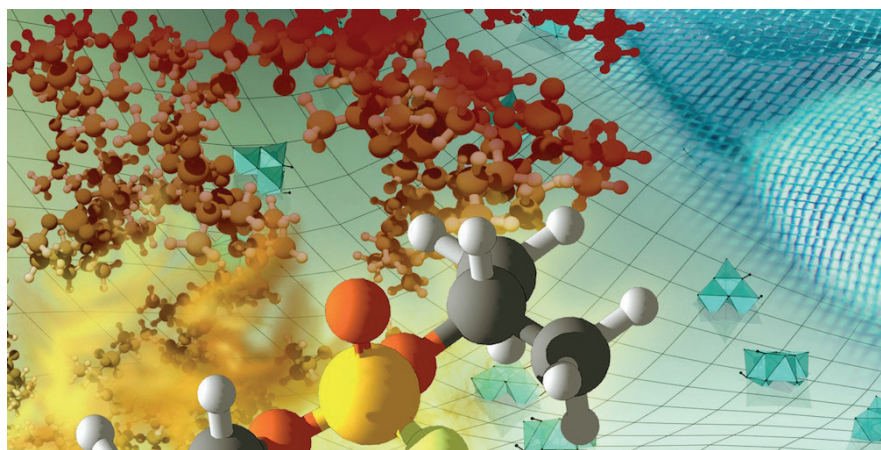
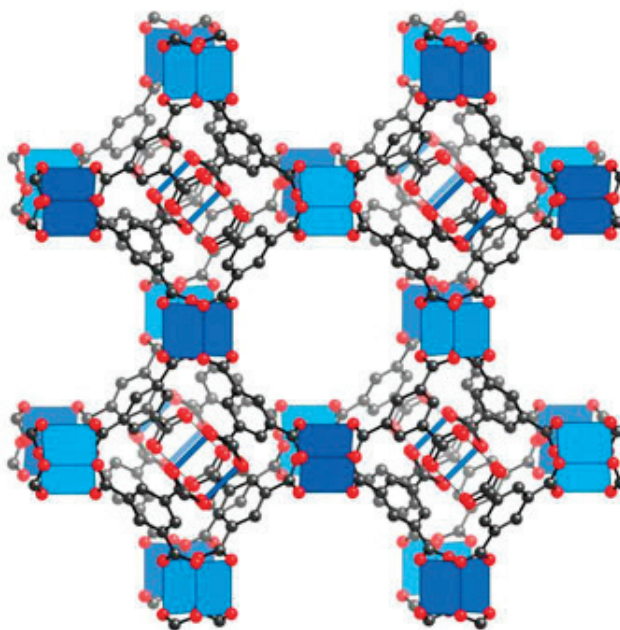


Fig. 1. Polioxoniobiocenos para descontaminación de agentes nerviosos. (Fuente: Oregon State University)



Polioxometalatos

Los polioxometalatos, POM, son agregados inorgánicos consistentes en la unión de tres o más oxoaniones de metales de transición, en su estado de transición más alto, unidos por átomos de oxígeno encerrados en estructuras tridimensionales.

Los pioneros en el uso de polioxometalatos en descontaminación de agentes de guerra química han sido los investigadores del departamento de química de la Universidad de Emory, que llevan a cabo proyectos de I+D financiados por la oficina de investigación del ejército estadounidense para el diseño y desarrollo de polioxometalatos y la integración de éstos en materiales para aplicaciones en descontaminación. Sus primeras reacciones de descontaminación catalítica basada en POM se desarrollaron y patentaron en el año 2000. Sus estudios más recientes se basan en polioxoniobocenos, que han mostrado su capacidad catalítica para degradar simulantes de agentes nerviosos a temperatura ambiente.

Recientemente, un grupo de investigación de la Universidad de Oregón ha publicado un artículo con los resultados de su investigación con polioxoniobocenos, que pueden degradar y descontaminar agentes ner-

viosos, además de vesicantes. Los polioxoniobocenos son POM con excepcionales propiedades catalíticas en agua, que no se degradan por factores medioambientales, se disuelven fácilmente y pueden ser incorporados en tejidos y en superficies de distintos tipos de materiales.

Redes metaloorgánicas

Otras líneas de investigación, como la seguida por la Universidad de Cornell, se están centrando en las redes metaloorgánicas (MOF) que capturan selectivamente gases como agentes de guerra química y químicos tóxicos industriales, proporcionando un sistema de adsorción alternativo al carbón activo en los sistemas de protección individual.

Los MOFs son una nueva clase de materiales porosos cristalinos compuestos por iones o grupos metálicos conectados por ligandos orgánicos. Dada su naturaleza porosa y su elevada área superficial, se pueden emplear en una gran variedad de aplicaciones, como en adsorción de gases o compuestos tóxicos, almacenamiento, catálisis, sensores, administración de fármacos, etc.

Por su porosidad elevada y permanente y su capacidad de adsorción selectiva debida a las diferencias de tamaño o forma de las moléculas a

adsorber, los MOF parecen ser buenos sustitutos del carbón activo en los sistemas de protección. El resultado sería ropa de protección que no se satura tan rápidamente, menos pesada y más cómoda, en la que se ha aliviado el problema del estrés térmico.

La Universidad de Cornell también está trabajando con MOF fluorescentes que pueden indicar la saturación del equipo o la presencia de un agente químico específico.

Otras investigaciones más recientes se centran en el uso de nanotubos de carbono para la degradación catalítica de agentes nerviosos, con el objetivo de obtener de igual forma ropa de protección multifuncional, que además de proteger al individuo permita la neutralización in situ del agente de guerra química.

A nivel nacional, también existe interés en el uso de compuestos catalíticos para descontaminación de agentes de guerra química. Así, por ejemplo, la Universidad de Granada ha llevado a cabo un estudio de viabilidad en el marco del Programa COINCIDENTE, basado en el diseño, síntesis y caracterización de MOF macroscópicas, para uso como material adsorbente de agentes de guerra química en los trajes de protección personal y/o filtros NBQ.