

- 26 -

617-2 CONSTITUCION DEL CLINKER DE CEMENTO OBTENIDO MEDIANTE EL PROCESO BASSET

(Constitution of Cement Clinker Obtained By Basset Process).

K. Koyanagi y T. Sudoh.

De: "ROCK PRODUCTS", 129, Febrero 1950.

Este trabajo puede considerarse como la continuación del publicado por el Dr. Koyanagi, y del cual hemos dado cuenta a nuestros lectores (Últimos Avances, nº 2, pág. 18), en el que se describía el horno utilizado para la fabricación mixta hierro-cemento, los crudos empleados y algunos detalles característicos del proceso de obtención. Como es sabido, el proceso Basset consiste en la reacción en horno rotativo de una mezcla de caliza y mineral de hierro, para la obtención final de fundición y cemento.

Las profundas investigaciones del Sr. Koyanagi le han llevado a la conclusión de que el cemento obtenido por el proceso Basset pertenece al tipo portland artificial, aunque contiene algo de hierro metálico (que puede separarse por medios magnéticos) y un ligero exceso de alúmina. El examen microscópico ha demostrado que los minerales clásicos del clinker (alita, AC_3 y SC_2) se encuentran presentes en el procedente del proceso Basset, en forma de cristales relativamente grandes.

La composición química del clinker Basset viene influenciada por el empleo de mineral de hierro (o cenizas de piritas) como crudo y por los procesos de reducción que tengan lugar en el horno. En el caso que nos ocupa, las muestras de clinker procedían de una fabricación mixta en la que se utilizaron cenizas de piritas. Las lajas observadas tenían algunos granos de hierro metálico y sus secciones eran de color blanco grisáceo. Después de la molturación y separación magnética del hierro, el cemento obtenido da la siguiente composición química media:

SiO_2 , 21,81; Al_2O_3 , 8,46; Fe, 1,58; CaO, 65,60; MgO, 185;
S, 0,70; Cal libre, trazas;

Peso específico, 3,16; residuo sobre 4.900 mallas, 2%.

En cuanto a resistencias, se hallaron 35 kg/cm² a la tracción y - 438 Kg/cm² a compresión; ambas a los 28 días.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

Para la observación microscópica se hizo uso de las dos técnicas conocidas: por transparencia y por reflexión sobre superficies pulidas y - corroídas. Como líquido de ataque se empleó solución de NO_3H en alcohol - absoluto, al 1,0%. En las figs. 5 y 6 pueden verse microfotografías de es - tos clinkers. La fig. 5 representa una laja de clinker pulida y atacada - con ácido en la que pueden verse los grandes cristales de alita (A) y un - cristal cuadrado de AC_3 (B). Las dos microfotografías están tomadas con - 100 aumentos. Cuando una de estas secciones delgadas es observada por - transparencia, utilizando Nicols, puede verse que los cristales B son iso - trópicos. (Fig. 7).

Como se sabe, es francamente difícil localizar por medios ópti - cos los cristales de AC_3 en el clinker de portland comercial, debido a la proximidad de los índices de refracción entre dicho compuesto y el SC_3 , es - pecialmente en sistemas ricos en AC_3 debido a la presencia de hierro. Ins - ley y McMurdie encontraron cristales de AC_3 como material intersticial en algunos clinkers ordinarios. La alita aparece en el clinker Basset en for - ma de cristales hexagonales bien formados, de tamaño semejante a los de - AC_3 . Después del ataque con ácido y observados a la luz reflejada, los - cristales de alita mostraron una estructura zonar, que está muy influenci - da por la dirección del eje principal. La superficie es más clara cuando se mantiene perpendicular al eje y algo menos nítida cuando se trata de - una cara paralela a dicho eje. También se observó en dichos cristales, ob - servados por transparencia, una débil birrefringencia.

La estructura zonar de la alita muestra la existencia de una fal - ta parcial de uniformidad en la composición del cristal debida al enfria - miento o congelamiento instantáneo de una solución sólida. Si se observa más minuciosamente la microfotografía de la fig. 5 así como la de la fig. 6 puede apreciarse como un cristal de alita está situado en el centro de un gran cristal cuadrado de AC_3 . Este fenómeno demuestra la posibilidad de - formación de una solución sólida de los dos componentes mineralógicos an - tes citados, y que la alita puede "crecer" sobre un cristal de aluminato - considerado como sustancia madre.

Los resultados de los exámenes ópticos anteriores están en fran - ca coincidencia con los obtenidos por la investigación roentgenográfica, tal como se indica en una extensa tabla del trabajo original que comenta - mos. Las muestras de clinker para el ensayo a los rayos X se prepararon - dividiendo el clinker pulverizado en 20 fracciones por medio de una máqui -

na centrífuga girando a 3.000 r.p.m. y empleando la técnica de los líquidos pesados. Para las suspensiones se han utilizado mezclas de ioduro de metileno y tetrabromuro de acetileno, de densidades diferentes. Como el clínker contiene una cierta cantidad de sustancias más ligeras que los constituyentes del portland ordinario fué preciso, en ocasiones, añadir ioduro de etileno (de p.e. 2,18) a las soluciones de separación. Los resultados de la separación centrífuga así como la composición química de cada una de las fracciones separadas, se dan en otra tabla del trabajo del Sr. Koyanagi.

En la separación centrífuga de los componentes del clínker de cemento ordinario, tal como se ha referido en trabajos anteriores, se vió que en AC_3 y el SC_3 se concentran siempre en las fracciones más ligeras, mientras que el SC_2 , FAC_4 y MgO lo hacen en las más densas. Los márgenes empleados en la separación ordinaria son 2,9 (para el inferior) y 3,2 (para el superior), referidos a las densidades de los líquidos empleados. En el caso del clínker Basset se ha ampliado la escala hasta 2,88 - 3,33, debido a que este clínker contiene, si bien en proporciones escasas, algunos ingredientes distintos, en cuanto a peso específico, de los bien conocidos componentes del clínker. En las fracciones más ligeras se encuentra presente una cierta proporción de sulfuro cálcico y en las más pesadas hay hierro metálico, tal como puede comprobarse por los análisis químicos. Puede admitirse que el AC_3 está contenido en la fracción de densidad 2,88 a 3,06 y el SC_3 entre el límite anterior y 3,18. El SC_2 , por el contrario, está en las fracciones más densas.

Para el estudio con rayos X se utilizaron ocho fracciones separadas, añadiendo un 30% de $CLNa$ a cada muestra. Según los resultados logrados, se ve que la alita y el AC_3 contenidos en el clínker Basset son de composición idéntica a la de aquellos que entran a formar parte del clínker comercial. En cuanto al SC_2 , se ha visto que está presente en el clínker Basset en la forma beta. El silicato dicálcico aparece en estos clínkers en forma de granos redondeados y finamente estriados de tamaño relativamente grande. En algunos de ellos, las estrias interpenetran la masa - mientras que en otros marchan a lo largo de las superficies. A veces se observan bandas oscuras en los cristales de alita (observense las figs. 8 y 9). La fig. 8 está obtenida con 180 aumentos, a la luz reflejada, mientras que la 9 muestra las bandas oscuras alrededor del cristal de alita; ha sido tomada por transparencia, con Nicols y 100 aumentos. Estas bandas consisten en una masa de finos granos cristalinos de elevada birrefringencia, los cuales pueden identificarse con el SC_2 (Tipos I, II y III de Insley o alfa- SC_2 de Sandius).

Además de los minerales citados, que son los principales, se han visto en estos clinkers, con cierta frecuencia, numerosas partículas cristalin_{as}, coloreadas en blanco amarillento, esparcidas por la alita, silicato tricálcico y la parte vítrea del clinker. Al principio se creyó que estos cristales eran de cal libre pero el análisis químico no demostró la presencia de dicho componente (a pesar de que los cristales eran fácilmente corroídos por el FH). Después de algún tiempo, estos cristales, por exposición al aire, desaparecieron desprendiéndose al mismo tiempo un leve olor a SH₂. De aquí se dedujo que dichas partículas estaban compuestas por sulfuro cálcico.

El clinker Basset contiene, como se ha visto por los análisis, - cierta cantidad de hierro en forma de glóbulos metálicos. Una microfotografía a este respecto puede verse en la fig. 10. Hay un cristal de cementita característico, mostrando una forma bien definida que confirma la hipótesis de que el hierro presente en el clinker está en forma de acero.

Está fuera de dudas, a juicio del autor, que la alita presente en los portland ordinarios no es SC₃ puro sino una solución sólida de SC₃ y una cierta cantidad de AC₃.
