estudio de la marcha de los materiales en el horno rotativo con ayuda de trazadores radiactivos

G. GRASLAND

del Laboratorio Central de Cementos Lafarge

Silicates Industriels, XXX, n.º 10, octubre 1965, pág. 554

introducción

El cemento portland se compone, esencialmente, de silicatos cálcicos. Se obtiene por cocción en un horno rotativo de una mezcla apropiada de caliza y arcilla. Las temperaturas alcanzadas en el curso de esta operación son del orden de 1.500° C. Por esta razón, la marcha de los materiales en el horno se hace difícilmente accesible a los métodos habituales de experimentación; no se puede apenas más que observar el resultado final, o, por medidas indirectas, tratar de dar unas explicaciones más o menos convincentes.

Los trazadores radiactivos permiten paliar esta laguna; es lo que precisamente se ha hecho en las experiencias que señalaremos a continuación, realizadas hace tiempo ya por M. Rabot en colaboración con el C.E.A.

condiciones experimentales

Antes que nada, unas palabras en cuanto a la elección del trazador.

Este debe ser representativo del material, es decir, tener un comportamiento físico análogo a aquél. A este respecto, un "trazador intrínseco" hubiera sido ideal; se podía pensar obtenerlo por irradiación previa de una cierta cantidad de material crudo.

Los elementos principales que se encuentran en las primeras materias de las fábricas de cemento son el calcio, el silicio, el aluminio y el hierro. Examinemos si estos elementos van bien desde el punto de vista de la radiación emitida. El trazador a emplear debe ser emisor γ con una energía suficiente (aproximadamente 1 MeV) para poder detectarse al exterior del horno después de atravesar la chapa y el ladrillo refractario. La actividad glo-

bal a emplear debe ser de algunas decenas de milicurios. Finalmente, el período del radioelemento utilizado no debe ser muy largo para evitar tener que tomar medidas de seguridad en lo que respecta al cemento contaminado; tampoco debe ser muy corto para conservar una actividad suficiente en el momento de la experiencia.

Volvamos a los constituyentes principales de las materias crudas en las fábricas de cemento:

^{45}Ca y ^{31}Si son emisores β ;

^{59}Fe tiene una actividad específica muy débil;

^{28}Al tiene un período muy corto (2 minutos).

Otro constituyente menor de las materias primas, el sodio, podría convenir desde el punto de vista de la radiación, pero los compuestos de sodio no tienen un comportamiento idéntico al del conjunto de la materia, ya que evaporan en los alrededores de 900°C .

El trazador adoptado finalmente es el ^{140}La , bajo forma de óxido de lantano. El lantano 140 es emisor γ , emitiendo el 75 % de la radiación con una energía de 1,6 MeV y su período es de 40 horas; por fin, el La_2O_3 presenta una inercia química frente al calcio y al silicio y su temperatura de fusión es superior a 2.000°C .

El óxido de lantano se introducía en la pasta en el interior de sellos de farmacia, correspondiendo cada sello aproximadamente a 100 milicurios de lantano 140.

El dispositivo de detección estaba constituido por un cierto número de contadores Geiger-Muller dispuestos a lo largo del horno al nivel de las zonas más interesantes (fig. 1).

Un conmutador telefónico reunía sucesivamente cada uno de los contadores en una escala única de recuento cuyas indicaciones eran vueltas a escribir por un telescriptor (figura 2).

Fig. 1.—Esquema del horno y posición de los contadores.

Fig. 2.—Dispositivo de detección y de registro.

resultados obtenidos

El paso del isótopo radiactivo delante de cada contador se traducían, después de las correcciones habituales, en curvas como las que se representan en la figura 3, curvas relativas a uno de los ensayos.

Se puede destacar la marcha disimétrica de estas curvas, marcha que resulta de la exposición del isótopo en el horno.

Por otra parte, el valor absoluto de los impulsos medidos por cada contador no son comparables, siendo el tipo de recuento tanto más débil cuanto mayor es el espesor de absorción entre el contador y el trazador. Este espesor es extremadamente variable según las zonas del horno. Por otra parte, la densidad de la materia misma, así como su velocidad de paso ante el contador, influyen igualmente en el tipo de recuento.

Fig. 3.—Detección del paso del isótopo.
 Contador número 2 + + + +
 Contador número 3 — — — —
 Contador número 4 — — — —
 Contador número 5 — — — —
 Contador número 6 — . — . —
 Contador número 7

Fig. 4.—Anchura del periodo en función del emplazamiento del contador.

Estas curvas son la base de la interpretación de los resultados:

- El conocimiento de la abscisa del máximo de estas curvas, o de la abscisa de su centro de gravedad (siendo diferentes estos dos puntos por la disimetría de las curvas), permite determinar la velocidad media del material entre dos contadores.

Así se ha podido comprobar que esta velocidad varía mucho según las zonas del horno:

0,3 metros por minuto a la entrada;

3 metros por minuto en el punto de medida número 4;

0,75 metros por minuto a la salida.

- La anchura de las curvas a media altura o “anchura de periodo” da una idea de la exposición del isótopo y, por tanto, del movimiento del material. En la figura 4 se comprueba que la exposición no aumenta prácticamente entre los puntos de medida 2 y 5. Este hecho es particularmente importante; indica que en toda esta zona, aproximadamente el 40 % de la longitud del horno, la materia no se voltea, sino simplemente se transporta y, en consecuencia, los cambios térmicos deben ser débiles.

Esto no se ha confirmado por medidas relativas a los polvos. Se han hecho tomas de polvo a la salida del electrofiltro (fig. 5) y las medidas relativas a la actividad de estos polvos en función del tiempo se expresan en la figura 6.

Se comprueba entre 0 y 40 minutos una actividad radiactiva en los polvos nula; este período corresponde al paso del material en la primera mitad de las cadenas. Entre 40 y 60 minutos aparece un aumento extremadamente importante de la actividad de los polvos, lo que corresponde al paso del isótopo en la segunda mitad de las cadenas. Entre 40 y 100 minutos la actividad de los polvos no aumenta más, lo cual corresponde al paso del isótopo en la zona donde el material está poco volteado. Finalmente, a partir de 100 minutos aparece una disminución de la actividad, debida a la llegada del isótopo a la zona de cocción.

Fig. 5.—Esquema del circuito de polvo.

Fig. 6.—Actividad de los polvos en función del tiempo.

De este modo, por las medidas relativas a los polvos se confirma la existencia de una zona donde la materia sólo se voltea muy poco e igualmente se confirma que una longitud de la zona de cadenas importante es responsable, en gran parte, de la formación de polvos.

conclusiones

Los resultados de los ensayos hechos durante estas experiencias, si bien no han permitido aportar hechos nuevos, sí han tenido el mérito de confirmar antiguas hipótesis; a saber:

- 1) Que la velocidad del material es variable según las zonas del horno.
- 2) Que una fracción importante de la longitud del horno se comporta como un simple aparato de transporte; esto confirma las suposiciones de los teóricos como Gyggi y Eigen, quienes han subrayado que la mejora térmica de los hornos rotativos de cemento residía en la preparación de esta zona térmicamente pasiva.
- 3) Que las cadenas eran, en gran parte, responsables de la producción de polvos.

Para obtener plenamente el fruto deseado, este método debería aplicarse sobre un horno no sometido a los imperativos de la fabricación, donde sería posible modificar las condiciones de marcha, lo cual se sale, entonces, del caso tratado en los ensayos citados en este trabajo.

bibliografía

R. RABOT: "Les applications Industrielles des Radioéléments". Collection de l'A.N.R.T.

Traducción y adaptación de F. Soria