

**ELIMINACION DE NO<sub>x</sub> EN UNA SUPERFICIE DE METAL PLATINADO.**

Juan Manuel Aceves Hernández y Alfonso Montoya Medina

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.

Departamento de Química, Apdo. postal 14-740

México 14, D.F.

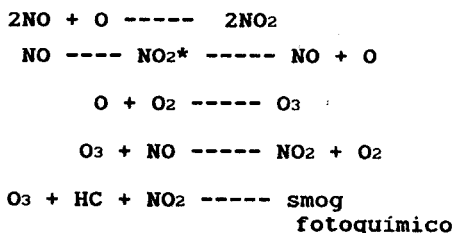
**RESUMEN**

Los óxidos de nitrógeno son compuestos contaminantes del aire con un poder tóxico muy elevado, por ejemplo, el NO<sub>2</sub> puede causar la muerte en concentraciones mayores de 200 ppm en tiempos de exposición relativamente cortos, además de participar en la reacción de producción de ozono en el ambiente.

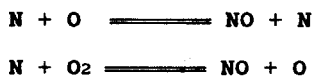
En este trabajo, se propone un método de eliminación de NO<sub>x</sub> utilizando un catalizador de platino soportado en alúmina, con el objeto de reducir el NO<sub>x</sub> a N<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, con una eficiencia del 95%. El método de determinación del NO<sub>x</sub> es colorimétrico.

**INTRODUCCION**

Los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) generalmente expresados como NO Y NO<sub>2</sub> son contaminantes poderosos debido a sus propiedades tóxicas, que causan al ser humano irritación en las fosas nasales y ojos. A concentraciones mayores de 200 ppm son mortales. Estos óxidos son precursores o participan en la formación de otros contaminantes como el ozono, nitrato de peroxiacilo y compuestos relacionados por reacciones fotoquímicas que son el principal componentes del smog fotoquímico siendo las reacciones principales [1],[3]:



El NO<sub>x</sub> se forma por fijación térmica a altas temperaturas, con un exceso de aire, por la reacción:



Las fuentes principales de emisiones de NO<sub>x</sub> son, las industrias que tienen en su infraestructura equipos como: Boilers quemadores, hornos de combustible, además de aquellas industrias que recuperan metales por medio de ácidos inorgánicos como el nítrico y el sulfúrico.

La eliminación de este contaminante ha venido estudiando en los últimos años debido a que las instituciones de gobierno encargadas del medio ambiente han restringido la concentración de emisiones de estos, principalmente en las fuentes estacionarias.

Los principales métodos de eliminación de NO<sub>x</sub>, dominados por las técnicas Japonesas [2], son los siguientes:

- El proceso CCIC-JECCO, reducción por sulfito de sodio, de NO<sub>x</sub> a N<sub>2</sub> con este proceso se logra eliminar una concentración de 3000 ppm a 50 ppm de NO<sub>x</sub>.

- El proceso Fujikasui, oxidación del NO a NO<sub>2</sub> con ClO<sub>2</sub> y se elimina el NO<sub>2</sub> con NaClO<sub>2</sub>, el 90% de NO<sub>x</sub> es eliminado.

- Proceso MON, el NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> es absorbido y oxidado con permanganato de sodio para formar, nitratos y sulfatos que son utilizados como fertilizantes, la eliminación del NO<sub>x</sub> es del 90%.

- Proceso Shinko, el NO<sub>x</sub> es lavado con NaOH para eliminar el 50% del NO<sub>x</sub> y luego es enviado a una torre empacada con alúmina, NaOH y NaCO<sub>3</sub> secos para eliminar el 95% del NO<sub>x</sub>.

- Proceso Sun Mec SV, El gas con alta concentración de NO<sub>x</sub>, es primeramente lavado con NaOH y posteriormente es oxidado, de 3000 ppm de NO<sub>x</sub> en un catalizador y formar HNO<sub>3</sub>, que subsecuentemente es lavado con NaOH. La reducción de NO<sub>x</sub> es de 200 ppm.

- Proceso Kyowa Kako, Los gases de escape son primeramente diluidos con NaOH y oxidados con peróxido de hidrógeno y lavados con sulfito alcalino. Este proceso elimina de 4000 a 50 ppm de NO<sub>x</sub>.

- Proceso Hishinaka, Industrias, El NO es oxidado a NO<sub>2</sub> en un catalizador de de carbon activado el cual se lava con NaOH para formar nitratos.

- Proceso Uv, En plantas de ácido nítrico donde la relación NO<sub>2</sub>/NO es ajustada a la unidad, los gases son diluidos primeramente con NaOH para formar nitratos. Este proceso reduce a 200 ppm el NO<sub>x</sub>. La reacción catalítica es; el tratamiento catalítico de un gas de NO<sub>x</sub>, tiene dos alternativas de proceso, descomposición catalítica del NO<sub>x</sub>, y reducción catalítica del NO. La descomposición del NO a sus elementos es termodinámicamente favorable para la reacción:

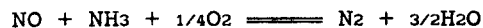


La reducción catalítica se realiza a temperaturas del orden de 1000 °F mezclando un agente como el CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub>,. El flujo de gas es transportado a una cámara catalítica con un catalizador de metales nobles como el Platino, Rodio, y Paladio; las reacciones químicas esperadas en la cámara son:



El tiempo de vida media del catalizador depende de las condiciones de trabajo de la cámara.

El proceso de eliminación de NO<sub>x</sub> con NH<sub>3</sub>, esta basado en la reacción en fase homogénea de reducción selectiva de NO por NH<sub>3</sub> en presencia de O<sub>2</sub>. El proceso, es simple, el mezclado de NO<sub>x</sub> con NH<sub>3</sub> en un flujo de gas, el parametro crítico es la condición del mezclado. En condiciones normales de laboratorio se determina una eliminación del 90% del NO<sub>x</sub>, en la práctica los datos reportan un rango del 45-60%. La cantidad de NH<sub>3</sub> que es mezclado con el NO<sub>x</sub> es relativamente pequeña, la razón másica es del orden de 0.0001, las reacciones químicas son representadas como sigue:



son reacciones que estan en competencia por lo que hay que encontrar el equilibrio adecuado.

### EXPERIMENTACION

El catalizador de platino se preparó de la forma clásica partiendo del ácido cloroplatinico por adsorción sobre alúmina y calcinado a 1200 °C en una atmósfera reductora de H<sub>2</sub>.

El equipo de laboratorio utilizado para la eliminación del NO<sub>x</sub> se muestra en el diagrama de bloques, de la figura # 1, todo el sistema fué diseñado en vidrio pyrex para evitar que el ataque de los gases nitrosos degraden otro tipo de materiales como los polimeros que contaminen el sistema.

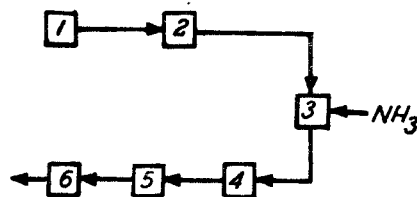


fig. # 1

El NO<sub>x</sub> es producido en (1) por la adición de HNO<sub>3</sub> en Cu metálico y los gases producidos, son transportados a una trampa de NaOH al 50%, (2), donde es eliminado el 50% del NO<sub>x</sub>, producido en (1), después de lo cual los gases son mezclados con pequeñas cantidades de NH<sub>3</sub> gas, en el reactor (3) para lograr una reacción homogénea de reducción de NO<sub>x</sub> a N<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O con lo que se logra un paso más en la eliminación de NO<sub>x</sub>, este flujo de gas es enviado al reactor catalítico (4) en el cual se encuentra el catalizador operando a 400 °C, el flujo de salida del reactor catalítico es pasado por una serie de trampas (5), (6), necesarias para su análisis por el método de Griess-Zaltzman [2]; que consiste de dos trampas, una de permanganato de potasio (5) y reactivo absorbente (6) para posteriormente ser analizados en un espectrofotómetro ultravioleta sp 800 Unicam.

## RESULTADOS

El catalizador utilizado para la eliminación del  $\text{NO}_x$ , es el catalizador tradicional de Platino soportado en alúmina  $\text{AlO}_3$ , el análisis de este catalizador reportó los siguientes resultados, el porcentaje de Platino en la muestra es de 0.38 en peso, y el área aproximada es de  $80 \text{ m}^2/\text{gm.}$ , en la figura # 2 se muestra una micrografía del catalizador, donde se observa, los componentes el soporte y el metal de Platino.



fig. # 2

El análisis de los gases de salida del sistema propuesto, reportó una concentración de  $\text{NO}_x$ , en partes por millón que en promedio da 10 ppm. Este método elimina el 97% de los gases nitrosos producidos por la solubilización del cobre con ácido nítrico. En la figura # 3 se muestra un patrón standard, de nitrato de sodio en líneas, continuas y con equivalentes en partes por millón de  $\text{NO}_x$  comparados con el promedio de los datos experimentales en esferas.

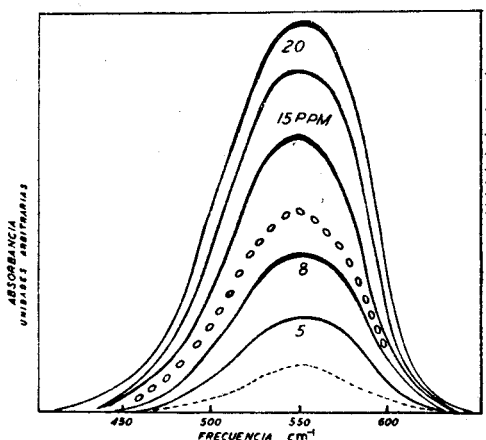


fig. # 3

## CONCLUSIONES

Los resultados preliminares presentados en este trabajo, han mostrado que el Platino posee propiedades catalíticas en los procesos de eliminación de óxidos nitrosos cuando estos gases son pasados a través de un lecho empacado de partículas de Platino soportadas sobre alúmina a alta temperatura. Es importante resaltar que la actividad catalítica del platino no disminuye con el uso, y que el soporte no influencia con sus propiedades deshidratantes al proceso cinético global. Dados estos argumentos se ha considerado que este proceso tiene posibilidades de ser instalado en plantas que tengan cierta disponibilidad de uso de amoníaco.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

1. D J Newmas in Kirk-Othmer encyclopedia of Chemical technology Vol. 15 ( Wiley--Interscience, New York, 1981) 853-871 pp.
2. James D. Wall, Hydrocarbon processing, Environmental management handbook for the hydrocarbon processing.
3. Lyon R. K., inter. J. Chem. kin Vol. 3, 1976, pp 315-318.
4. James, in comprehensive Inorganic Chemistry, Vol. 2, J.C, Bailar Jr. et al eds ( Pergamon - Press. Oxford, 1973 ) pp 323 - 334.
5. Feminore C.P., and Jones, G. W., J. Phys. Chem., Vol. 61, pp 654, (1957).
6. Bartok, W.; Crawford, A. R., and Skopp, A., Chem. Eng. Progress. vol 67 No 2, pp 64, (1971).
7. Stern et al., Chem. Rev., 60, pp. 185 - 207, (1960).