Sensores de fibra óptica para la detección de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en fase vapor

La aplicación de sensores de fibra óptica para la detección de COVs es un área de investigación en constante crecimiento. Las ventajas más relevantes de estos sensores son la facilidad de miniaturización, la inmunidad a las interferencias electromagnéticas derivadas de la naturaleza inerte de la fibra óptica, la estabilidad de la muestra tras la medida debido al consumo despreciable del analito, la posibilidad de realizar análisis remotos en ambientes peligrosos y la multiplexación de los sensores para análisis multiparamétricos. La charla se centrará en sensores que emplean films de xerogeles silíceos como elementos sensibles a los VOCs. Los films se preparan por el procedimiento sol-gel y se fijan en la punta de la fibra óptica por inmersión. Son sensores intrínsecos que trabajan en reflexión, donde la transducción ocurre en la luz que viaja por el núcleo de la fibra. Los VOCs incluidos en la investigación cubren un abanico amplio de compuestos con diferentes grupos funcionales y polaridades.

El mecanismo de respuesta se basa en el cambio en la potencia óptica reflejada cuando las moléculas se adsorben en el film del xerogel que actúa como una cavidad óptica en la que la fibra-xerogel forma la primera interfase, y el xerogel-vapor constituye la segunda interfase. La generación de la señal puede analizarse según dos procesos: la interacción entre el analito y el film y el cambio en la potencia óptica reflejada.

En la introducción de la charla incidiré en el papel de los sensores de fibra óptica, las ventajas e inconvenientes. A continuación explicaré el procedimiento para la preparación y el equipo que hemos desarrollado para medir la respuesta de los elementos sensores en presencia de los VOCs. Este equipo incluye un sistema óptico, una sistema de vacío y dosificación, así como los controladores de presión y temperatura. En el apartado dedicado a los resultados experimentales presentaré los ciclos de respuesta y las curvas de calibrado de algunos elementos sensores, también mostraré el efecto de la temperatura en la señal que permite dilucidar los mecanismos de respuesta. Terminaré comentando algunas de las limitaciones de este tipo de sensores y futuras líneas de investigación.

Jesús Carmelo Echeverría Morrás (Dpto. Química Aplicada, UPNA)

Nacido en Arróniz, una pequeña localidad de Navarra. Los estudios realizados son los siguientes:

- Ingeniería Técnica Industrial por la Universidad de Zaragoza (1979)
- Diplomatura en Ciencias Químicas por la UNED (1985).
- "Master of Science in Advanced Analytical Chemistry" por la Universidad de Bristol (Inglaterra) en 1988.
- Doctorado en Ciencias Químicas (Química Inorgánica) por la Universidad Pública de Navarra (1995).

Mi experiencia profesional comenzó como responsable de calidad en una fábrica de piensos compuestos. He sido profesor de Formación Profesional (Química) desde 1980 hasta 1990, fecha en la que me incorporé a la UPNA en comisión de servicios. En 1998 saqué la plaza de Catedrático de Escuela Universitaria. Imparto docencia en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones y en el máster universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria, en el que coordino la especialidad de Ciencias Experimentales. Formo parte de la Real Sociedad Española de Química y de la "American Chemical Society". Participo habitualmente en las actividades de divulgación de la ciencia que organiza la UPNA y el Club de Amigos de la Ciencia de Pamplona.

La investigación realizada se puede englobar en tres áreas: retención de metales pesados en suelos y fases puras, preparación de xerogeles y aerogeles silíceos, desarrollo de sensores de fibra óptica para la detección de compuestos orgánicos volátiles. La primera área formó el núcleo de mi tesis doctoral que abordó el fraccionado de metales pesados, incluyendo cadmio, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc. Estudiamos suelos de cultivo y sedimentos contaminados. Aplicamos isotermas de adsorción en disolución para evaluar los mecanismos de retención y la especiación de los metales retenidos. A partir de una colaboración con investigadores de la Universidad de Zaragoza y del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de nuestra universidad comenzamos a preparar xerogeles que permitieran inmovilizar compuestos vapocrómicos para la detección de compuestos orgánicos volátiles con sensores de fibra óptica. Aplicamos diseños experimentales para investigar el efecto de las variables de síntesis como el pH, la temperatura y la relación molar del precursor, agua y disolvente en las propiedades estructurales y texturales de los materiales silíceos. Esta investigación se realizó a pH 4,5 y a pH 10. Seguimos trabajando en esta línea centrados en la preparación de materiales híbridos.

De forma paralela a la investigación en xerogeles y aerogeles hemos desarrollado sensores de fibra óptica que emplean films de materiales silíceos como elementos sensores. La interacción de los compuestos orgánicos volátiles con los films cambia la potencia óptica reflejada, que es la señal que medimos en función de la presión de los COVs. Los sensores de fibra óptica han experimentado un gran desarrollo con el avance de la tecnología de las telecomunicaciones. Son ligeros, miniaturizables, de naturaleza pasiva puesto que funcionan sin electricidad y ofrecen la posibilidad de multiplexación.