

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE MÉXICO CAMPUS HISPANO



CONVERTIDOS CATALÍTICO ECOLÓGICO

Autores:

- Castro Carpio Alexia
- Mendoza Sarmiento Dara Abigail
- Prado González Andrea Libier
- Rojas Aldana Alexa Michelle

Asesor

- M en IBQ Yessica Isabel González Soto

Clave del proyecto: CIN2017A50274

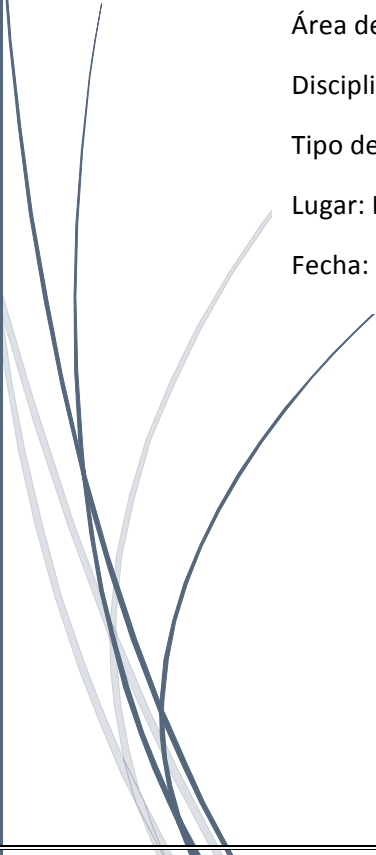
Área del conocimiento: Áreas de convergencia

Disciplina: Medio Ambiente

Tipo de investigación: Experimental

Lugar: Laboratorio de química

Fecha: noviembre 2016- febrero 2017



Contenido

RESUMEN EJECUTIVO.....	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCIÓN.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVOS	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
ANTECEDENTES	6
HIPÓTESIS	12
JUSTIFICACIÓN	12
METODOLOGÍA.....	13
RESULTADOS	14
CONCLUSIONES.....	14
NUEVAS PROPUESTAS	15
BIBLIOGRAFIA.....	16

RESUMEN EJECUTIVO

Los hidrocarburos y el monóxido de carbono antes de ser expulsados por el escape, son convertidos en dióxido de carbono y vapor de agua. Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son disociados en Nitrógeno molecular (N₂), principal constituyente de aire atmosférico, y oxígeno O₂. Para que estas reacciones de disociación se produzcan ha de estar el catalizador a una temperatura de 500 ° C.

En la combustión que se produce en un motor se generan gases, algunos nocivos y otros no. Nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua no son perjudiciales directamente para las personas.

Los gases nocivos dependen de la composición de la mezcla, es decir, del factor lambda. Si el funcionamiento es con mezcla rica (excesivo combustible en relación con la cantidad de aire) aparecen hidrocarburos sin quemar. Si es con mezcla pobre (poco combustible) se generan óxidos de nitrógeno. Para que estos gases nocivos se reduzcan al mínimo hay varios procedimientos. Una es intentar que la relación entre la masa de aire que ingresa al cilindro sea aproximadamente 14,7 veces la masa de combustible, es decir, que por cada parte de combustible ingresen 14,7 partes de aire, esta relación se obtiene por estequiométrica, y coincide con el factor lambda igual a 1.

De todas formas, debido a la imposibilidad de controlar totalmente el proceso de la combustión, se siguen generando gases nocivos. Para reducirlo (hasta un 75%) existe el **catalizador**. Éste se ubica muy cerca del colector de escape (para que los gases tengan al menos unos 500 °C).

El objetivo de cualquier convertidor es reducir las emisiones dañinas del escape de combustión de un motor “debidamente afinado”. Logra esto por medio de una combinación de calor y metales preciosos que hace que las emisiones dañinas se oxiden o se reduzcan a elementos seguros en el sistema de escape. Si el vehículo está desafinado y no calibrado a las especificaciones de equipo original, la eficiencia del convertidor puede disminuir considerablemente y puede dañar al convertidor. El metal precioso que funciona como catalizador es impregnado a una cerámica extruida tipo panel. La cerámica tiene cientos de canales de flujo que permiten que los gases de

escape entren en contacto con la máxima superficie posible en donde la reacción catalítica toma lugar. El catalizador debe tener contacto directo con los gases de escape para que la reacción se lleve a cabo. Si la cerámica interior de su convertidor llega a taparse o cubrirse de carbón, aceite, entonces la eficiencia del convertidor se reduce considerablemente. Existen básicamente tres tipos de convertidores catalíticos: Tow-Way, Three-Way y Three-Way + Air (DosVías, Tres-Vías y Tres-Vías + Aire). Cada tipo usa métodos y químicos ligeramente diferentes para reducir los elementos dañinos de la emisión de escape. Los modelos iniciales usaban una piedra catalítica granulada, pero los convertidores modernos están diseñados ahora con una cerámica de panel con flujo libre. El tipo de convertidor requerido en cada vehículo usan más de un tipo de convertidor para cumplir con los estándares de reducción de emisiones.

Podremos observar como nuestro convertidor catalítico funciona con la absorción de la cal sodada que es una mezcla de óxido de calcio e hidróxido de sodio que se emplea como agente absorbente de dióxido de carbono (CO_2) haciendo un proceso químico no físico, ya que al anhídrido carbónico (gas incoloro y con olor irritante) se une al agua para formar ácido carbónico y este reacciona con los hidróxidos para formar carbonato sódico y agua para que de esta manera no contamine

Se utilizará hielo seco (dióxido de carbono en estado sólido) ya que es no tóxico y tiene propiedades que nos ayudarán a realizar una mejor comprobación. Su temperatura es de -78.5° , es fácil de transportar además de que evita oxidaciones y no genera residuos.

RESUMEN

Se fabricó un catalizador que disminuye los elementos contaminantes contenidos en los gases de escape de un vehículo, este catalizador está elaborado a base de cal sodada, la cual, es una sustancia la cual absorbe el CO_2 y lo transforma en O_2 , se empleó un indicador para observar el cambio durante la transformación y se me midió el grado de efectividad del catalizador.

Palabras clave: catalizador, cal sodada, convertidos

ABSTRACT

A catalyst was produced which reduces the pollutants contained in the exhaust gases of a vehicle, this catalyst is made from soda lime, which is a substance which absorbs CO_2 and transforms it into O_2 , an indicator was used To observe the change during the transformation and I was measured the effectiveness of the catalyst.

Keywords: catalyst, soda lime, converted

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existen autos con motores de combustión interna, los cuales producen emisiones de partículas contaminantes en forma de monóxido de carbono a través del escape ya que es un gas sin olor y color, pero muy peligroso pudiendo causar súbitamente una enfermedad o incluso la muerte.

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 calórica pasa al catalizador y eleva su propia temperatura, circunstancia indispensable para que este dispositivo tenga un óptimo rendimiento, que se alcanza entre los 400 y 700 grados centígrados.

En este trabajo fabricaremos un convertidor catalítico que disminuya la emisión de contaminantes.

Será elaborado con cal sodada, ya que, es una sustancia la cual absorbe el CO₂ evitando que se siga generando a mayor grado la contaminación en el medio ambiente y por consecuencia habrá un mejoramiento significativo en nuestra calidad de vida; así mismo se comprobará que esta experimentación tendrá un porcentaje mayor de eficacia a comparación de los catalizadores comerciales.

Lo que queremos demostrar es que interfiriendo en el mayor factor contaminante que hay en la actualidad podemos lograr grandes avances tanto ecológicamente al igual que generar una gran ayuda para nuestra salud y la de generaciones futuras.

OBJETIVOS

Fabricar un convertidor catalítico ecológico, empleando cal sodada, cuyo rendimiento sea comparable con los convertidores comerciales.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

ANTECEDENTES

La contaminación proveniente de los motores de combustión interna es una de las que más contribuye perjudicialmente en la calidad del aire. Siendo de particular importancia en aquellas ciudades con alta concentración de vehículos en áreas pequeñas. La concentración de contaminantes se incrementa debido a las reacciones fotoquímicas, ya que en presencia de la luz solar se produce la interacción de los productos de gases de escape con el oxígeno.

Los cielos despejados conducen a la formación de capas de inversión desde la tarde a las primeras horas de la mañana. Es por esto que durante esas horas la contaminación tiene lugar en la capa superficial de la atmósfera, alcanzando concentraciones críticas, contribuyendo a problemas globales de polución del aire, como smog, lluvia ácida, agotamiento de la capa de ozono y calentamiento global, ya que tienen el potencial de cambiar la atmósfera superior. Los vehículos automotores de combustión interna producen, en general, tres tipos de emisiones de gases contaminantes: a) emisiones evaporativas y b) emisiones por el tubo de escape, así como c) emisiones de partículas por el desgaste tanto de los frenos como de las llantas.

El convertidor catalítico ha sido considerado como un dispositivo eficiente para el tratamiento de los gases de combustión, ya que reduce las emisiones contaminantes de monóxido de carbono (CO) en dióxido de carbono (CO₂), hidrocarburos no quemados (HC) en vapor de agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂); así como óxidos de nitrógenos (NO_x) en nitrógeno (N₂), dichos gases pueden ser transformados de compuestos tóxicos a otros menos dañinos a la salud.

Una de las aplicaciones que ha tenido mayor relevancia es para reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, desde hace poco tiempo, se incorpora el convertidor catalítico al tubo de escape de los automóviles. Se trata de un ejemplo de catálisis heterogénea, donde un sólido que recubre los canales de un panel-soporte de cerámica o acero inoxidable cataliza una reacción entre gases. De no utilizarse el convertidor catalítico, la emisión de agentes tóxicos a la atmósfera sería mayor que si se empleara gasolina con plomo.

El término catálisis agrupa el conjunto de procedimientos y conocimientos que permiten que la velocidad con la que transcurre una reacción se incremente in- situ. Bajo tal condición la catálisis es una rama de la cinética química. La cinética química se ocupa del estudio dinámico de las reacciones químicas tomando en cuenta el mecanismo en el nivel molecular de tales transformaciones. El concepto de velocidad de reacción traduce la rapidez con la que en un sistema se produce una transformación química. La reacción química global se lleva a cabo a través de etapas las cuales en su conjunto constituyen el mecanismo de reacción. La velocidad se define en términos de parámetros que pueden ser medidos durante la transformación; así, se puede definir como la variación de la concentración de uno de los reactivos que desaparece, o de uno de los productos que aparece, en el sistema respecto al tiempo. La catálisis es un proceso catalítico superficial, las reacciones ocurren repentinamente por una secuencia de pasos elementales que incluyen adsorción, difusión superficial, rearrreglos químicos (rompimiento de enlace, formación de enlace, rearrreglo molecular) de los intermediarios reaccionantes adsorbidos y de la desorción de los productos.

De esta forma se puede definir a un catalizador como una sustancia que incrementa la velocidad de reacción sin ser apreciablemente consumida en el proceso, un catalizador puede sufrir cambios específicos en su estructura y composición como parte del mecanismo de su participación en la reacción. La palabra catálisis proviene de dos palabras griegas: el prefijo “cata” que significa hacia abajo y el verbo “lisien” que significa partir o romper, pero los fenómenos catalíticos son conocidos por la humanidad desde hace mucho tiempo.

La definición de catálisis implica la posición en el equilibrio logrado con la presencia de un catalizador, es la misma a la que se llegaría si la reacción no fuera catalizada, el catalizador únicamente aumentaría la velocidad de la transformación, pero no modifica las variables termodinámicas, por lo que el valor de la constante de equilibrio es independiente de cualquier fenómeno catalítico. La especial característica de las reacciones catalíticas es que en los centros activos (moléculas reactantes), son reproducidas en una secuencia de pasos “elementales” a través de los cuales los reactantes son convertidos en productos; esto significa que los mismos centros activos,

los cuales son fijados sobre el catalizador, permanentemente gobiernan los eventos de las transformaciones de los reactantes.

W. Ostwald fue el primero en señalar que la presencia de un catalizador en el sistema de reacción se limita a modificar la velocidad de la transformación. El catalizador no se considera ni reactivo ni producto en la reacción.

El convertidor catalítico, ha demostrado el mejor resultado en términos de funcionalidad, costo y confiabilidad a largo plazo para reducir el nivel de contaminantes contenidos en los gases de escape de automotores. Un catalizador es un material que acelera una reacción química, pero sin entrar en la reacción ni ser consumido en ella, muchos materiales pueden actuar como catalizadores dependiendo de la reacción química involucrada. La mayoría de los convertidores catalíticos que se producen actualmente para los vehículos son del tipo de metales nobles, es decir, los que utilizan platino y paladio.

El término convertidor catalítico designa genéricamente a un reactor metálico instalado en el sistema de escape que depura los gases que salen por el tubo de escape, transformando gran parte de las emisiones nocivas en otras menos contaminantes antes de dejarlas libres en la atmósfera. Este reactor de acero inoxidable contiene en su interior al catalizador, el cual está constituido por una colmena cerámica impregnada con sustancias activas.

En la presente experimentación de nuestro convertidor catalítico utilizaremos una sustancia como la cal sodada la cual es normalmente utilizada en anestesias generales de circuito cerrado y flujo bajo gases, ya que, es una técnica inhalatoria que es aplicada a los pacientes en hospitales, funcionando así junto al vapor de agua emitido por el paciente y la temperatura de los gases exhalados, sumando el calor de la reacción exotérmica y la producción de agua de la reacción entre la cal sodada y el CO_2 , resultando una mejor atmósfera traqueo bronquial y una reducción de la pérdida de calor. Esta sustancia es de consistencia solida granulosa con un tamaño aproximado de 3mm que vista a detalle tiene estructura porosa con un color blanco amarillento; para que se lleve a cabo la evaluación de duración de la sustancia se agregara un

compuesto llamado metil violeta que es un colorante triarilmetano básico y contiene un grupo amina secundario.

La cal sodada es una mezcla de óxido de calcio e hidróxido de sodio que se emplea como agente absorbente de dióxido de carbono (CO_2). Puede prepararse mezclando cal viva (CaO) con una solución de hidróxido de sodio (NaOH), y en seguida secando por calentamiento hasta evaporación. A la cal sodada apropiada para uso médico o para buceo se le añade un indicador de pH que cambia de color al agotarse la capacidad de absorción de CO_2 .

Se ha usado de forma generalizada incorporada a los filtros de aire de espiración empleados por los buceadores con escanfandra autónoma de respiración de oxígeno. De ésta forma, se filtra el aire espirado de los pulmones, haciéndolo pasar por el filtro de cal sodada, el cual retiene dióxido de carbono, completando el circuito cerrado de respiración.

Cuando su pH es mayor a 3 su solubilidad se mantiene constante y en agua es mayor a 0.1%, este colorante se escogió por varias razones:

- a) Su área es fácil de calcular gracias a que su estructura es simétrica, esto nos ayuda al momento de determinar la superficie de adsorción.
- b) Cada molécula de metil-violeta es suficientemente pequeña para caber en las porosidades de la cal sodada.
- c) Es una molécula plana, por lo que se adhiere por completo a la superficie total de la cal sin dejar espacios desperdiciados.

Su cantidad de material adsorbido está en proporción directa a la temperatura y la concentración de adsorbato. Si la temperatura se mantiene constante durante toda la experimentación, entonces se podrá expresar el grado de adsorción en proporción a la concentración de CO_2 , esto es conocido como una isoterma de adsorción.

De igual manera encontramos una manera de producir un compuesto similar a la cal sodada que genere las mismas funciones; se utilizó el glicerol pues se obtiene como subproducto de la producción de biodiesel, lo que aumenta su disponibilidad mundial con el paso de los años, dando un primer incentivo a su uso industrial. Adicionalmente.

El glicerol puro es un combustible pobre y no puede ser quemado directamente en motores de combustión interna.

Mediante análisis termodinámico también es posible estudiar el efecto adsorbente de CO₂ cuya adsorción desplaza el equilibrio hacia los productos.

Encontramos una manera sencilla de obtener el CO₂ necesario para llevar a cabo la experimentación y es por medio del hielo seco se trata de CO₂ es de estado sólido, y se llama “seco” porque pasa por el proceso de sublimación, o sea, de sólido a gaseoso sin pasar por la fase líquida, se encuentra a una temperatura de - 78 ° C en promedio. Esta temperatura puede provocar quemaduras y ulceraciones, entonces cuando se manipula, es recomendable usar guantes y nunca tocar el hielo seco con las manos mojadas o húmedas porque al instante el agua se congela y se queda atascada en la mano.

Al ser un producto con probabilidad de ser peligroso en su mal uso, se toma las siguientes precauciones:

a) MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

Medidas de primeros auxilios tras una inhalación	Llevar a la víctima hacia una zona no contaminada utilizando equipo de respiración autónomo. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al médico. Aplicar respiración artificial si la respiración se detiene. Medidas de primeros auxilios tras el contacto con la piel:
En caso de contacto	inmediatamente lavar los ojos o la piel con abundante agua durante al menos 15 minutos mientras se quita la ropa y los zapatos contaminados
Medidas de primeros auxilios tras un contacto con los ojos	Lavar inmediatamente los ojos con agua durante, al menos, 15 minutos. Mantenga los párpados separados del ojo para asegurar que toda la superficie ocular ha sido lavada completamente.

	Consultar inmediatamente a un oftalmólogo. Consultar a un médico inmediatamente.
Medidas de primeros auxilios tras una ingestión	La ingestión no se considera una vía potencial de exposición.
Precauciones para una manipulación segura	Evitar los materiales incompatibles con el uso criogénico; algunos metales tales como acero al carbono pueden fracturarse fácilmente a baja temperatura. El vapor puede causar rápida asfixia debido a la deficiencia de oxígeno. Nunca permita que las partes no protegidas de su cuerpo para tocar el dióxido de carbono sólido o tocar tuberías sin aislar o cilindros que contienen dióxido de carbono sólido o líquido o gas de dióxido de carbono en frío. No sólo se puede sufrir congelación, su piel puede adherirse rápida a las superficies frías. Utilice pinzas o guantes aislantes al manejar el dióxido de carbono sólido u objetos en contacto dióxido de carbono en frío en cualquier forma.
Medidas generales	Usar ropa protectora. USAR Guantes Aislantes del frío / Pantalla faciales / Protección para los ojos. químico asfixiante. La Exposición de una concentración baja por periodos largos de tiempo pueden generarse mareos o inconsciencia y pueden Llevar a la Muerte.

De igual manera se debe tener presente la siguiente información

b) PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico	Sólido
---------------	--------

Apariencia	Opaco sólido cristalino blanco
Masa molecular	44 g/mol
Color	blanco
Olor	Sin olor que advierta de sus propiedades.
Umbral olfativo	No hay datos disponibles
pH	3.7 (ácido carbónico)
Grado relativo de evaporación (acetato de butilo=1)	No hay datos disponibles
Grado relativo de evaporación (éter=1)	No es aplicable
Punto de fusión	-78.5 °C
Punto de solidificación	No hay datos disponibles
Punto de ebullición	-78.4 °C
Punto de inflamación	No es aplicable.
Temperatura crítica	30 °C
Temperatura de auto-ignición	Inaplicable.
Temperatura de descomposición	No hay datos disponibles

HIPOTESIS

Si utilizamos una sustancia como la cal sodada junto con otra fabricada por nosotros que en efecto pueda cumplir con la función de absorber las partículas contaminantes, entonces podremos crear un catalizador no contaminante de alta eficacia.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que los automóviles con combustión interna contaminan con sus emisiones de partículas tóxicas para nosotros y el medio ambiente, nuestro proyecto se encargará de

reducirlas por medio de una sustancia que las absorberá evitando así que estas se dispersen

METODOLOGÍA

La investigación se dio a cabo por medio de libros para determinar lo que es un catalizador, se obtuvo información de los materiales por medio de personas que tiene experiencia en la química, explicándonos así las funciones de cada uno de los componentes que son presentados en esta experimentación de igual manera también se investigó a profundidad los métodos de seguridad para poder trabajar en este caso el material con probabilidad de ser peligroso por su mal uso que es el hielo seco para tomarse las respectivas precauciones.

Se hará uso de la ya mencionada anteriormente cal sodada, junto con otra cal producida por nosotros de glicerol y yeso que cumple con las mismas propiedades que la comercial y ya industrializada consistiendo ambas en la absorción del dióxido de carbono y de esta forma nuestro convertidor pueda funcionar con calor, vapor, hasta ser líquida.

La función de la cal sodada es la de absorber las partículas contaminantes, la cual nuestros indicadores serán:

El etil violeta es el indicador de pH que se añade tanto a la cal sodada como al baralyme para permitir la valoración de la integridad funcional absorbente, lo hace así cambiando de incoloro a un color violeta, cuando el Ph del absorbedor disminuye como resultado de la absorción del anhídrido carbónico.

Por lo contrario en la cal fabricada de forma casera; se tuvo que mezclar perfectamente el glicerol con el yeso blanco obteniendo una mezcla totalmente homogénea para así colocarla en un recipiente de metal especial que aguantara altas temperaturas, se introdujo la mezcla dentro de un horno a 70°C para que la mezcla estuviera en cocción constante durante 1 hora y media, se dejó reposar durante una semana para que tomara aspecto sólido; después se machacó en un mortero para obtener polvo fino de

esta cal y así seguir el mismo procedimiento que con la cal industrializada colocándole el metil-violeta y ponerlo en función con CO_2 del hielo seco.

La experimentación se hizo tomando en cuenta las precauciones anteriormente entabladas para mejor resultado y evitar cualquier tipo de accidente portando el equipamiento necesario.

Se utilizaron cantidades exactas de los materiales anteriormente mencionados para obtener resultados de manera equitativa en ambos casos propuestos y poder lograr identificar la diferencia de reacciones en cada uno de ellos y así poder sacar una conclusión certera de lo experimentado.

RESULTADOS

Nuestro convertidor catalítico funciona con la absorción de la cal sodada para disminuir las cantidades CO_2 haciendo un proceso químico no físico, por el cual al anhídrido carbónico se une al agua para formar ácido carbónico y este reacciona con los hidróxidos para formar carbonato sódico.

En este caso es demostrado con tabletas de hielo seco junto con el indicador de metil-violeta para darnos cuenta en qué momento se debe hacer cambio a una nueva cantidad de cal sodada, al mismo tiempo definiendo si la cal producida por nosotros con glicerol y yeso es más duradera que la comercial para así poder cumplir con el objetivo inicial que es demostrar que nuestro catalizador es económico y eficaz para un medio tanto social como ambiental

CONCLUSIONES

Se logró dar a conocer lo que es la catálisis, así como los tipos de catalizadores existentes indicando sus aplicaciones, dentro de las cuales se encuentra en los convertidores catalíticos empleados en los motores automotrices. Se elaboró un

convertidor catalítico, que lleva a cabo una oxidación o reducción de los productos obtenidos de la combustión de hidrocarburos.

NUEVAS PROPUESTAS

Este catalizador podría ser benéfico para generaciones futuras evitan la disipación de gases toxico generados por automóviles y que estos a su vez agravan el problema de contaminación que vivimos actualmente, comprobamos que se puede hacer algo por el medio ambiente a largo y corto plazo, en este caso atacaríamos uno de sus principales factores garantizando así un ambiente libre por lo menos en un 90% de este componente llamado CO₂ causante también de varias enfermedades tanto respiratorias como cancerígenas se sabe que ataca directamente los conductos respiratorios provocando asfixia incluso la muerte porque es propagado por medios aeróbicos por lo que esto quiere decir que estamos inhalándolo constantemente sin tener consciencia del daño que nos está provocando todos estos gases expulsados, entonces, proponemos que existan convertidores catalíticos realizados con la cal sodada, ya que si bien es cierto que ya existen convertidores, también es cierto que hechos ellos con cal sodada se reduciría el precio de los mismos debido a los materiales propuestos con anterioridad.

También ayudaría socialmente en un ámbito económico puesto que conseguir los materiales para llevar acabo la experimentación no son costosos por lo que este producto seria de un bajo costo para no afectar las posibilidades de la población, ya que son millones las personas que tiene automóviles por lo menos uno por cada familia pues está considerado como un lujo o en algunas ocasiones en verdad es usado para facilitarnos el movimiento en las ciudades; también pensamos en aquellos automóviles viejos o en el caso del Estado de México transportes públicos como camiones que expulsan enormes cantidades de CO₂ junto con otros contaminantes para reducirlo y tener una calidad de vida mucho mejor y disminuir tasas de mortalidad temprana por estos factores de la contaminación.

El conocer las alternativas que se tienen para reducir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera por este tipo de dispositivo es de gran importancia,

conocer cómo funcionan ayuda a identificar su funcionalidad y además cuando requiere tener un mantenimiento

Se proponer continuar con estudios en los convertidores catalíticos para encontrar mejores catalizadores que ayuden a disminuir la contaminación originada por las fuentes contaminantes que utilizan hidrocarburos como combustibles. Además de probar con otras fuentes contaminantes.

BIBLIOGRAFIA

Aguayo, Pérez Javier. preparación y caracterización de catalizadores.

Aguilar, Ríos Gabriel. Fundamentos de catálisis heterogénea. Series científicas IMP, 1988.

E.D.Gamas, L. Díaz e I. Schifter. metodos de evaluacion de convertidores cataliticos. Gerencia de Transformación de Energéticos, SPA, Instituto Mexicano del Petróleo. .

E.D. Gamas (1), G.A. Fuentes (2) e I. Schifter (1). Estudios de la influencia del azufre sobre la actividad de convertidores de tres vias. (1) Gerencia de Transformación de Energéticos, SPA, Instituto Mexicano del Petróleo.

Fuentes S., Díaz G. catalizadores. ¿la piedra filosofal del siglo xx?. Impresora Progreso. México, 1995.

Gasolina y diesel de bajo azufre. La clave para disminuir las emisiones vehiculares versión final en español, 21 de mayo de 2003. El Colegio Nacional, México, 1966.

G. Quadri y L. Sánchez. la zona metropolitana y la contaminación atmosférica. Limusa-Noriega Editores, México, 1992.

L. García Colín y J.R. Varela Ham (compiladores). contaminación atmosférica.

Los vehículos automotores como fuente de emisión.
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/618/vehiculos.pdf>

Nerea Burgos, María Paulis y Mario Montes. dispositivos catalíticos sobre monolitos metálicos. Grupo de Ingeniería Química, Departamento de Química Aplicada, Facultad de Química de San Sebastián. Universidad del País Vasco, Paseo M. Lardizábal, 3; 20018.

N. Burgos. Eliminación de compuestos orgánicos volátiles (cov's) con monolitos metálicos. Tesis Doctoral, UPV-EHU, 2001.

Oh, S.H. y Cavendish, J.C. (1985) "Mathematical modeling of catalytic converted lighthoff. Part II: Model BIBLIOGRAFIA 36

Programa integral contra la contaminación atmosférica en la zona metropolitana de la ciudad de México. Departamento del Distrito Federal, octubre de 1990.

Satterfield, Charles. Heterogeneous catalysis in industrial practice. Editorial Mc Graw-Hill. México, 1991.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Norma oficial mexicana NOM-041-ECOL-1999.

S. P. Beaton, G. Bishop y D. Stedman. Emission characteristics of Mexico city vehicles. Journal of Air Waste Management Assoc., Vol. 42, 1992.

T. Fleish. New clean diesel fuel and engine technology. Colaboración presentada en la 1996 World Conference on Refinery Processing & Reformulated Fuels, Texas, EUA.