

El Material Particulado – Que es eso?

(Extractos de la 7a. Conferencia ETH en Combustión Generadora de Nanopartículas, Zurich Agosto 2003)

El Material Particulado (MP) es una compleja mezcla de partículas suspendidas en el aire las que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones. Las partículas de fuentes móviles tienden a caer en una distribución bi-modal referidas como “modo de núcleos” y “modo de acumulación”. Las partículas de modo de núcleos son de un diámetro inferior a 0,05 micrones (micrón = 1 millonésima de metro) y están generalmente compuestas de hidrocarburos, sulfuro y cenizas metálicas. Las partículas de modo de acumulación tienen un rango de tamaño desde 0,05 a 0,5 micrones y contienen carbono elemental y orgánico, nitrato, sulfato, y diferentes cenizas metálicas. Después de su emisión, las partículas experimentan reacciones químicas en el aire, por esto su composición y tamaño varían dependiendo de la proximidad a las fuentes, el clima y otros factores.

Las partículas ambientales generalmente caen dentro de una distribución de tres modos: ultrafino (< 0,1 micrones), fino (entre 0.1 y 1 micrones), y grueso (>1 micrones). La Agencia de Protección del Medioambiente de Estados Unidos y otras agencias alrededor del mundo regulan el nivel de partículas en el ambiente de un diámetro inferior a 10 micrones (MP₁₀). Algunas agencias, incluyendo la EPA de Estados Unidos, también regulan las partículas inferiores a 2,5 micrones de diámetro (MP_{2.5}).

Un gran número de estudios epidemiológicos en la última década han reportado una relación entre la exposición a corto plazo a MP₁₀ y MP_{2.5} y el aumento en la morbilidad y mortalidad, particularmente entre aquellas personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Recientemente, los científicos han comenzado también a investigar los efectos de las partículas ultra finas. Aunque estas partículas contribuyen muy poco a la masa de MP₁₀ y MP_{2.5}, están presentes en gran cantidad. Algunos científicos han propuesto que las partículas ultra finas pueden ser especialmente tóxicas: las partículas más pequeñas tienen un área total de superficie mayor que aquellas partículas más grandes de masa igual, tendrían más probabilidades de penetrar e interactuar con células más profundamente en el pulmón que las partículas más grandes, y se piensa que se mueven rápidamente a tejidos exteriores de las vías respiratorias. Una revisión de los estudios que comparan los efectos de partículas de diferentes tamaños lleva a las siguientes conclusiones: a) estudios epidemiológicos, usando múltiples mediciones de exposición y diferentes períodos, muestran una asociación entre la cantidad de material particulado ultra fino y la mortalidad, función respiratoria, o síntomas respiratorios, pero estos efectos también están asociados a otros contaminantes (sulfatos, MP_{2.5}, MP₁₀); b) repetidos estudios de inspiración intra-traqueal indican que las partículas ultra finas inducen a respuestas inflamatorias más fuertes que aquellas partículas de otros tamaños; y c) estudios de inhalación no han producido resultados consistentes, sugiriendo que la composición y solubilidad de las partículas – así como su tamaño- son propiedades importantes.

El sistema inmunológico se comunica entre sus componentes y con el resto del cuerpo usando proteínas como mensajeros químicos, muy parecido al sistema nervioso que utiliza señales eléctricas. Los compuestos de los gases de escape del diesel pueden interferir con la inmunidad impactando este sistema de comunicación, produciendo reacciones inmunes aumentadas, reprimidas o desviadas las cuales son todas perjudiciales para el individuo. Ha sido demostrado por ejemplo que el pireno, un hidrocarburo policíclico aromático, puede inducir la producción de proteínas inmunoregulatoras IL-4 e IL-8. Ambas tienen funciones totalmente diferentes, IL-4 es responsable del desarrollo de alergias, y IL-8 de respuestas inflamatorias inducidas por estrés celular. Investigaciones moleculares muestran que

Tecnología Automotriz Limpia S.A.

Carol Urzúa 7058, Las Condes, Santiago. Chile - Teléfono: (56-2) 2203986
e-mail: talsa@talsa.cl; serviciotecnico@talsa.cl, Web: www.talsa.cl

incluso los mecanismos por los cuales el pireno está afectando estas proteínas son claramente diferentes. Los efectos de los gases de escape del diesel y sus compuestos en la inmunidad y la salud parecen ser mediados por mecanismos múltiples y complejos, los cuales sugieren que el análisis de sustancias individuales y la aplicación de un solo tipo de bio-análisis será insuficiente para estimar el impacto de la contaminación. Dentro del proyecto EU 5FP MAAPHRI se están desarrollando sistemas para analizar varios reguladores inmunológicos claves en paralelo en un análisis sólido adecuado para exposición con respecto a contaminantes gaseosos y particulados bajo condiciones controladas.

Resumen: El material particulado participaría en:

- **Origen de procesos inflamatorios**
- **Daño funcional en los pulmones**
- **Aumento en el riesgo de infarto cardíaco**
- **Efectos sistémicos en todo el organismo a través de la sangre**
- **Efectos cancerígenos**
- **Aumento de muertes súbitas**

Y por eso

las autoridades responsables tienen que tomar medidas para reducir las emisiones cancerígenas al nivel más bajo posible como se hace en otros países del mundo (Estados Unidos, Unión Europea, Suiza entre otros). Para esto hay que usar la mejor tecnología disponible. Aspectos económicos deben pasar a segundo término para garantizar un aire saludable para todos los ciudadanos.

Soluciones técnicas

(Fuente: Pool de Información sobre Tecnologías Limpias de la Iniciativa de Aire Limpio en Ciudades de América Latina - http://www.cleanairnet.org/infopool_es/1525/propertyvalue-17750.html)

Catalizadores de oxidación diesel

A pesar de no ser tan masificados como los catalizadores de tres vías (TWC) en los vehículos a gasolina, los catalizadores de oxidación diesel (DOCs) son la tecnología de control de emisiones de post-tratamiento más común que se ofrece para los vehículos diesel actuales. Sin embargo, es necesario tener presente que los catalizadores de oxidación pueden aumentar la tasa de oxidación de SO₂, llevando a espectaculares aumentos en las emisiones de nanopartículas de sulfato. La conversión de sulfato también depende de la eficiencia total del catalizador, con catalizadores más eficientes capaces de convertir cerca del 100% del SO₂ contenido en el escape a sulfatos. En operación a alta temperatura, generada por alta velocidad o condiciones de operación con carga, el DOC acelera la oxidación del SO₂, aumentando la formación de partículas de sulfatos. Un DOC, cuando se usa con combustibles de mayor contenido de azufre, puede aumentar importantemente las emisiones de las partículas más pequeñas y potencialmente más dañinas. El azufre también atrasa el "light-off" del

Tecnología Automotriz Limpia S.A.

Carol Urzúa 7058, Las Condes, Santiago. Chile - Teléfono: (56-2) 2203986
e-mail: talsa@talsa.cl; serviciotecnico@talsa.cl, Web: www.talsa.cl

DOC, aumentando las emisiones de arranque en frío.

Nuestro resumen: Un fuerte NO a los Catalizadores de Oxidación. No ayudan a la eliminación de nanopartículas carbonosas pero aumentan las nanopartículas de sulfatos

Filtros de particulado diesel

El filtro de particulado diesel de regeneración continua (CR-DPF) y el filtro de particulado diesel catalizado (CDPF) son dos ejemplos del control de MP con regeneración pasiva. Los dispositivos CR-DPF y CDPF pueden lograr 95% de eficiencia para el control de emisiones de MP con combustible de azufre de 3 ppm (partes por millón). Pero la eficiencia baja a cero con combustible con 150 ppm de azufre y las emisiones de MP en realidad más que se duplican sobre la línea básica al utilizar combustible con 350 ppm de azufre. El incremento en la masa de MP con el azufre del combustible viene mayoritariamente del agua ligada al ácido sulfúrico. Las emisiones de hollín también aumentan con el combustible de mayor azufre, pero incluso con el combustible de 350 ppm de azufre los DPFs mantienen cerca de un 50% de eficiencia para el MP de no-sulfato.

El azufre también aumenta la temperatura necesitada para que tenga lugar la regeneración del filtro. Cuando se va de un combustible de azufre de 3 a 30 ppm, la temperatura de escape requerida para la regeneración de ambos tipos de filtros se incrementa en aproximadamente 25°C. El CDPF requiere temperaturas mayores consistentemente, pero se mantiene estable sobre los 30 ppm, mientras la temperatura requerida continúa incrementándose para el CR-DPF.

Con el uso de combustible de azufre bajo, los filtros de particulado diesel proveen efectivos controles de partículas a través de todo el rango de tamaño de éstas, incluso para las más pequeñas, consideradas las más peligrosas para la salud humana. Los diesel con filtros de particulado generan emisiones de MP comparables a los vehículos a gas natural comprimido (GNC) los que a menudo son promocionados como una alternativa de bajas emisiones respecto del diesel. Un vehículo que usa un combustible de bajo azufre y un DPF puede, de hecho, reducir las emisiones de MP totales por debajo de las de un vehículo GNC. Además, el carbón elemental, también conocido como carbón negro, es virtualmente eliminado por un DPF. El carbón elemental parece ser responsable de más del 90% de la absorción de luz de los aerosoles atmosféricos, y recientemente ha sido implicado como un factor importante en el calentamiento global, lo que resalta el potencial para los DPFs, con uso de un combustible de bajo azufre, para reducir de forma importante el impacto en el calentamiento por parte de los vehículos diesel.

Además, los filtros de particulado proveen un efectivo control de las emisiones de CO y HC, el cual es menos impactado por el azufre del combustible. Los DPFs reducen en gran medida las emisiones de benceno, hidrocarburos aromáticos policíclicos, alkenos, tales como el butadieno 1,3 y otros contaminantes gaseosos dañinos y no regulados. La eficiencia medida para el control de CO es de entre 90 y 99%, y para el HC es entre 58 y 82%, teniendo como resultado de 1 a 2 órdenes de emisiones menores en magnitud para estos contaminantes que para la gasolina y vehículos GNC.

Tecnología Automotriz Limpia S.A.

Carol Urzúa 7058, Las Condes, Santiago. Chile - Teléfono: (56-2) 2203986
e-mail: talsa@talsa.cl; serviciotecnico@talsa.cl, Web: www.talsa.cl