

# MEJORA DE DISEÑO DE CRISOL Y CAVIDAD DE CUERPO NEGRO DE TEFLÓN

Kate Stephanie López Reyes<sup>1,2</sup>, Daniel Cárdenas García<sup>2</sup> y Hugo Rodríguez Arteaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Oaxaca

Avenida Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125 Esquina Calzada Tecnológico, C.P. 68030.

(442) 2110500, ext. 3468; [kate-1292@hotmail.com](mailto:kate-1292@hotmail.com).

<sup>2</sup>Centro Nacional de Metrología

**Resumen:** En el Centro Nacional de Metrología se diseñó y construyó una celda con cavidad de cuerpo negro para el punto fijo de fusión del galio. El crisol de la celda se hizo con Teflón. El objetivo de este trabajo es mejorar el diseño de su cavidad de cuerpo negro en lo que se refiere al aumento de su emisividad efectiva. Con esto se busca tener el diseño de un crisol para celdas secundarias de puntos fijos con cavidad de cuerpo negro para calibrar termómetros de radiación a la temperatura del punto de fusión del galio y para otros metales y eutécticos con transiciones de fase de mayor temperatura que la del galio.

## 1. INTRODUCCIÓN

La estabilidad de un instrumento de medición depende en gran parte de su aplicación y del medio en el que funciona, sin embargo es fundamental que esté calibrado a intervalos apropiados para asegurar mediciones confiables, sobre todo cuando se requieren mediciones con mayor exactitud. Los termómetros de radiación generalmente se calibran por comparación, haciendo uso de radiadores de cuerpo negro de temperatura variable. Opcionalmente, para mejorar la exactitud de la calibración, ésta se realiza con cuerpos negros de puntos fijos [1].

Las celdas de puntos fijos son crisoles que contienen metales de elevada pureza en las que la temperatura permanece constante durante el tiempo que dura la transición de fase, de sólido a líquido, del metal que contienen (o viceversa). Para ello, hay que colocar a la celda en un horno que la lleve a una temperatura cercana a la de la transición, mayor si se va a producir la fusión, o menor (si previamente se le ha fundido) para producir la solidificación. Durante esa transición se llevan a cabo las mediciones con el termómetro que se calibra, para establecer una relación entre los valores indicados por él y la temperatura del punto fijo correspondiente. Se usan también puntos eutécticos de mezclas de metales, para producir temperaturas de referencia a las cuales se calibran los termómetros. Para que la celda opere como un cuerpo negro, al crisol se le hace una cavidad para medir su radiancia a través de una abertura.

Actualmente se trabaja en la mejora de la emisividad de la cavidad estudiando las

propiedades del material (Teflón), así como las características propias de un cuerpo negro para definir la nueva cavidad.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL Y DEL CRISOL

Entre las características del crisol y su cavidad son se encuentran las siguientes:

- Dimensiones dadas por la probeta en la que se introduce el crisol para su manejo.
- Forma geométrica de la cavidad: cilindro-cónica.

Entre las características del material orientadas a los propósitos que se persiguen, se tienen a las siguientes, separadas en ventajas y desventajas,

Ventajas:

- Inerte a reacciones químicas con el galio y eutécticos del galio.
- Flexible y resistente a la expansión térmica del galio durante la solidificación.
- Estructuralmente estable entre -240 °C y 260 °C.

Desventajas:

- Superficies lisas dentro de la cavidad que reducen la emisividad efectiva.
- Baja conductividad térmica que hace que el equilibrio térmico se alcance más lentamente.

### 2.1 Puntos importantes para la mejora del diseño

Con base en las características mencionadas, se propusieron las siguientes mejoras para la cavidad:

- Se amplió el diámetro interno de la cavidad de 20 mm a 27 mm, pero manteniendo a 20 mm el diámetro de la abertura a lo largo 10 mm. Véase figura 1.
- La profundidad total se cambió de 123.7 mm a 147 mm.
- Adelgazamiento de las paredes de la cavidad de 2 mm a 1.5 mm para incrementar el

volumen del metal contenido y mejorar la transferencia de calor.

- Ataque mecánico que hizo surcos a la superficie de un disco de Teflón. Éste se midió posteriormente para conocer el valor de su emisividad espectral.

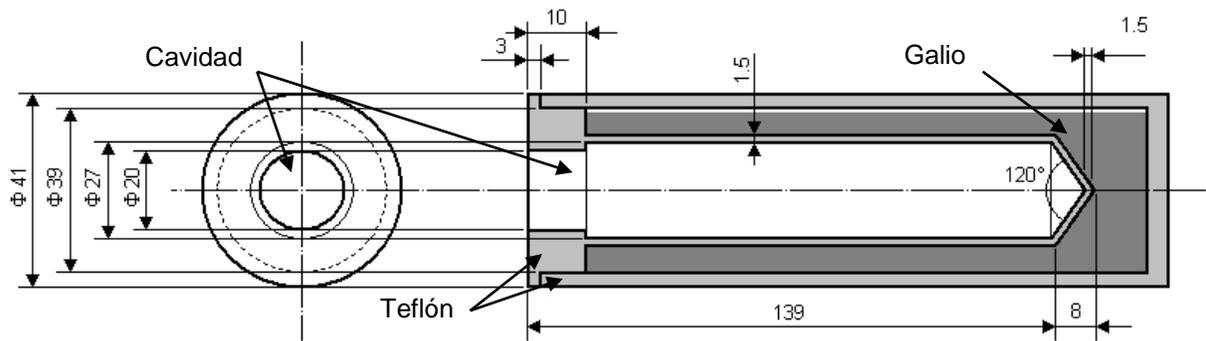


Fig. 1. Dimensiones del nuevo diseño de cuerpo negro.

3. RESULTADOS

En la figura 2 se observan los resultados de las emisividades efectivas calculadas con el software STEEP 3.22 para el crisol original y el modificado, donde la mejora de la emisividad efectiva es evidente. Como variables de entrada para éstos cálculos se usaron las dimensiones internas de la cavidad y los valores medidos de emisividad a muestras de Teflón liso y con ataque mecánico, realizadas en el CENAM.

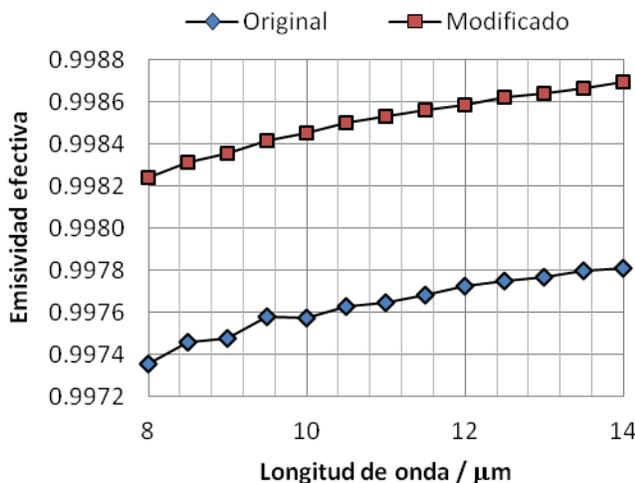


Fig. 2. Emisividad efectiva: diseño original (rombos azules) y diseño modificado (cuadros rojos).

4. DISCUSION

El ataque mecánico de las superficies internas incrementa la emisividad efectiva del cuerpo negro. Sin embargo este tipo de ataque no es posible en toda la superficie interna de la cavidad, por lo que se probará atacar con medios químicos, con ácido fluorhídrico y con una mezcla de ácido fluorhídrico y ácido nítrico de acuerdo con [2]. También se están probarán otros materiales como aluminio y titanio, que se pueden atacar químicamente con mayor facilidad y a los que se les aplicaría un recubrimiento de Teflón.

5. CONCLUSIONES

Los resultados arrojados por el software STEEP 3.22 indican que se puede mejorar la emisividad de la cavidad de los crisoles que se usan como cuerpos negros de puntos fijos, mediante la modificación de la geometría interna de la cavidad y con el ataque de las superficies internas, ya sea mecánico o químico.

REFERENCIAS

[1] Buró Internacional de pesas y medidas; Techniques for approximating the International Scale of 1999; Sèvres, Francia, 1997; pp 104-107.  
 [2] ASTM, F-86-01, pp 1-3.