

- 35 -

618-16 EL HORNO DE ALTA TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE CEMENTOS

(Der Hochttemperaturofen im Zementlabor).

E. Spohn.

De: "ZEMENT-KALK-GIPS", nº 9, septiembre 1950.

Tema de estudio constante es el de buscar las relaciones que pueden existir entre la cocción del cemento y sus propiedades. Es preciso operar de manera que las condiciones de la cocción estén bien definidas, cosa muy difícil, sino casi imposible tanto en el horno industrial como en el de Laboratorio. Es una rama de la investigación reservada a aquellos Institutos equipados para el caso. Para el profano resulta casi increíble que pueda afirmarse que en el Mundo entero no existe un solo laboratorio donde se puedan imitar las condiciones y circunstancias de la cocción del proceso industrial: es una laguna que verdaderamente habrá que llenar.

En los tiempos de Michaelis se usaban (y aún se siguen usando actualmente en muchos laboratorios), pequeños hornos verticales donde se coccen briquetas de crudo con carbón de coque; sin embargo, este método da resultados muy deficientes.

En los últimos tiempos se ha perfeccionado mucho la técnica de las altas temperaturas y, resueltas casi todas las dificultades, se dispone de hornos que no solo sirven para el Laboratorio de investigación, sino principalmente para el Laboratorio de Control de la fabricación en las instalaciones industriales, al que se proporciona así un método mucho mejor que el de la determinación de la cal total. Como se sabe, la correcta dosificación de la cal en el crudo representa una cantidad de cal bien determinada y fija que depende de las dosis de sílice, alúmina y óxido férrico: para su cálculo existen numerosas fórmulas. Pero el método que se basa en su determinación cuantitativa es sólo de una utilidad muy relativa para el químico

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

que tiene que llevar el control de la fábrica y de la calidad del producto - ya que no es suficientemente rápido en general y sólo es verdaderamente eficaz en casos excepcionales en que es posible esperar que se complete con el análisis íntegro o total.

En la determinación rápida usual de la cal total hay también el inconveniente derivado de la eventual presencia de la magnesia, que se computa como cal.

Además el análisis no es el único punto a tener en cuenta cuando se quiere saber la dosificación debida o correcta de la cal; hay otros puntos importantes, como son la finura del crudo, la procedencia de las primeras materias, la temperatura de cocción, la duración de ésta, la velocidad de enfriamiento, etc.

Cuanto más imprecisiones se acumulen en el control de la cal, mayor margen habrá que dejar, para tener la seguridad de no excederse en su dosificación y no rebasar así la zona peligrosa de los cementos expansivos. Este margen de seguridad se traduce en una renuncia a buenas cifras de resistencia en el cemento que sólo en parte se recuperan moliendo muy fino y a costa de un suplemento de gasto.

Sería ideal disponer de un método rápido para determinar la cal total sin tales imprecisiones o mejor, una valoración que indicara directamente la diferencia en más o en menos respecto del límite real de cal, determinación que habría que hacer inmediatamente detrás del molino de crudo cada hora o aún más frecuentemente para no tener necesidad de emplear gran número de silos de mezcla.

El autor realizó hace ya 10 años una determinación de ese tipo que requería apenas una hora para su ejecución L. A. Dahl, en los Estados Unidos publicó también algo por el mismo estilo.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

Estos métodos abreviados permitieron ya ir prescindiendo de la determinación de la cal total, desde luego más rápida pero también más inexacta.

La determinación de la cal que falta se efectúa mezclando una cantidad previamente pesada de crudo, con una cantidad también de peso conocido, de CaCO_3 puro. Es posible determinar por cálculo, refiriéndolo a la substancia calcinada, lo que ha de aumentar el contenido de CaO . Se suelen escoger las cantidades a pesar de manera que resulten valores expresables en números redondos como por ejemplo, un aumento de un 1% de CaO .

Se cuecen en un horno de laboratorio unos tres gramos de la citada mezcla. Por comparación con clinker industriales se deducirán la duración y la temperatura de cocción necesarias para obtener iguales resultados que con el correspondiente proceso técnico. En muchos casos basta una cocción de 20 minutos a 1460°C .

Se determina luego la cal libre en el producto de la cocción. Supongamos que resulta ser 0,6%; si lo añadido con el carbonato cálcico es un 1% de CaO es evidente que al clinker anterior le faltaban 0,4% de cal para llegar al límite, es decir a la dosis máxima justa.

Durante la fabricación, el valor de la saturación en cal varía por la acción de las cenizas del carbón, por lo cual para operar con precisión es necesario adicionar a la probeta de ensayo de cocción la cantidad correspondiente de carbón.

Cuando se emplean carbones de calidad constante cabe una simplificación del procedimiento. Una vez sabido que, por ejemplo, se requiere un crudo con 0,8% de exceso de cal para obtener un clinker exactamente saturado en cal puede omitirse en la probeta de ensayo no sólo la adición del carbón sino incluso la del carbonato cálcico ya que basta mantener el crudo con aquél 0,8% de cal libre.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

Cuando se dispone de una instalación industrial moderna puede operarse así sin peligro. Si la fábrica está algo anticuada hay que mantenerse algo por debajo para tener un cierto margen de seguridad.

Para la determinación de la cal libre se emplea generalmente el método de Emloy, suficientemente conocido y que no juzga necesario explicar de nuevo el autor.

La ventaja principal que reporta el empleo del método basado en la determinación de la cal que falta es que no es necesario enfriar el horno y volverlo a calentar para cada prueba pues basta disponer en él un regulador que permita tenerlo en marcha permanente con la constancia suficiente.

Los buenos resultados que con este método se obtienen no se reflejan precisamente en mejoras de la calidad del cemento sino más bien en una mayor uniformidad de la aptitud de cocción y en la disminución de las perturbaciones de la marcha del horno aún cuando en el crudo sobrevengan fuertes fluctuaciones en el módulo silíceo y que el módulo de alúmina no se mantenga perfectamente constante. Todo ello no deja de tener su influencia en el aumento de la producción y en la economía de combustible.

En el Laboratorio, para poder aplicar el método de la cal que falta necesita disponer de un crisol o de una naveta de platino donde quepan unos tres gramos de material.

El horno debe poder estar en marcha permanente durante meses enteros sin que haya necesidad de pararlo para cuidados o reparaciones. En el sitio donde se efectúa la cocción no debe presentar zonas de temperaturas diferentes como ocurre en el caso de hornos demasiado pequeños.

La medición de la temperatura debe corresponder a la que realmente existe en la muestra. Su atmósfera de trabajo debe ser más bien oxidante.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

A continuación el autor menciona varias condiciones con que debe estar dotado el horno y requisitos que debe cumplir, y luego detalla diversos tipos de hornos eléctricos que pueden ser empleados: hornos de sílita, de molibdeno, de resistencias de carbono, de platino, de platino-rodio, etc. de los que expone características, ventajas o inconvenientes.

Los hornos de gas son menos delicados que los eléctricos. Su sencillez, baratura y seguridad los recomiendan. Puedo llegarse con ellos a los 1600°C y aún más, utilizando oxígeno u otros artificios.

Aún cuando no es absolutamente indispensable conviene casi siempre proveerlos de una campana para la expulsión de los gases, cosa también recomendable en algunos hornos eléctricos.

El horno alemán Degussa y el norteamericano Brandenburg se hallan muy difundidos. Con ellos se alcanza rápida y fácilmente el punto de fusión del platino, pero en cambio es dudoso que se puedan establecer con el grado de precisión suficiente las condiciones adecuadas para el proceso de determinación de la cal que falta.

El horno Schnabel que antes de la guerra suministraba la Manufactura Nacional de Porcelana de Berlín (Staatliche Berliner Porzellanmanufaktur Werk Selb), según experiencia del autor daba muy buenos resultados, si bien caben aún en él determinadas mejoras.

El horno DFC, tipos 4123 y 392 puede usarse para aquella determinación,

Finalmente el horno Remney nº 2150 tiene una mufla horizontal fácilmente accesible y es por lo tanto muy recomendable para la presente aplicación. Aún cuando dicha mufla es innecesariamente grande para el proceso en cuestión, como el aislamiento está muy bien hecho, el consumo de gas no es nunca excesivo. Está calculado para 1760°C por lo que los 1450°C necesarios no constituyen ninguna fatiga y permiten trabajar de manera continuada

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

con un buen margen de seguridad.

La regulación de la temperatura en los hornos eléctricos se suele referir a la de los elementos termogeneradores, mientras que en los de gas se suele hacer a base de las indicaciones de un termo-par de platino y platino-rodio. Dicha regulación suele ser automática en los hornos modernos, con su suficiente sensibilidad para mantener un régimen muy estable de temperaturas.

Finalmente acompaña el artículo un cuadro de las características - de cinco de los hornos mencionados.

Remmey nº 2150, DFC nº 392, DFC nº 4123, Schnabel y Baker-Brunjes.

Los cuatro primeros son de gas y el último es eléctrico a base de resistencias de platino-rodio. A. M.
