

DESARROLLO DE UNA FUENTE RADIANTE TIPO CUERPO NEGRO DE PUNTO FIJO DEL ALUMINIO

J-Efraín Hernández-López
Centro Nacional de Metrología de México
Km 4.5 Carretera a los Cués, El Marques Querétaro México.
(442) 2110500 Ext. 3417; ehernand@cenam.mx

Resumen: Una fuente tipo cuerpo negro de punto fijo del aluminio se desarrolló en el laboratorio de termometría de radiación, sus dimensiones son las especificadas para el patrón nacional de temperatura de radiancia, permiten observar a las dos fuentes sin ninguna corrección por efecto de tamaño de fuente, ni por emisividad efectiva. Se presentan algunos resultados.

1. INTRODUCCIÓN

La escala de temperatura de 1990 abreviada EIT-90 [1], utiliza la transición de fase de metales puros como puntos de temperatura conocidos, algunos son Estaño, Zinc, Aluminio, Plata, Cobre u Oro. Al valor de temperatura que ocurre la transición de fase del metal se le llama punto fijo. Por ejemplo, punto fijo de la plata (PF-Ag). Desde la temperatura del punto fijo de la plata hacia temperaturas mayores, la escala de temperatura se realiza con celdas de cuerpo negro de punto fijo, abreviadamente celda de CNPF. Estrictamente, el punto de referencia puede ser una celda de CNPF-Ag, una de CNPF-Au o una de CNPF-Cu. En el CENAM, el patrón nacional de temperatura de radiancia [2] utiliza una celda de CNPF-Ag.

Con el patrón nacional se puede calibrar termómetros de radiación de alta calidad metrológica pero, por lo general se usa para calibrar un termómetro de transferencia como el KE-LP2. Con el termómetro calibrado y un modelo de extrapolación se realiza la EIT-1990 para temperaturas mayores que el punto fijo de la plata. El proceso de calibración utiliza, entre otros, los registros de las transiciones de fase observadas por el termómetro.

La escala de temperatura de radiancia se realiza con el termómetro y se confía en él. Una fuente radiante con temperatura conocida ayuda a confiar en la escala, si la incertidumbre de las dos temperaturas de radiancia, la medida por el termómetro y la de la fuente conocida, se enlazan. Con este principio el laboratorio ha desarrollado una celda CNPF para el aluminio. El manuscrito describe al CNPF-AI y la evolución de solidificación observada con el termómetro KE-LP2.

2. CUERPO NEGRO DE PF-AI

De acuerdo con la EIT-90 el punto fijo del aluminio es un valor de temperatura conocida, y su transición de fase solidificación es a 933.47 K (660.323°C). El punto se materializa con una celda, y la usa termometría de contacto. El principio, con algunas modificaciones, lo empleó el laboratorio para desarrollar una fuente radiante CNPF-AI con temperatura conocida y emisividad efectiva alta. La fuente radiante tiene las dimensiones geométricas nominales del CNPF-Ag empleada en el patrón nacional. Las dos fuentes tienen diámetro de la apertura y emisividad efectiva iguales.

La superficie externa de la cavidad está constantemente en contacto directo con el aluminio, en el proceso de inspección, se confirmó visualmente que el aluminio en fase sólida lo está. La figura 1 ilustra al metal amarrado a la superficie externa de la cavidad, la evolución de solidificación del aluminio ocurre sobre la superficie, y mantiene a toda la superficie interna de la cavidad como una superficie aproximadamente isotérmica.

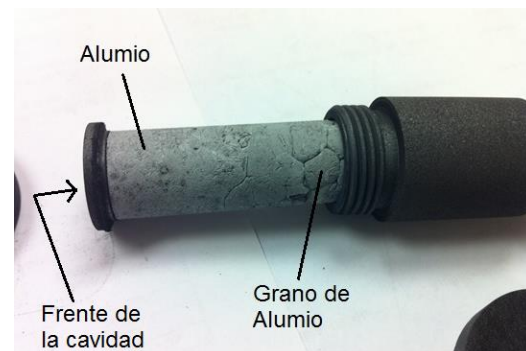


Fig. 1. Casi al finalizar el proceso de llenado, aún se observaban las fronteras de grano.

2.1. Termómetro de Radiación

Los experimentos de solidificación se observaron a 910 nm, y se utilizó el programa “ALTA TEMPERATURA (CENAM)”, desarrollado en la institución para leer los datos digitales del termómetro.

2.2. Realización del PF-AI

En el seguimiento de temperatura, hecho con el termómetro, se observan las fases y transiciones de fase del aluminio. La evolución de solidificación lograda se ilustra en la figura 2. El valor de la señal del termómetro obtenida en la solidificación, se utiliza para medir la temperatura de radiancia de la fuente CNPF-AI.

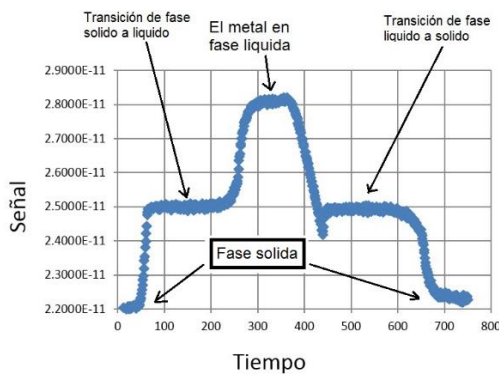


Fig. 2. La señal del termómetro durante la solidificación se le conoce como meseta de solidificación.

2.3. Fuente radiante conocida: CNPF-AI

En el método calibración por punto fijo, la calibración con el patrón nacional de temperatura de radiancia se mantiene en el termómetro, y se realiza la escala de temperatura de radiancia en el intervalo 500 – 1400°C.

El termómetro reporta un valor de señal, no temperatura. Una hoja de cálculo utiliza la señal del termómetro, junto con el modelo de la EIT-1990, para asociarla con la temperatura de radiancia.

Para evaluar el desempeño de la escala, el laboratorio utiliza la fuente CNPF-AI, y mide su temperatura. El valor medido es comparado con el valor conocido de la fuente CNPF-AI. La figura 3 ilustra en forma general el concepto.

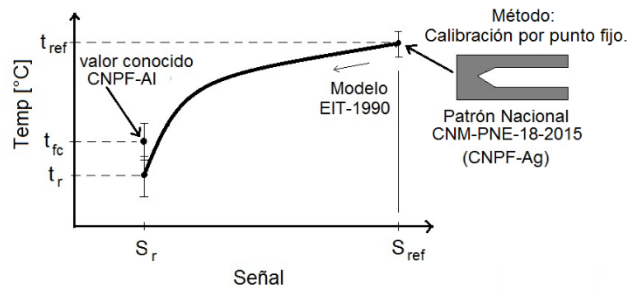


Fig. 3. S_{ref} es la señal que reportó el termómetro cuando vio al patrón nacional y t_{ref} su valor de temperatura; S_r es la señal del termómetro cuando ve a la fuente CNPF-AI, t_r es la temperatura medida, y t_{fc} es la de la fuente conocida.

2.4. Incertidumbre

Las componentes de incertidumbre de temperatura de las dos fuentes radiantes de punto fijo, la del patrón nacional y la del aluminio, así como la medida del CNPF-AI son las recomendadas por el grupo de trabajo de termometría de radiación que pertenece al Comité Consultor para Termometría [3].

3. CONCLUSIONES

El laboratorio de termometría de radiación desarrollo una fuente de CNPF-AI con éxito. Los resultados de solidificación obtenidos con la fuente serán utilizados para verificar la escala de temperatura de radiancia 500°C a 1400°C en un punto de temperatura, solidificación del aluminio.

REFERENCIAS

- [1] H. Preston-Thomas, “The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90)”, Metrologia, Vol 27, pag. 3-10, 1990.
- [2] Patrón Nacional de Temperatura de Radiancia, CNM-PNE-18-2015.
- [3] J. Fischer, M. Battuello, et al, “Uncertainty Budgets for Realization of ITS-90 by Radiation Thermometry”, Temperature: Its Measurement and Control in Science and Industry, Vol 7, pag. 631-638.