

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

619-11 NOTA DE LABORATORIO: SENCILLO DISPOSITIVO PARA LA DETERMINACION APROXIMADA DE TEMPERATURAS

J. M. Tobío, Dr. en Química Industrial

La medición de temperatura en el interior de un material sometido a cocción en un horno industrial continuo presenta algunos problemas que impiden la adopción de los métodos clásicos: pares termoelectrónicos, termómetros de resistencia, pirómetros ópticos, conos Seger, etc.

En efecto, los dos primeros quedan descartados, dada la necesidad de establecer conexiones eléctricas, que, puesto que el material está sometido a movimientos (entrada por la boca del horno y salida por el extremo opuesto), no podrían seguir las evoluciones del mismo. Los pirómetros ópticos no presentan esta limitación; pero, aparte de la necesidad de estar "viendo" el material en todo momento, sólo miden la temperatura en la superficie exterior del cuerpo considerado. Los conos Seger no tienen estos inconvenientes, pero puesto que su funcionamiento se produce por gravedad, precisan inmovilidad absoluta.

El problema concreto que se nos presentó fué la determinación de la temperatura máxima a que estaría sometido el núcleo de una piedra caliza en su paso desordenado a través de las diferentes zonas de un horno continuo de cocer cal.

I. DISPOSICION EXPERIMENTAL

Se adoptaron unos pequeños cilindros o testigos, en el interior de los cuales habían de colocarse sustancias puras de pun-

to de fusión conocido. Los cilindros se construyeron en acero refractario 25/20, tipo THERMAX 11A, equivalente al tipo KRUPP NCT.3 ó al americano nº 310.

Estos cilindros van albergados en sendas camisas o fundas cilíndricas del mismo material (acero), que ajustan exactamente al diámetro de los cilindros. Las dimensiones pueden verse en el esquema de la fig. 5. Cada cilindro lleva cuatro cavidades cilíndricas, de 4 mm de diámetro y 4,5 mm de profundidad, en las que se colocan las sustancias "patrón". Una vez rellenas las cavidades, se introduce el cilindro en su funda y queda listo para su aplicación al material.

Para esta introducción será preciso utilizar la presión proporcionada por una prensa de carpintero o dispositivo análogo, puesto que el cilindro debe entrar en la funda muy justo para evitar pérdidas de sustancia y para que el conjunto no se desarme durante los movimientos y vibraciones a que estará sometido el material a cocer.

Para desarmar los testigos, una vez salidos del horno, se emplea un extractor tubular, aplicando presión tal como se explicó anteriormente.

II. ELECCION DE LAS SUSTANCIAS PATRON

En esta elección interviene, en primer término, el margen de temperaturas que se pretende abarcar. En nuestro caso particular se trataba de medir el campo 700 - 900 °C, pero el sistema puede servir para otras temperaturas cualesquiera, siempre que no se sobrepase la temperatura de utilización del acero refractario (aproximadamente, 1.000 °C).

Una primera revisión a la tabla de puntos de fusión de sustancias inorgánicas puras, tal como la que puede verse en: "P. Lebeau, Les Hautes Températures, Tomo II, págs. 1272 - 1283, París,

1950", muestra que existen muchos compuestos inorgánicos aptos, en principio, para ser utilizados como sustancias patrón.

Hay, no obstante, algunas limitaciones, varias de ellas comprobadas experimentalmente por nosotros. Por ejemplo, los compuestos de la tabla I y, probablemente, muchas otras sales haloideas, no pueden ser empleados con los testigos de acero. Antes del punto de fusión tiene lugar una volatilización del producto, debido, posiblemente, a la reacción entre sólidos, con el acero al rojo y subsiguiente volatilización del cloruro de hierro formado.

TABLA I

Compuesto	Punto de fusión (°C)
Br_2Mg	700
BrK	750
BrNa	766
ClK	790
ClNa	801
Cl_2Sr	873

Otro compuesto -el PbO , p. f. 879°C - se descompone al contacto del soporte (hierro), y queda una bolita de plomo fundido en las cavidades del testigo.

Para nuestros fines hemos adoptado los materiales de la tabla II, cuyo resultado es satisfactorio.

TABLA II

Producto	Punto de fusión (°C)
CO_3Li_2	735
$\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{CaO}$	778
CO_3Pb	844
CO_3Na_2	860
SO_4Na_2	884
CO_3K_2	896
CrO_4K_2	968
$2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$	986
SO_4Cd	1000

Es necesario partir de sustancias de la máxima pureza, reactivos para análisis, y luego fundir cada uno de los compuestos en crisol de platino para eliminar cualquier traza de agua -hume- dad o agua de cristalización-, triturarlos cuidadosamente y guar- darlos en frascos herméticos hasta el momento de su empleo.

Cabe pensar en la utilización de aleaciones de punto de fusión conocido, en lugar de las sustancias cristalinas por nosotros empleadas. Dificultades de orden práctico nos han impedido por ahora llevar a cabo esta experiencia.

III. REALIZACION DE LAS MEDICIONES

Una vez bien limpias las cavidades de los testigos, se rellenan con las sustancias deseadas, eligiendo, de la tabla II, aquellos compuestos que abarquen, con la aproximación requerida, el margen de temperaturas considerado. Se cierran los testigos y se co locan dentro del material sobre el que va a llevarse a cabo la me- dida.

En nuestro caso se realizó haciendo una cala, con broca, en la piedra de cal y tapando el orificio, una vez introducido el testigo, con un tapón de la propia piedra, que puede pegarse con silicato sódico (solución) para aumentar la seguridad del cierre.

Se llevan las piedras al horno de cocción y, una vez sacadas de él, se rompen para recuperar los testigos. Estos llevan unas marcas de identificación grabadas en el acero.

Extrayendo cuidadosamente los cilindros interiores puede observarse, a simple vista o con una lupa, el estado de cada una de las sustancias dentro de las cavidades: Unas se presentan tal como se han introducido (en forma de polvo totalmente suelto); otras están parcialmente sinterizadas, su volumen aparente se ha hecho menor y cuesta algún trabajo desmoronarlas con la aguja; otras se presentan bajo la forma de una pequeña bolita de sustancia fundida y, finalmente, puede ocurrir que algunas cavidades se encuentren total o parcialmente vacías por escape de la sustancia fundida, bien por volatilización o por derrame del líquido por la junta cilindro-fundida.

En todo caso, el examen de los testigos permite sacar conclusiones respecto a la probable temperatura alcanzada en el interior del material en estudio.

La fig. 6 muestra el aspecto de los testigos, una vez sacados del horno y abiertos.

Puede, si se desea, efectuarse un tarado previo con cada una de las sustancias en los testigos, si se dispone de un horno de laboratorio de temperatura perfectamente controlada.

IV. APLICACIONES

Aparte del caso particular aquí presentado, los testigos expuestos pueden servir para determinar la temperatura alcanzada en el interior de un ladrillo, de una pieza cerámica sometida a cocción o, simplemente, en el interior de un horno continuo cualquiera. Los testigos pueden mezclarse con el material a cocer, por ejemplo arcilla en terrones o en polvo, para que sigan el proceso de calefacción del material en el interior del horno. Esto puede aplicarse a la activación térmica de arcillas y otros procesos análogos.

- - -