

HORNO TUBULAR DE ATMÓSFERA CONTROLADA PARA ALTAS TEMPERATURAS

Arnaldo González Arias
Universidad de La Habana

RESUMEN

Se describe un horno de laboratorio con barras de carburo de silicio como elementos calefactores y un sistema de control de gases que permiten trabajar a temperaturas del orden de 1400°C , regulando la presión parcial de uno de los componentes de la mezcla gaseosa entre 0.01 y 1 atmósfera, con un flujo total de 250 ml/min.

ABSTRACT

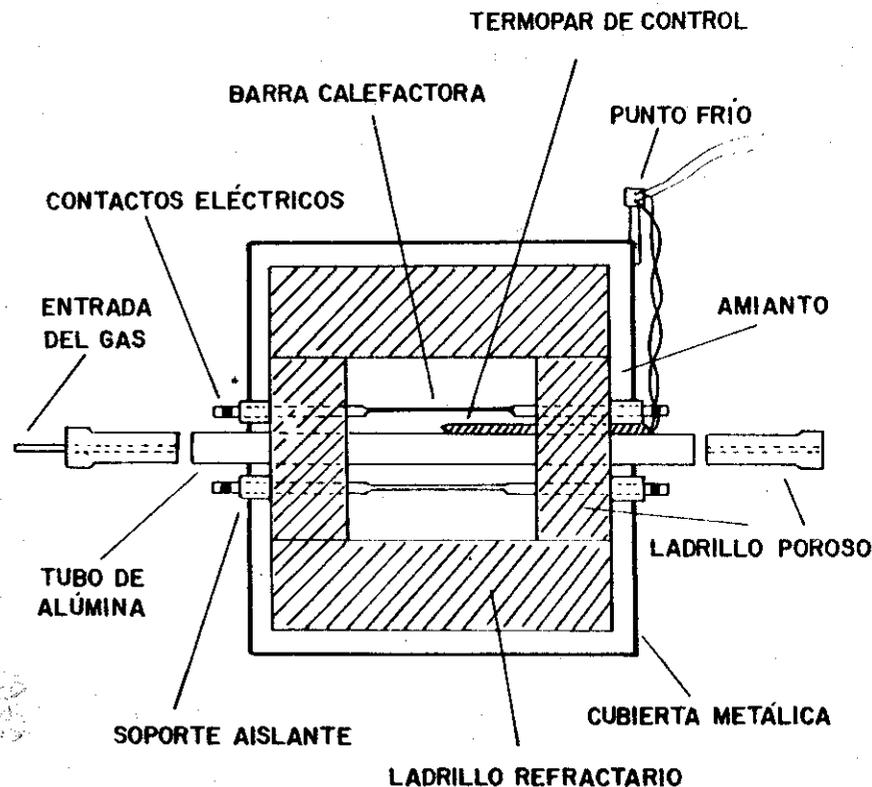
A laboratory furnace with silicon-carbide rods as heating elements and its system of gas control is described. It provides temperatures up to 1400°C , controlling the partial pressure of one of the components of the gas mixture between 0.01 and 1 atmosphere, with a total flux of 250 ml/min.

Durante el tratamiento térmico de muchos materiales a altas temperaturas es necesario controlar la atmósfera del horno, ya sea para evitar la oxidación de las muestras, para favorecerla, o para introducir algún reactivo en fase gaseosa a una presión parcial dada. El horno y el sistema de control de gases que se describen a continuación fueron diseñados específicamente para ser utilizados con mezclas de oxígeno y gas inerte, por lo que no fue necesario lograr una alta hermeticidad en la salida de los gases. En caso que se desee establecer un flujo utilizando gases tóxicos o corrosivos, se debe garantizar la hermeticidad del tubo de alúmina en los extremos, y proporcionar una salida adecuada para los gases.

En la figura 1 se muestra el horno en su sección transversal. La longitud de cada barra calefactora es de 37 cm, con una resistencia de 2.5 Ohms aproximadamente. El horno

posee seis barras colocadas simétricamente alrededor de un tubo de alúmina de diámetro interno 40 mm y 35 cm de longitud. La distancia de separación entre las barras y el tubo en los extremos es de 10 mm; esta distancia proporciona un fácil acceso para establecer los contactos eléctricos, a la vez que sitúa las barras lo suficientemente cerca del tubo de alúmina como para alcanzar temperaturas del orden de 1400°C .

Figura 1



El fondo y los laterales de la cámara refractaria del horno están constituidos por ladrillos refractarios duros, mientras que las tapas frontal, posterior y superior fueron confeccionadas con ladrillo refractario poroso, de poco peso y fácil de maquinar. El tubo de alúmina está sostenido por las cavidades practicadas en la parte frontal y posterior de la cámara refractaria (figura 2), mientras que las barras calefactoras se sostienen mediante secciones de tubo de alúmina de diámetro apropiado, que a la vez son utilizadas para prevenir el contacto de las barras con la envoltura metálica (ver figura 1). Las cavidades en el ladrillo refractario tienen un diámetro superior en 2 mm al diámetro de las barras.

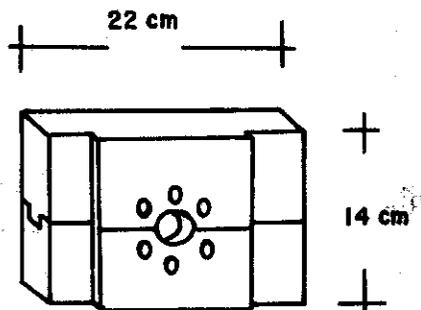


Figura 2

En la figura 3 se muestra la forma en que se colocaron los laterales de la cámara refractaria con el fin de que ésta quedara suficientemente rígida. El espacio entre la

cámara refractaria y la envoltura externa se rellenó con fragmentos de ladrillo refractario y amianto, humedecido este último previamente para facilitar su manipulación. El agua contenida en el amianto es expulsada totalmente durante el primer calentamiento del horno, quedando el amianto rígidamente colocado en su posición. Este calentamiento se debe llevar a cabo en forma progresiva, durante varias horas, antes de alcanzar la temperatura máxima.

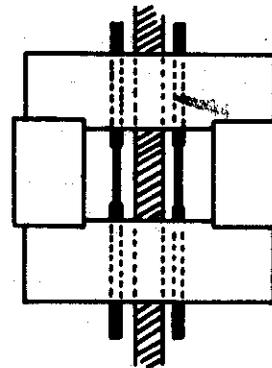


Figura 3

La longitud de los tapones utilizados para cerrar el horno es tal que, al ser introducidos en el tubo de alúmina, sus extremos más adelantados quedan al nivel de la pared interna de la cámara refractaria. De esta forma se evita la presencia de gradientes longitudinales de temperatura. La ubicación del termopar de control fuera del tubo de alúmina proporciona una respuesta más rápida del sistema de control, atenuándose notablemente las oscilaciones de la temperatura dentro del horno /1/. Este termopar pue-

de ser utilizado para medir la temperatura sólo previa calibración del instrumento: la diferencia de temperaturas en el interior y exterior del tubo de alúmina puede llegar a ser de decenas de grados. Para proporcionar energía a las barras se utilizó un sistema de control comercial del tipo ON-OFF, capaz de controlar 20A a 220 V. Las barras se conectaron en paralelo, por grupos de a dos conectadas en serie.

La atmósfera dentro del horno se controla estableciendo un flujo adecuado con el dispositivo que se muestra en la figura 4, utilizando medidores de flujo de diferentes sensibilidades. El más sensible permite detectar flujos de 2.5 - 60 ml/min, mientras que el menos sensible detecta flujos de hasta 250 ml/min. Es posible utilizar uno u otro a conveniencia, utilizando una llave de tres vías.

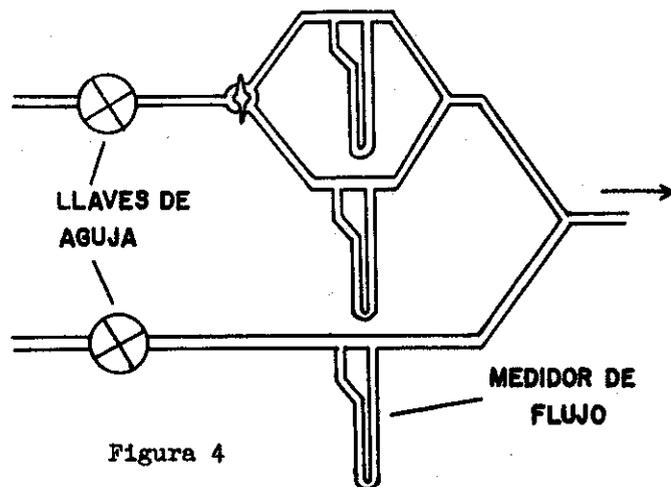


Figura 4

Mediante este dispositivo se pueden establecer flujos mixtos en una proporción mínima del orden del 1% en volumen, a la presión total de una atmósfera. Las características de los medidores de flujo y su calibración han sido descritos en detalle en otro lugar /2/. En el caso de mezclas de oxígeno y gases inertes, la hermeticidad del horno y el control de la salida de los gases se pueden garantizar sellando parcialmente la juntura entre el borde del tubo de alúmina y el tapón de ladrillo refractario, con amianto humedecido hasta formar una pasta, que se retira fácilmente una vez terminado el tratamiento térmico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Garn: Thermoanalytical methods of investigation, Academic Press, London, 1965.
2. González Arias, A.; Rev. Soc. Cub. Fis. (en vías de publicación).