



## SISTEMA CATALITICO AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE. OPTIMIZACION DE LAS VARIABLES DE FUNCIONAMIENTO EN UN MOTOR DE EMBARCACIONES

**Ghione Ignacio**

*Instituto Nacional de Catálisis y Petroquímica (INCAPE)-FIQ-UNL  
Director: Ramiro Serra*

Área: Ingeniería

### INTRODUCCIÓN

Se conoce que los grandes daños a la atmósfera se deben fundamentalmente a la emisión de óxidos de nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub>), óxidos de carbono (CO, CO<sub>2</sub>), hidrocarburos (HCs) no quemados, y compuestos orgánicos volátiles, que provienen de centrales generadoras de energía, de la industria y el transporte [1]. En consecuencia, el control de la emisión de gases contaminantes es aún un problema ambiental que obliga a la industria en general y al estado nacional a focalizar la investigación en esta temática.

En este trabajo se propone optimizar las diferentes variables de funcionamiento de un sistema catalítico usado a la salida del escape de un motor de combustión de 4 tiempos de embarcaciones acuáticas. Actualmente estos catalizadores son empleados en sistemas móviles terrestres, pero no se emplean en sistemas acuáticos. Cabe señalar la importancia de tener en nuestra región que es tan extensa y con grandes masas de aguas en ríos, lagunas, arroyos, etc un sistema que minimice la contaminación ambiental en medios acuáticos.

En particular, se depositaran formulaciones activas basadas en metales y óxidos metálicos, previamente evaluadas, sobre sustratos estructurados de cordierita. Realizando medidas de actividad y estabilidad en condiciones reales de operación, para lo cual es necesario diseñar un sistema que acople la salida de los gases al sistema de detección para ir modificando las variables necesarias para el óptimo funcionamiento.

### OBJETIVOS

- Diseño y montaje del sistema de flujo que permite la captura de los gases de salida del motor 4 tiempos.
- Estudiar el funcionamiento óptimo de presión, temperatura, caudales gaseosos y la estabilidad del catalizador durante periodos prolongados de tiempo con el fin de determinar la capacidad de funcionamiento del mismo.
- Optimizar el sistema de detección de los gases antes y después de atravesar el lecho catalítico.

Título del proyecto:

Eliminación catalítica de NOx y captura de CO2 empleando materiales bifuncionales que se encuentren depositados en catalizadores monolíticos

Instrumento: PICT 1442-2016

Año convocatoria: 2016

Organismo financiador: ANPCyT

Director: Ramiro Serra

## METODOLOGÍA

### Diseño del sistema de flujo

Se ha logrado montar un sistema de flujo (simulando un caño de escape) que contiene un catalizador estructurado, ubicado en el escape de los gases de un motor de lancha Shimura, modelo SH160 (Figura 1). La cañería que conecta con el escape del motor, donde se coloca el catalizador estructurado, fue construida con un caño de acero inoxidable de 1 pulgada. A 1 cm de la unión con el motor se emplazó una vaina para introducir una termocupla y, de este modo, monitorear la temperatura durante el proceso catalítico.

Se colocaron dos válvulas para regular y derivar el caudal de gases de combustión provenientes del motor. Entre el caño de escape y el motor se instaló una brida de acero inoxidable a unos 20 cm de la unión del motor. La incorporación de la misma permite el montaje del catalizador monolítico, a través del cual se llevara a cabo la adsorción y reducción de la concentración de los gases contaminantes emitidos. Luego de la brida existen dos uniones para luego conectar con el sistema de medición. El primero de ellos está destinado a la adquisición de muestras, por lo que se conectara a la válvula de muestreo de 16 vías y el segundo tubo de derivación será utilizado para colocar un manómetro de presión.

Una vez recolectado los gases de escape a la salida del motor usando la válvula de 16 vías, se conecta la misma a un espectrómetro de gases para determinar así la concentración de los gases contaminantes y la respectiva eficiencia catalítica de los materiales preparados.

### Preparación de los catalizadores

Los catalizadores utilizados en este trabajo se prepararon a partir del soporte comercial NaMOR (M). Usando la técnica de intercambio iónico, para lo cual se agregan 10g del soporte original y se le adiciono 1 litro de solución la cual contiene el catión a intercambiar. La mezcla se dejó durante 24 horas en agitación a una temperatura de 60°C. Pasado este tiempo, se realizó una filtración al vacío, con el fin de separar el sólido de la solución de intercambio. La fase solida se llevó a estufa hasta sequedad, a una temperatura de 100°C. Finalmente, los materiales preparados se calcinaron a 550°C durante 8 horas en un flujo de 25 cm<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup> de aire.

La sal precursora de cesio fue el acetato de cesio (0,005 y 0,05M) y la del cobalto el nitrato de cobalto (0,05M). Los sólidos bi-metalicosCsCoM se prepararon mediante una técnica de doble intercambio iónico, la misma consiste en dos intercambios iónicos consecutivos. Primero se agregó el cobalto (1L de solución 0,05M de nitrato de cobalto 99,5% en peso Sigma-Aldrich), se siguieron todos los pasos hasta obtener el sólido seco y sobre este se realizó el segundo intercambio con la sal de cesio, con la concentración necesaria.



Figura 1: Sistema de escape diseñado para emplazar un catalizador monolítico.

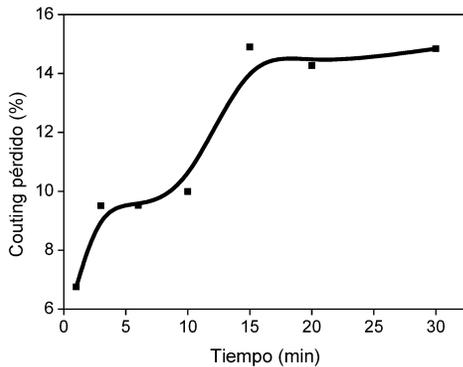
### Preparación de los catalizadores monolíticos

Los catalizadores en polvo se depositaron en estructuras cerámicas mediante la técnica de washcoating. Se cortaron monolitos de 1x1x2 cm conteniendo el mismo 64 canales cuya densidad de celda es de 400/in<sup>2</sup>. La preparación del monolito se realizó mediante la preparación de una suspensión al 20% (w/w) del catalizador en polvo en agua desionizada. La carga de material catalítico fue del 20%. Después de varias inmersiones se logró una carga de aproximadamente el 20% (w/w) en base húmeda en el monolito. Luego, los monolitos se calcinaron en aire a 550°C por 8h con rampa de calentamiento de 10°C/min.

## Caracterización de los materiales

Se estudió la adherencia del catalizador en el monolito mediante un test de vibración. La morfología de los cubrimientos se examinó con un microscopio óptico.

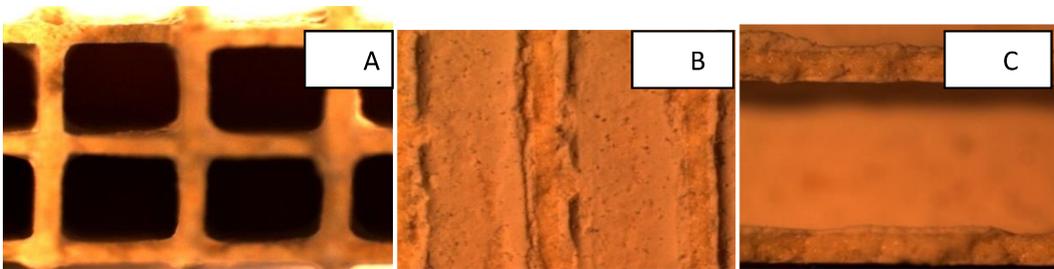
En la Figura 2 se observa la pérdida de masa de la capa catalítica del monolito de cordierita  $\text{Cs}_2\text{Co}_{2.8}\text{M}$  en función del tiempo de sonicado. Se observó que en los primeros 15 minutos del test se registra la mayor pérdida de masa activa y luego, la cantidad de masa remanente en el recubrimiento se mantiene constante. En total la pérdida de masa fue de alrededor del 15 % luego de realizar los distintos procesos de sonicado, convirtiéndose en un catalizador estable mecánicamente, por más que se debería mejorar este parámetro.



**Figura 2:** Estabilidad mecánica de  $\text{Cs}_2\text{CoM}$  en el monolito de cordierita

aglomerados sobre las paredes de la cordierita, lo cual es un aspecto positivo ya que no modifica el flujo de gas a través de los canales.

En las imágenes de la Figura 3 se observó que la impregnación del catalizador  $\text{Cs}_2\text{Co}_{2.8}\text{M}$  sobre la estructura de la cordierita se realizó en forma uniforme a través de las paredes de los canales. Por otro lado se observó que el espesor de la capa depositada fue de  $75 \mu\text{m}$  (Fig.3C) aproximadamente. Otro aspecto importante observado fue que no hubo formación de



**Figura 3:** Imágenes obtenidas a través del microscopio óptico de  $\text{Cs}_2\text{Co}_{2.8}\text{M}$  sobre cordierita. (A) Canales de cordierita impregnados. (B) Capa uniforme sobre canales del soporte. (C) Espesor constante a lo largo del canal.

## CONCLUSIONES

Este es un trabajo preliminar en el cual los avances logrados se basan principalmente en la puesta en marcha del sistema de flujo diseñado con la efectiva medición de variables importantes de proceso de combustión, como son la presión y la temperatura. A su vez se trabajó en la preparación de catalizadores resultando los mismos con una buena estabilidad mecánica permaneciendo en la estructura de la cordierita luego de los ensayos de sonicado, como así también luego de los estudios de vibración real producto del encendido del motor de 4 tiempos.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

[1] R. Serra, M.J. Vecchiatti, E. Miró, A. Boix; Catalysis Today 133–135 (2008) 480.