

- 11 -

616-19 COCCION DEL CEMENTO EN HORNOS VERTICALES

(Burning Coment in Shaft Kilns).

S. Gottlieb.

De: "ROCK PRODUCTS", 113, octubre 1950.

---

En los dos últimos números de este Boletín (ver Ultimos Avances, nº 14, pág. 33 y nº 15, pág. 12) se ha tratado de la cuestión de los hornos verticales para cemento siendo de notar la circunstancia particular que la mayoría de los trabajos que aparecen al respecto son de origen europeo. El que ahora comentamos, aunque aparezca en una revista norteamericana, se refiere a los trabajos experimentales llevados a cabo en la Queensland Cement and Lime Co., de Australia por el autor Dr. Gottlieb que ha dedicado la mayor parte de su vida al estudio de los hornos verticales desde un punto de vista crítico y desinteresado, es decir, fuera de toda propaganda.

Es mucho, en efecto, cuanto se ha dicho y escrito sobre los hornos verticales en relación con los rotatorios y, al parecer no hay razón alguna fundamental para que ciertos países hayan descartado por completo dichos hornos pues en el Continente Europeo hay muchos de ellos funcionando con resultados comparables o superiores a los del horno clásico. La cuestión de los hornos verticales debe pues ser revisada a la luz de los últimos perfeccionamientos.

Si nos referimos, por ejemplo, al proceso térmico en un horno vertical comparándolo con el de un horno rotativo, no hay más remedio que llegar a la conclusión de que las posibilidades para mejorar la transmisión del calor son incomparablemente mejores en el tipo vertical. En el horno rotatorio, el calor de la llama debe transmitirse a una superficie relativamente pequeña que presenta el material contenido en el interior del tubo y, por mucho que se haya tratado de mejorar la mezcla del sólido con los gases calientes, ya se comprende que el rendimiento de esta transmisión debe ser pequeño,

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

sobre todo a temperaturas no muy altas. No hay que olvidar que la transmisión del calor en el horno rotativo se hace, en su mayor parte, por radiación y el coeficiente de transmisión aumenta con la cuarta potencia de la temperatura absoluta. El calor radiado por la llama es mucho mayor que el absorbido por la pequeña superficie del material presente, razón que obliga a los fabricantes de hornos a alargar considerablemente las zonas de precalentamiento del tubo. En otros sistemas se acude a las parrillas Lepol, transportadores helicoidales, paletas o cadenas en el horno etc. Una de las ventajas indiscutibles del horno giratorio es que el material se encuentra en agitación continua en su interior, lo cual favorece la obtención de un clínker muy homogéneo.

Las posibilidades de transmisión del calor pueden utilizarse plenamente en el caso de los hornos verticales. Si se alimenta un horno de estos con pequeñas briquetas o nódulos de crudo, los cuales ofrecen una gran superficie activa, el coeficiente de transmisión del calor por convección es muy bueno. Hemos de recordar que la velocidad de transmisión del calor por convección aumenta casi con el cuadrado de la velocidad de los gases calientes y que la fricción varía también con dicho cuadrado, si la densidad permanece constante. Es lógico que si los nódulos son de pequeño tamaño la velocidad del gas en los huecos de la carga será muy grande y lo mismo las pérdidas por fricción. Traducido esto en números significa que si se quiere lograr una caída de temperatura, entre los gases de entrada y los de salida de 1426° a 93,5° basta un horno vertical cuya longitud (altura) sea de 1,83 m. mientras que para llegar al mismo resultado con hornos rotativos, se precisan tubos de 70 m. para la vía húmeda y de 45 m. para el proceso semi-seco.

Hay, no obstante, muchos problemas por resolver en un horno vertical para cemento. El más importante de todos es lograr una uniformidad aceptable en el flujo de gases calientes. Como es sabido, en este tipo de hornos, el material fresco aglomerado en pequeñas briquetas entra por el tragante, mientras que los gases ascienden a través de la carga. El material de la parte superior del horno se va desecando, se calcina luego y finalmente se sinteriza. Durante cada una de estas tres etapas, la carga se mueve con

diferentes velocidades hacia la parrilla de descarga, haciendo que varíe la resistencia al paso del gas. En una palabra, la "compacidad" o porcentaje y distribución de huecos, que viene a ser lo mismo, no es constante en toda la carga del horno, lo cual afecta a la distribución de la corriente gaseosa. Existe, además, el llamado "efecto de pared" que consiste en que, en el eje hipotético del cilindro formado por el horno y su carga se retiene más calor debido al efecto aislante de las capas de material que rodean interiormente a las paredes. Como es natural, en esta zona el material se cuece más de prisa y por tanto desciende con más rapidez hacia la parrilla de descarga. Otra consecuencia del efecto de pared es que la resistencia del material al flujo de gases en las zonas contiguas a las paredes del horno es más baja, lo cual trae como consecuencia que la mayor parte de los humos caminen por dicha zona gastándose un exceso de aire. Por la misma razón, en las zonas centrales habrá defecto de aire (oxígeno) y abundancia de monóxido de carbono (atmósfera reductora). Todo ello contribuye a la heterogeneidad de comportamiento del horno y a la obtención de clinkers en diversos grados de cocción.

Se han hecho muchos intentos para subsanar tales deficiencias tales como los hornos con zonas de sección cónica (ver Ultimos Avances nº 15, pág. 12) y, con ciertos tipos de crudos, se ha llegado a la fabricación de clinker de calidad idéntica a la producida por hornos rotativos vía húmeda. La calidad del crudo, facilidad de cocción del mismo, agua necesaria para obtener una plasticidad normal (para fabricar los nódulos) y otros factores influyen considerablemente sobre el comportamiento del horno vertical. En este sentido, no hay más remedio que admitir que este horno es mucho más sensible a cualquier variación, que el rotatorio corriente. Cualquier pequeña alteración en las condiciones de fabricación interviene considerablemente en la calidad del clinker resultante.

Hay dos tipos principales de hornos verticales; aquellos en los que las bolitas, briquetas o nódulos (en incluso "churros" continuos) están formados por una pasta del crudo y carbón que va a arder en la cocción del ce-

mento y aquellos otros en los que por el tragante entran solamente las pastillas de crudo mientras que la combustión se hace con aceite o polvo de carbón inyectados. A este tipo responde el esquema de la fig. 1 en la que los números significan: (1) Tubo de caída con recubrimiento refractario (ver fig. 2), (2) mechero de aceite, (3) tubos para el agua, (4) cámara de vaporización, (5) entrada de aire secundario, (6) alimentador rotativo para los gránulos, (7) soplante de aire primario, (8) tubo de salida de gases, (9) chimenea, (10) bomba centrífuga, (11) cambiador de calor aceite/agua, (12) bomba de aceite, (13) parrilla de descarga, (14) cilindro, (15) válvula, (16) parrillas auxiliares de descarga, (17) transportador de clinker. Como puede verse en la fig. 2, hay un tubo de acero sin soldadura que termina en forma de campana, en cuyo centro va dispuesto el atomizador de aceite.

También se han realizado considerables avances en los últimos tiempos en cuanto a máquinas briqueteadoras, algunas de las cuales son descritas por el Sr. Gottlieb; alimentadores, es decir, dispositivos para lograr que la entrada de nódulos en el horno sea regular; instrumentos de control y regulación, etc. Con todo ello se ha llegado a un considerable grado de adelanto en los hornos verticales que, especialmente con ciertos tipos de crudo, pueden ahora competir ventajosamente con los rotativos.

En detallados cálculos de balances térmicos relativos a determinados tipos de hornos, dados por el autor, se alcanzan cifras de consumo del orden de 1.110, 900 y 870 kcal/kg. de clinker producido, e incluso 840 kcal, en un caso particular.