

SISTEMA DE LIMPIEZA POR VAPOR DE AGUA SATURADA PARA EL MANTENIMIENTO DE CATALIZADORES EN LOS VEHÍCULOS A GASOLINA



José Luis Mullo Casillas
Lorena Maribel Camacho
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.
Quijano y Ordoñez y Marqués de Maéenza s/n
Latacunga - Ecuador
jlmullo@espe.edu.ec
mcamacho@espe.edu.ec



RESUMEN.

La necesidad de combatir la contaminación se implementa a partir del año 2000 en los vehículos con sistemas de control y reducción de emisiones como los convertidores catalíticos de tres vías.

Una alternativa a investigar es la utilización del vapor de agua saturado en vista que el mantenimiento es la opción acertada desde el punto de vista económico, considerando que no existen sistemas limpios de regeneración de convertidores catalíticos, siendo imprescindible la importación de los catalizadores, por valores aproximados desde los 200 USD en genérico y aproximadamente los 1800 USD, para el caso de un remplazo original.

I. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente el 81% de la contaminación total en el aire proviene del parque automotor convirtiéndose en la principal fuente de contaminación, los gases que se emanan son: el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido de nitrógeno (NOX); mismos que son producto de una combustión incompleta en el motor.



Figura 1. Ambiente contaminado

Quito es la ciudad pionera en el Ecuador en desarrollar alternativas de solución a este problema, implementado la adopción de un sistema universal y obligatorio de revisión del estado mecánico, de seguridad y de emisiones formando a partir de febrero de 2004 la Corporación para el mejoramiento de la calidad del aire de Quito CORPAIRE, cuyos objetivos son:

- Dirigir el proceso de revisión vehicular y fiscalizar la operación de los Centros de Revisión y Control.

- Dirigir el control, monitoreo, simulación y mejora de la calidad del aire en el Distrito Metropolitano de Quito

Para el desarrollo de estos objetivos se creó la Revisión Técnica Vehicular (R.T.V.) que tiene la función de realizar la inspección y mantenimiento de los automotores, en la necesidad de conseguir un funcionamiento correcto de los vehículos.

Además otras alternativas de solución que pueden ser adoptadas son:

- Mejoramiento de la calidad del combustible
- Optimización de la combustión en el motor con un factor $\lambda = 1$, que es 14.7 partes de aire por 1 kg de gasolina.
- Verificación del buen funcionamiento de todos los dispositivos anticontaminantes del vehículo.

Uno de los dispositivos anticontaminantes es el catalizador que tiende a deteriorarse en su totalidad, y como el costo de remplazarlo es alto, las personas optan por retirarlos del vehículo, ya que la mayoría desconoce de su utilidad y necesidad frente a la calidad de aire que respiramos.

Por esta razón se ha realizado una búsqueda de un método de regeneración de catalizadores mediante la utilización de vapor de agua saturada, que se puede obtener con la ayuda de un generador de vapor o caldero industrial.

II. REGENERACIÓN DE CATALIZADORES.

El catalizador tiene como misión disminuir los elementos polucionantes contenidos en los gases de escape de un vehículo mediante la técnica de la catálisis. Se trata de un dispositivo instalado en el tubo de escape, cerca del motor, ya que ahí los gases mantienen una temperatura elevada.

Esta energía calorífica pasa al catalizador y eleva su propia temperatura, circunstancia indispensable para

propia temperatura, circunstancia indispensable para que este dispositivo tenga un óptimo rendimiento, que se alcanza entre los 400 y 700 grados centígrados.

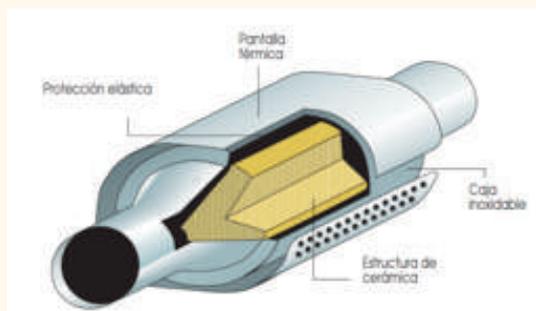


Figura 2. Catalizador

En la Figura 2 se observa un catalizador que es un recipiente de acero inoxidable, provisto de una carcasa-pantalla metálica antitérmica, inoxidable, que protege los bajos del vehículo de las altas temperaturas alcanzadas. En su interior contiene un soporte cerámico o monolito, de forma oval o cilíndrica, con una estructura de múltiples celdillas en forma de panel, con una densidad de éstas de aproximadamente 450 celdillas por cada pulgada cuadrada (unas 70 por centímetro cuadrado).

Su superficie se encuentra impregnada con una resina que contiene elementos nobles metálicos, tales como Platino (Pt) y Paladio (Pd), que permiten la función de oxidación y Rodio (Rh), que interviene en la reducción. Estos metales preciosos actúan como elementos activos catalizadores; es decir, inician y aceleran las reacciones químicas entre otras sustancias con las cuales entran en contacto, sin participar ellos mismos en estas reacciones. Los gases de escape contaminantes generados por el motor, al entrar en contacto con la superficie activa del catalizador son transformados parcialmente en elementos inocuos no polucionantes.

Existen unos enlaces de carácter químico que unen las moléculas de los gases contaminantes con los grupos activos de las superficies internas del catalizador, la energía de estos enlaces representa la energía química de los grupos orgánicos sobre la superficie de cordierita, que es un silicato de aluminio y magnesio que se caracteriza por la alta polaridad de las superficies, propiedad que se manifiesta en la energía de absorción, en este caso las moléculas orgánicas entre las que se distinguen hidrocarburos tanto parafínicos como aromáticos, la energía varía entre 500 [Ergios/cm²] y 1000 [Ergios/cm²] que son típicas de la absorción química, por lo tanto es un elemento que puede absorber vapor de agua para limpiarse.

La regeneración o limpieza del catalizador consiste fundamentalmente en la ruptura de los enlaces lo cual se logra mediante la introducción en el sistema de un adsorbalo (sustancia capaz de efectuar succión), que con el absorbente (sustancia capaz de efectuar absorción) forman enlaces de mayor energía, y de esta manera se consigue el desplazamiento del adsorbalo original.

Para limpiar el catalizador se debe eliminar las impurezas que bloquean los lugares activos del catalizador,

las gasolinas extra y súper no contienen plomo, en consecuencia, la desactivación se debe a la contaminación causada por el carbón generado por la combustión deficiente de la gasolina.

Entre los agentes naturales, el agua por ser un líquido altamente polar se absorbe sobre las superficies de sólidos polares formando enlaces químicos de mayor energía que la de todos los hidrocarburos que son apolares (tienen bajísima polaridad). La energía de absorción del agua (vapor) sobre la superficie de los silicatos oscila alrededor de 1000 [Ergios/cm²], típico de la absorción química, en cambio la energía de absorción de hidrocarburos sobre las superficies de los silicatos oscila alrededor de 350 [Ergios/cm²].

Entonces por ser la magnitud de la entalpía de absorción del agua (vapor) sobre la superficie del silicato mayor que la absorción de hidrocarburos sobre las superficies de los silicatos, se determina que el agua vapor desplaza de las superficies del silicato a las moléculas de los hidrocarburos dejando a los grupos activos del catalizador libres para catalizar la destrucción de los residuos de hidrocarburos que no han sido combustionados.

Razones por las que el procedimiento adoptado para limpiar el catalizador del convertidor catalítico consiste en hacer pasar a través del mismo vapor de agua saturado a presión y temperatura, que por las propiedades físicas que quedan explicadas desplazan el material carbonoso de la superficie del catalizador sin alterar las características fisicoquímicas del mismo.

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PRUEBAS

Para la ejecución de las pruebas se utilizó un vehículo Chevrolet Vitará 3P T/M, en el que se instaló los catalizadores de seis vehículos con la finalidad de realizar la toma de los niveles de contaminación antes y después de la regeneración con la ayuda del analizador de gases infrarrojo de la marca RAG GAS CHECK aplicando la norma INEN NTE 2203:99. La Figura 4 muestra el catalizador del vehículo de pruebas



Figura 3. Catalizador de vehículo Chevrolet Vitará 3P

Los datos recopilados permitieron observar el porcentaje de regeneración que se logró después de la limpieza de los catalizadores. A continuación tenemos los valores que se obtuvieron en las pruebas realizadas a los 6 catalizadores

Tabla 1. Concentración de CO

| Vehículo | | Gases de Escape (%) | | Valor Permitido |
|------------------------|-----|------------------------|--------------------|-----------------|
| | | Convertidor Envenenado | Convertidor Limpio | |
| | | CO | CO | |
| Marca | Nro | | | NORMA |
| Volkswagen Golf | 1 | 4.00 | 0.201 | 3.5 |
| Ford Ranger | 2 | 3.96 | 0.350 | 3.5 |
| Mazda | 3 | 3.80 | 0.432 | 2.00 |
| Volkswagen Gol | 4 | 4.44 | 0.801 | 2.00 |
| Chevrolet Corsa | 5 | 3.67 | 0.707 | 2.00 |
| Chevrolet Grand Vitara | 6 | 0.121 | 0.05 | 3.50 |

Tabla 2. Concentración PPM de HC

| Vehículo | | Gases de Escape | | Valor Permitido |
|------------------------|-----|------------------------|--------------------|-----------------|
| | | Convertidor Envenenado | Convertidor Limpio | |
| | | ppm HC | ppm HC | |
| Marca | Nro | | | NORMA |
| Volkswagen Golf | 1 | 278 | 53 | 450 |
| Ford Ranger | 2 | 285 | 81 | 450 |
| Mazda | 3 | 300 | 89 | 200 |
| Volkswagen Gol | 4 | 295 | 99 | 200 |
| Chevrolet Corsa | 5 | 266 | 100 | 200 |
| Chevrolet Grand Vitara | 6 | 45 | 25 | 200 |

La figura 4 y figura 5 muestran de manera gráfica la comparación del CO, y de las PPM para los seis catalizadores usados en las pruebas, lo cual demuestra una alta eficiencia del proceso de limpieza.

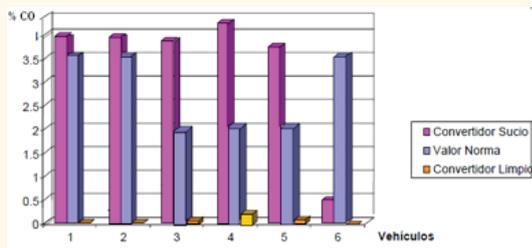


Figura 5. Comparación de CO

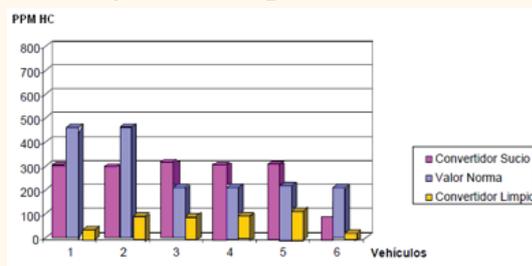


Figura 6. Comparación PPM de HC

IV. CONCLUSIONES

- La regeneración de catalizadores por vapor de agua saturado es factible para realizar mantenimientos en vehículos a gasolina.
- Se logra una eficiencia promedio del 88.5% de regeneración de monóxido de carbono (CO) en los catalizadores de autos a gasolina.
- Se logra obtener un promedio de 87% de eficiencia de regeneración de hidrocarburos no

combustionados (HC) en los catalizadores de automotores a gasolina.

- Con la investigación del método de limpieza de catalizadores por medio de vapor de agua saturado, se genera un beneficio ecológico con su utilización ya que se tiene una alternativa de bajo costo, permitiendo que los propietarios de autos puedan limpiar los catalizadores en vez de retirarlos, aportando notoriamente al mejoramiento de la calidad del aire que respiramos.

V. RECOMENDACIONES

- Utilizar el equipo de protección personal para realizar el proceso de limpieza, debido que se trabaja con sistemas de vapor a alta presión y temperatura
- Realizar un mantenimiento periódico del motor con la finalidad de reducir los agentes contaminantes, preservar la vida del catalizador y cuidar el aire que respiramos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso P, Técnicas del Automóvil: Inyección de gasolina y dispositivos anticontaminantes, 1996, 1era Edición Editorial CEAC

Jovaj, M, Tecnología del Automóvil, 2000, 2da Edición, Editorial CEAC

Martín P, Inyección electrónica en motores a gasolina, 2002, 5ta Edición, Editorial MCGraw-Hill

Molina S, Influencia de los parámetros de inyección y la recirculación de gases de escape sobre el proceso de combustión, Tesis, 2003.