BOLETIN
SEGUNDO TRIMESTRE
2026

Recubrimientos metálicos nanoestructurados

Ensayos de extintores para incendios de baterías de litio

Recubrimientos metálicos nanoestructurados para la captura de contaminantes en componentes de motor

La reducción de las emisiones contaminantes constituye uno de los grandes retos de la industria de la automoción y del desarrollo de nuevas tecnologías de propulsión. En este contexto, la investigación en materiales avanzados está impulsando el desarrollo de recubrimientos metálicos nanoestructurados capaces de capturar o retener determinados contaminantes, una línea de innovación que busca mejorar el rendimiento de los sistemas de control de emisiones y contribuir a una movilidad más eficiente y sostenible.

Estas soluciones se basan en el diseño de superficies con propiedades específicas a escala nanométrica, capaces de interactuar con determinadas sustancias presentes en los gases de escape o en otros flujos de gases asociados al funcionamiento del motor.

¿Qué son los recubrimientos metálicos nanoestructurados?

Los recubrimientos metálicos nanoestructurados son capas funcionales cuya composición, organización o microestructura incorpora características a escala nanométrica. Esta configuración permite modificar propiedades como la superficie específica, la reactividad química, la estabilidad térmica y la interacción con diferentes compuestos.

Cuando se aplican a componentes de motor o a elementos de los sistemas de tratamiento de gases, estos recubrimientos pueden diseñarse para favorecer la adsorción, la retención o la transformación química de determinados contaminantes. Su eficacia depende de factores como la composición del recubrimiento, el tamaño y la distribución de sus partículas, la temperatura de funcionamiento y el tiempo de contacto con los gases.

Entre los materiales de interés se encuentran los recubrimientos basados en metales y óxidos metálicos, así como las formulaciones que incorporan metales catalíticamente activos. La selección de cada composición debe responder a las características del contaminante que se pretende controlar y a las condiciones de operación del motor.

¿Cómo contribuyen a la captura de contaminantes?

El mecanismo de actuación depende del diseño del material y del compuesto que se desea eliminar. Una de las principales estrategias consiste en aumentar la superficie activa disponible para favorecer la interacción entre el recubrimiento y las moléculas contaminantes.

Entre los mecanismos que pueden emplearse destacan:

- Adsorción superficial: determinados compuestos quedan retenidos temporalmente en la superficie del material mediante interacciones físicas o químicas.
- Captura química: algunos materiales reaccionan con sustancias específicas y las incorporan a compuestos más estables, limitando su liberación inmediata.
- Actividad catalítica: ciertos recubrimientos favorecen la transformación de contaminantes en sustancias menos perjudiciales. En este caso, no se produce necesariamente una captura, sino una conversión química.
- Almacenamiento y liberación controlada: algunos sistemas pueden retener determinados compuestos en condiciones concretas y liberarlos posteriormente para facilitar su transformación en otra etapa del proceso

Estos mecanismos pueden combinarse para desarrollar sistemas multifuncionales. Sin embargo, es importante distinguir entre capturar un contaminante, transformarlo químicamente y reducir su concentración en los gases de escape, ya que cada objetivo requiere materiales y métodos de evaluación específicos.

Aplicaciones en componentes de motor

El desarrollo de estos recubrimientos presenta oportunidades en diferentes elementos relacionados con la gestión térmica y el tratamiento de emisiones.
Una de las áreas de mayor interés es la de los sistemas de postratamiento de gases de escape, donde los materiales funcionales pueden contribuir a mejorar la eliminación de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NOx), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos no quemados. También pueden investigarse soluciones para favorecer la retención o el tratamiento de determinadas especies químicas en condiciones específicas de funcionamiento.

Los recubrimientos nanoestructurados podrían aplicarse sobre sustratos metálicos y soportes diseñados para trabajar a temperaturas elevadas, siempre que presenten la estabilidad y la resistencia necesarias. En este ámbito, el diseño de la capa debe garantizar una buena adherencia al componente, una distribución homogénea del material activo y una resistencia adecuada frente a vibraciones, ciclos térmicos y exposición prolongada a los gases de escape.

La integración de estas tecnologías requiere, además, estudiar su compatibilidad con los sistemas de control de emisiones existentes y determinar si aportan mejoras medibles respecto a las soluciones convencionales.

Principales retos tecnológicos

A pesar de su potencial, el desarrollo de recubrimientos metálicos nanoestructurados para la captura de contaminantes plantea varios desafíos. Uno de los principales es mantener la actividad del material durante largos periodos de funcionamiento, especialmente en entornos sometidos a temperaturas elevadas y cambios térmicos frecuentes.

La degradación de la nanoestructura, la pérdida de superficie activa, la sinterización de las partículas y la acumulación de sustancias que bloquean los centros activos pueden reducir progresivamente su eficacia. Asimismo, la presencia simultánea de diferentes gases puede modificar el comportamiento del recubrimiento y dificultar la captura selectiva de los contaminantes objetivo.

Otro aspecto fundamental es la escalabilidad industrial. Para su aplicación en componentes de motor, los procesos de fabricación deben permitir controlar el espesor, la composición y la uniformidad del recubrimiento, además de garantizar su reproducibilidad y un coste compatible con los requisitos del sector.

La evaluación experimental resulta imprescindible. Los ensayos deben analizar la eficiencia de captura o conversión, la estabilidad térmica, la resistencia mecánica, la durabilidad y el comportamiento del material ante diferentes condiciones de funcionamiento. También es necesario determinar qué ocurre con los contaminantes retenidos y cómo se regeneran o sustituyen los recubrimientos cuando pierden eficacia.

Hacia sistemas de control de emisiones más eficientes

La investigación en recubrimientos metálicos nanoestructurados abre nuevas posibilidades para diseñar superficies funcionales adaptadas a las exigencias de los motores actuales y futuros. La combinación de materiales avanzados, técnicas de fabricación de precisión y caracterización a escala nanométrica puede contribuir a desarrollar soluciones más eficientes para el tratamiento de gases y la reducción de determinadas emisiones.

El avance de estas tecnologías dependerá de la colaboración entre centros tecnológicos, universidades y empresas industriales, especialmente para trasladar los resultados de laboratorio a componentes capaces de funcionar de manera fiable en condiciones reales.

El desarrollo de recubrimientos nanoestructurados no consiste únicamente en incorporar nuevos materiales a los componentes de motor, sino en diseñar superficies funcionales que permitan controlar mejor las interacciones químicas con los contaminantes.

Este enfoque representa una oportunidad de innovación en materiales y procesos industriales, con potencial para contribuir a la mejora de los sistemas de tratamiento de emisiones y a una movilidad más sostenible.

Ensayos de extintores para incendios de baterías de litio según NTA 8133 y prEN 3-11

La creciente implantación de las baterías de ion litio como sistemas de almacenamiento eléctrico plantea nuevos retos en materia de seguridad contra incendios. Su elevada densidad energética y su comportamiento ante determinadas condiciones de fallo hacen necesario disponer de soluciones de extinción cuya eficacia se evalúe específicamente para este tipo de riesgo.

En este contexto, el desarrollo de procedimientos de ensayo específicos permite establecer criterios para evaluar el comportamiento de los extintores frente a incendios de baterías de ion litio. Entre ellos destacan la norma neerlandesa NTA 8133 y el proyecto de norma europea prEN 3-11, orientado a establecer requisitos y métodos de ensayo para los extintores destinados a este tipo de aplicaciones.

Los ensayos permiten comprobar la capacidad de un extintor para controlar un incendio provocado por una batería de ion litio y evaluar el riesgo de reignición tras la extinción inicial. Para ello, se reproducen condiciones controladas de incendio mediante un procedimiento definido, que permite analizar la respuesta del sistema de extinción frente a un fenómeno especialmente complejo: el embalamiento térmico (thermal runaway). Este proceso puede provocar un aumento rápido de la temperatura, la liberación de gases y energía y la aparición de llamas, dificultando el control del incendio.

Durante las pruebas se evalúan aspectos como la extinción de las llamas, el comportamiento de la batería tras la aplicación del agente extintor y la posible reaparición del fuego. Estos parámetros permiten determinar si el producto cumple los criterios de aceptación establecidos en el procedimiento de ensayo y aportan información técnica relevante para el desarrollo y la validación de soluciones de protección contra incendios.

La evaluación específica de estos extintores resulta fundamental, ya que la desaparición de las llamas visibles no garantiza necesariamente que el riesgo haya desaparecido. Las características propias de las baterías de ion litio hacen necesario valorar su comportamiento después de la intervención y disponer de métodos de ensayo adaptados a las particularidades de este tipo de incendio.

En CTMETAL se realizan ensayos de extintores de acuerdo con la norma NTA 8133 y los procedimientos aplicables a incendios de baterías de ion litio, contribuyendo a la evaluación de la eficacia de estos productos y al desarrollo de soluciones adaptadas a los nuevos riesgos asociados al almacenamiento de energía eléctrica.

La evolución de la normativa en este ámbito representa un avance importante para mejorar la evaluación técnica de los equipos de extinción y responder a las nuevas necesidades de seguridad de la industria.