

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA ALIMENTADO CON MEZCLAS DE METANO E HIDRÓGENO

Quille R.<sup>(1)</sup>, Damonte L.<sup>(2)</sup>, Pasquevich A.<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>INTI Física y Metrología, <sup>(2)</sup>IFLP Instituto de Física La Plata -CONICET, <sup>(3)</sup>CICPBA Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires  
rquille@inti.gov.ar

### OBJETIVO

Estudio del comportamiento de materiales en un motor de combustión interna operándolo con mezclas de hidrógeno y gas natural comprimido (GNC).

### DESCRIPCIÓN

El motor de CI utilizado es de fabricación nacional (Villa, 256 cm<sup>3</sup>) de cuatro tiempos, mono cilíndrico, refrigerado por aire, que funciona con nafta normal (Fig. 1). La idea era adaptar al motor para el funcionamiento con los tres combustibles: nafta, GNC y GNC-H<sub>2</sub> (GNC-hidrógeno).



Figura 1: motor de combustión interna antes de su modificación.

La primera parte de la modificación del motor consistió en realizar agujeros en forma de rosca a la tapa del cilindro para insertar las muestras. Asimismo, se realizaron otros orificios a fin de insertar sensores de temperatura en distintos sitios del motor con la finalidad de conocer la temperatura, en los sitios donde se ubicaron las muestras y para los diferentes combustibles. Para el arranque del motor CI se incorporó un motor eléctrico que después del arranque se convierte en un generador de electricidad, constituyendo así la carga impuesta al motor CI. La energía eléctrica producida es disipada alimentando lámparas óhmicas de alta potencia. Se modificó el tubo de escape para incorporar un sensor de

temperatura y una sonda Lambda. Este último dispositivo permite ajustar la entrada de aire a la cámara de combustión y así obtener una combustión óptima. A la vez se insertó una termocupla tipo S, por uno de los orificios de la tapa del cilindro quedando su punta al ras del nivel interior de la tapa (Figura 2).



Figura 2: motor adaptado para funcionar con varios combustibles: nafta, GNC y GNC-H<sub>2</sub>.

La modificación y ensayos de funcionamiento del motor CI fueron realizados en el Laboratorio de Motores del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional La Plata – Universidad Tecnológica Nacional. La caracterización de los materiales se realizó en el Instituto de Física de La Plata, estos materiales fueron obtenidas de las piezas (válvulas, aro y pistón) de un motor de combustión interna. A la vez se utilizaron muestras de paladio (Pd) como un sensor de hidrógeno dentro de la cámara de combustión del motor. Es sabido que el Pd tiene mucha facilidad para absorber hidrógeno, conociéndose la ubicación del átomo de hidrógeno (H) absorbido en la red de Pd. Las muestras de válvula y aro fueron obtenidas mediante corte de las mismas piezas. Las muestras de pistón se obtuvieron a partir de un lingote preparado por fundición de un pistón (Figura 3). Las muestras de materiales de piezas y Pd fueron caracterizadas antes y después de exponerlas a la combustión de gases en el motor, por las técnicas: Difracción de rayos X (DRX) y Aniquilación de Positrones

(PALS). La mezcla de gases GNC-H<sub>2</sub> propuesta como combustible fue reemplazado por CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> (metano – hidrógeno), el motivo de la sustitución fue porque ninguna empresa local y laboratorio producen mezcla de GNC-H<sub>2</sub> por razones de seguridad y solamente se consiguió la mezcla de CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>. Los tubos de mezcla de gases CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> fue donado por parte de la empresa Air Liquid. Antes de exponer los tornillos muestras a la combustión de gases en el motor, se realizaron varios ensayos de funcionamiento previos con nafta y CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub> (90%-10%). En cada caso se ajustó la relación aire/combustible con la sonda Lambda. También se midieron las temperaturas en la cámara de combustión y el caño de escape (Figura 3).

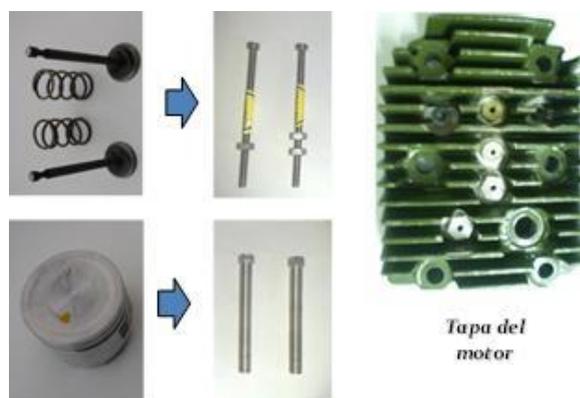


Figura 3: tornillos muestras de válvulas y pistón, las muestras de aro fueron depositados en tornillos portamuestras.

## RESULTADOS

Las muestras Pd expuestas a la mezcla de los gases dentro de la cámara de combustión del motor no evidencian absorción de H, se llegó a esta conclusión después de ser analizadas las muestras por las técnicas DRX y PALS. Los resultados (expresados como  $\tau_{exp}$  (ps) tiempo de vida en unidades de picosegundos (ps)) obtenidos por PALS (tabla 1) tampoco refleja variación alguna de la vida media del positrón dentro de estos materiales dando resultados valores cercanos de vida media antes de ser expuesto al funcionamiento del motor.

Tabla 1: Resultados del tiempo de vida  $\tau_{exp}$  de piezas del motor (pistón, válvula de admisión, aro) y muestra de Pd; antes y después de la exposición a la mezcla de CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>

Material	Antes de CH <sub>4</sub> -H <sub>2</sub>	Después de CH <sub>4</sub> -H <sub>2</sub>
	$\tau_{exp}$ (ps)	$\tau_{exp}$ (ps)
Pistón	170(2)	174(2)
VA	152(2)	155(2)
Aro	190(2)	195(2)
Pd	120(2)	122(2)

VA: válvula de admisión

En la Figura 4 observamos que las intensidades máximas del difractograma de la muestra de Pd, después de exponerla a la mezcla de CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>, coinciden con los puntos de la muestra de referencia identificada como PDF 87-0639 que corresponde al Pd puro. Los resultados de DRX sobre las muestras de piezas válvula y pistón, que fueron sometidas al funcionamiento del motor con la mezcla de CH<sub>4</sub> – H<sub>2</sub> no reflejan variación alguna con respecto a los difractogramas obtenidos antes de ser sometidas a exposición de la mezcla de los gases.

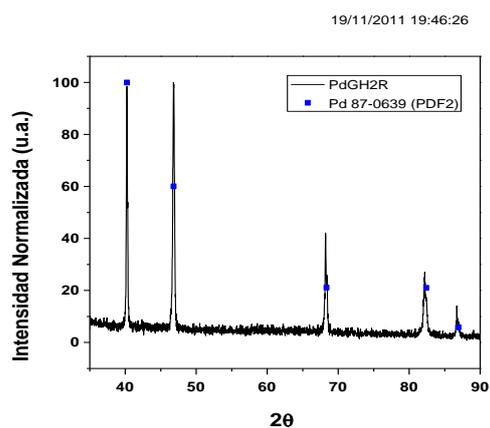


Figura 4: Espectro DRX de la muestra de Pd expuesto a la mezcla CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>

En el difractograma de la muestra de válvula se identificaron fases cristalinas asociadas al hierro que según el análisis químico realizado es el elemento mayoritario en el material. En el difractograma del pistón se identificaron como fases cristalinas aluminio (Al) y silicio (Si) que son elementos que abundan en el material. Finalmente en el difractograma de la muestra del aro se identificó la presencia de Fe como única fase cristalina.

## CONCLUSIONES

Podemos concluir que el hidrógeno no llega a ser absorbido por los materiales del motor bajo las condiciones de funcionamiento aplicadas. Los resultados de DRX sobre las piezas válvula y pistón, que fueron sometidas al funcionamiento del motor con la mezcla de CH<sub>4</sub> – H<sub>2</sub> no reflejan variación alguna con respecto a los difractogramas obtenidos antes de que sean sometidas a exposición de la mezcla de los gases. En el difractograma de la muestra pistón se identificaron fases cristalinas asociadas al aluminio y silicio que según el análisis químico realizado son elementos mayoritarios en el material de dicha pieza.