

Un Medidor Automático del Punto de Ablandamiento del Vidrio

J.A.Fiora¹, E.L.Sambrano²

¹ INTI-Energía- Parque Tecnológico Miguelete, Edificio 41, San Martín, B.A. (1650) Argentina.

²SEGEMAR-INTEMIN Parque Tecnológico Miguelete, Edificio 14, San Martín, B.A. (1650) Argentina.

mingo@inti.gob.ar

OBJETIVO

La temperatura del punto de ablandamiento del vidrio es aquella a la cual su viscosidad adquiere cierto valor establecido convencionalmente ($10^{7.6}$ poises), un valor elegido para que en esas condiciones una varilla de vidrio se estire sensiblemente bajo su propio peso. Esta temperatura puede determinarse calentando una fibra de vidrio en condiciones controladas y observando su estiramiento a partir de cierta temperatura. Se ha desarrollado un dispositivo para la medición automática de esta temperatura de ablandamiento.

DESCRIPCIÓN

La temperatura del punto del ablandamiento corresponde a una velocidad de caída de 1mm por minuto para una fibra normalizada calentada progresivamente en ciertas condiciones asimismo normalizadas. Se trata pues de medir la velocidad de caída y la temperatura de una fibra mientras se calienta.

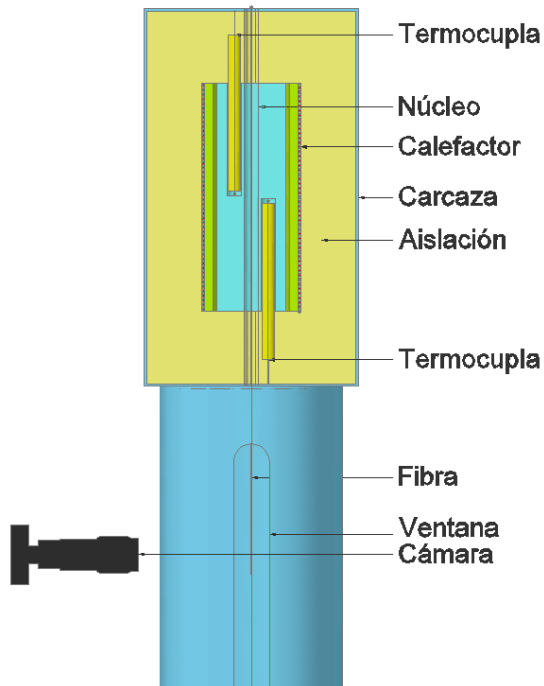


Figura 1: esquema de la mufla.

El dispositivo desarrollado para medir automáticamente el punto de ablandamiento utilizando el método anterior consiste en (ver fig. 1) un pequeño horno eléctrico cilíndrico sobre cuyo eje cuelga la fibra y cuya temperatura se controla para que aumente progresivamente, mientras una cámara registra la imagen de la extremidad de la fibra que sale por un orificio de la base del horno. Estas imágenes son procesadas en una computadora por un programa que determina la posición de la fibra a intervalos regulares almacenándola junto con la temperatura. A estos datos se ajusta una curva para la temperatura como función de la velocidad de caída, curva mediante la cual se determina la temperatura de ablandamiento, es decir aquella que corresponde a una velocidad de 1 mm/min. Todo este procedimiento se realiza automáticamente.

La determinación de la posición de la fibra se realiza comparando cada fotograma con un fotograma de referencia tomado al principio. La "diferencia" puede verse en tiempo real (fig. 2) así como sus límites tal como son reconocidos por el sistema y que son marcados por líneas rojas, la línea horizontal inferior determina la posición del extremo de la fibra.

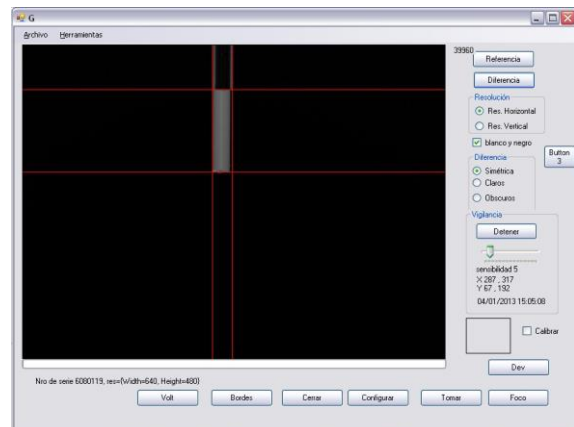


Figura 2: reconociendo la posición.

Las diferencias de posición en la imagen son convertidas en longitudes a través de los datos obtenidos en un proceso de calibración (fig. 3) donde el operador marca sobre la imagen de un patrón (cuadrícula) diversos puntos (círculos de color). Se requieren cinco puntos, siendo el quinto el centro de los cuatro

primeros el cual se usa como comprobación de la coherencia de los datos. La resolución del sistema con la cámara utilizada actualmente es de unos 23 micrones por pixel.

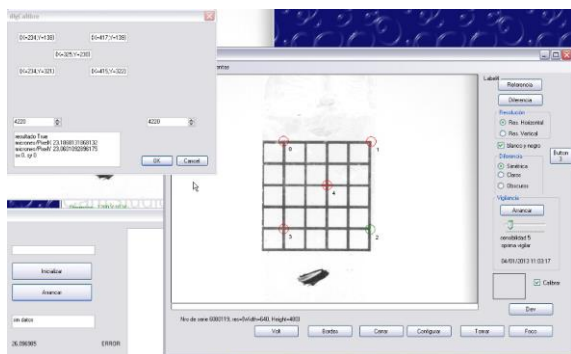


Figura 3: calibración de longitudes.

El método de ablandamiento de la fibra es quizás el método más importante para la medición de viscosidad del vidrio, mediante el mismo se puede estimar el intervalo de conformación del vidrio, y es imprescindible tanto en las industrias vidrieras del conformado de envases como en las de vidrio plano.

El dispositivo utiliza una fibra de vidrio de 0,65 mm de diámetro y 235 mm de longitud, y realiza la determinación cumpliendo los requisitos de las normas ASTM C338:93(2008), ISO 7884-6(1987) e IRAM 93.307:83.

RESULTADOS

En la figura 4 se observa el equipo con el que se realizaron cinco ensayos sobre una muestra patrón (NIST SRM710A) cuya temperatura del punto de ablandamiento es de 730,6 °C.



Figura 4: a la izquierda la cámara digital, en el centro la mufla que tiene ranura vidriada a la izquierda; a la derecha el control de temperatura. La computadora de control y el voltímetro con el que se registra la temperatura no se observan.

La temperatura media de ablandamiento determinada con el sistema fue de 742 °C con una desviación típica de 1,6°C.

La diferencia con el patrón, según la norma, se utiliza para corregir el sistema y está dentro de los límites aceptables.

El resultado de uno de estos cinco ensayos se presenta en la figura 5. Los puntos azules son los datos registrados por el equipo (cada 5 segundos), la curva roja es un ajuste logarítmico por cuadrados mínimos. Las líneas gruesas indican la temperatura correspondiente a una velocidad de 1 mm/min, que resulta de unos 741 °C.

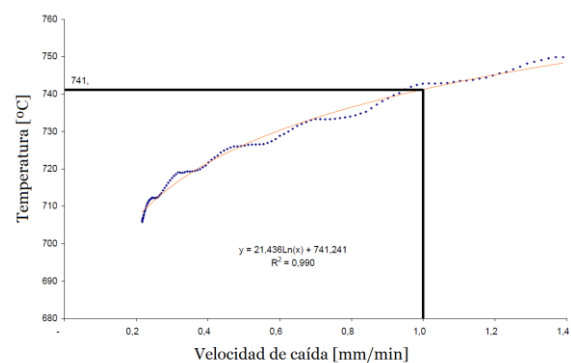


Figura 5: un ensayo.