

- 4 -

616-13 ALIMENTACION DE LOS HORNOS ROTATIVOS CON CARBONES BAJOS.

(Firing Kilns With Low-Grade Coals).

J. Ferrer-Vidal.

De: "ROCK PRODUCTS", 139, abril, 1950.

Este artículo de nuestro compatriota Ferrer-Vidal, sobradamente conocido de nuestros lectores por sus interesantes trabajos sobre la fabricación del cemento, puede considerarse como complemento y continuación de otro aparecido en el número de Abril de 1944 de la revista "Cemento-Hormigón".

Como dice muy bien el autor, el método más económico para quemar un combustible en una instalación cementera de horno rotatorio, ha de ser determinado experimentalmente ya que es imposible quemar toda clase de carbones en una instalación dada. Es lógico que las condiciones "químicas" de la combustión (relaciones combustible-comburente) así como los aparatos auxiliares del mecanismo (ventiladores, toberas, molinos, secaderos, etc.) habrán de adaptarse para cada caso particular. Las instalaciones suministradas por los fabricantes de maquinaria vienen previstas para el consumo de carbón de calidad corriente, es decir, de unas 7.000 kcal, 15 a 22 % de volátiles, 50-70 % de carbono fijo, 10-15 % de cenizas y no más de 10 % de humedad. Cualquier variación importante en estas características requiere un cambio completo en las condiciones necesarias para obtener una perfecta combustión.

Refiriéndose al empleo de antracitas y mezclas de éstas con los finos procedentes de flotación, en proporciones diferentes, ha llegado el autor -después de unos 10 años de experiencias a los siguientes resultados:

1.- La presión del aire primario, en un horno rotativo alimentado con carbones bajos o antracitas, ha de ser aumentada en proporción a la dificultad de combustión del carbón empleado. Las antracitas necesitan una pre-

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

sión mucho más alta que el carbón ordinario.

2.- Debe reducirse mucho la cantidad de aire primario, manteniendo baja su temperatura.

3.- La humedad y finura del carbón pulverizado han de ser mantenidas por debajo de 1 % de agua y un residuo de 5 % sobre tamiz de 200 mallas, respectivamente.

4.- Ha de emplearse la mayor proporción posible de aire secundario y su temperatura, en el extremo de descarga del horno, ha de ser bastante alta para que se produzca la rápida ignición del combustible tan pronto como éste entre en el horno.

5.- El tiro debe mantenerse a un alto nivel, no solo con objeto de eliminar la mayor parte de las cenizas del carbón malo, sino también para establecer una buena absorción de aire secundario a través del enfriador. Es importante, por tanto, que la hermeticidad de las juntas en los hornos y enfriadores sea efectiva.

6.- Para obtener el volumen necesario de aire secundario sin utilizar un tiro desproporcionado en el horno, es recomendable soplar aire en el interior del enfriador, igual que se hace en los enfriadores rápidos, cuando se quiere "templar" el clinker. No se necesita chimenea para el enfriador si no se pretende que la temperatura de salida del clinker sea inferior a 400°C.

Estos son los puntos esenciales a seguir a fin de obtener una buena combustión de las antracitas y de los carbones de baja calidad, en los hornos rotativos.

No es del caso dar cuenta completa de las experiencias realizadas en las fábricas del autor, por lo que se indican solamente las razones que le han llevado a sus conclusiones.

Volumen de aire primario.

Los ventiladores usados para la alimentación de los hornos de cemento portland son generalmente demasiado grandes para su uso en la combustión de la antracita. La gran cantidad de aire inyectado requiere por ello el uso de aire caliente, o, en caso contrario, el horno se enfriará rápidamente. El aire caliente es muy ligero, mientras que la antracita y los carbones de baja calidad son densos; la mezcla de aire-combustible es por lo tanto, difícil e inestable. No es eficaz el empleo de aire calentado para la inyección de antracitas en el horno.

La temperatura de ignición de antracitas es alrededor de los 500°C lo que significa que debemos obtener esta temperatura en las proximidades de la tobera, si queremos que la antracita se quemé al salir de ella. Esta alta temperatura no puede ser resistida por la tobera si no se enfría adecuadamente.

El aire secundario puede alcanzar fácilmente la temperatura de 600°C en el extremo superior del enfriador, mientras que el aire primario nunca es usado a una temperatura superior a los 100°C. Por tanto debe emplearse un gran volumen de aire secundario con un volumen pequeño de aire primario.

Se ha encontrado que el volumen óptimo de aire primario es un 10% del total de aire empleado. La temperatura de este aire fué mantenida baja a fin de facilitar una buena mezcla con el carbón pulverizado y enfriar el quemador. Este efecto de enfriamiento evita algunas coquizaciones en la combustión que podrían perturbar la inyección uniforme del carbón. Se encontró necesario aumentar la presión de este aire para obtener una mezcla perfecta y una inyección completa a través de la tobera. Los soplantes usados con este objeto son ventiladores Root que dan una presión superior a un metro de columna de agua. Hay que cambiar la envuelta del ventilador y la tubería de conducción de aire por otro de diámetro más pequeño. Es necesario también utilizar un aparato especial para mezclar el carbón pulverizado y el aire.

### Presión del aire primario.

Usando antracitas, es necesaria una presión superior a 1 metro de columna de agua y para un horno rotatorio de vía seca de 3 x 50,3 metros, se ha encontrado necesario usar un ventilador Root que dé 1.41 metros cúbicos por minuto. Los conductos de aire usados para el aire primario y la tobera son de 160 mm. de diámetro.

El mezclador consiste en una envolvente de plancha metálica soldada eléctricamente, conteniendo una horquilla cambiabile, a través de la cual se inyecta el aire primario; el carbón pulverizado cae encima de ella, formando una mezcla turbulenta que luego es arrastrada hacia el quemador. Las dimensiones de la horquilla varían con la presión que se puede obtener y han de ser determinadas separadamente para cada combustible de acuerdo con sus características. Una horquilla de 60 mm. fué usada para las antracitas.

### Secado del carbón.

Cuando se usa carbón de desechos de flotación, han de ser resueltos dos problemas, uno de los cuales se presenta también en el uso de antracitas. Ese material contiene cerca de un 20% de humedad y, siendo un barro, se granula en el interior del secadero rotatorio, creando grandes dificultades en la molienda si se emplean molinos tubulares. En algunas fábricas, se usan secaderos verticales en los cuales el carbón no está sujeto al movimiento deslizante comunicado por los secaderos rotatorios y que es la causa de la granulación. Cuando se usan molinos Raymond, o algunos otros en los cuales la molienda y el secado se hacen simultáneamente, el carbón pulverizado ha de ser separado del vapor y depositado en la tolva de carbón del horno.

En opinión, del autor no es útil con este método de alimentación, emplear calefacción directa desde los molinos, por la cantidad de aire primario y humedad que entra en el horno, lo que hace difícil alcanzar una adecuada combustión.

La segunda dificultad es que la presión del aire y la extremada finura del carbón hace difícil la alimentación uniforme de carbón, porque el combustible pulverizado escapa a través de los pequeños espacios entre la hélice transportadora y su caja. El Sr. Ferrer-Vidal ha construido una hélice transportadora especialmente proyectada que da una impulsión constante al carbón hacia la boquilla de aire del mezclador.

Esta disposición consiste (Fig. 1) en una doble hélice transportadora, como muestra el esquema, en la cual la hélice inferior está exactamente ajustada a su caja. La superior cede el material para llenar la segunda y si hay exceso de carga, el carbón pulverizado continúa hasta el extremo de la caja, cayendo en un pequeño elevador el cual lo lleva de nuevo a la tolva de carbón. La regulación de la carga es perfecta a cualquier velocidad.

El tiro es factor muy importante. Es imprescindible que la mayor parte de la cantidad de cenizas contenidas en el combustible, cuando se usan "banos" finos, sean expulsados por el tiro para que no afecten a la constitución química del clinker. Siendo las antracitas y los carbones de baja calidad los que son difíciles de quemar, tardan cierto tiempo en arder en el interior del horno, con el resultado de que la zona de calcinación es llevada hacia el interior y se observa una reducción del rendimiento.

Una vez que el horno está en marcha normal, se emplea un ventilador, soplando a través del extremo del enfriador con objeto de obtener una gran cantidad de aire secundario muy caliente en el extremo de descarga del horno en el enfriador. Esta atmósfera secundaria muy caliente alcanza una temperatura de 500 a 600°C. y permite una combustión rápida de la mezcla turbulenta de carbón y aire, tan pronto como ha entrado en el horno. Bajo estas condiciones, el tiro puede ser mucho más bajo que si tuviéramos que aspirar todo el aire secundario a través del horno y del enfriador. La hermeticidad del aire puede ser ajustada perfectamente.

### Temperaturas del aire.

Llegamos ahora al punto más importante de las conclusiones y es que el aire primario debe de ser frío y hasta enfriado si se trabaja en países muy calientes. Establecido esto, el autor no emplea aire primario caliente cuando se queman antracitas o carbones de baja calidad, considerando un error su uso cuando se utilizan carbones ordinarios. El uso del aire primario frío tiene las siguientes ventajas:

1. No es necesario usar camisa de agua en la tobera.
2. Se evita la coquización en las boquillas de inyección.
3. Es suficiente el uso de conductos de aire muy pequeños.
4. Permite el uso de cantidades de aire secundario mucho más grandes a temperaturas mucho más altas que las del aire primario.
5. Eleva la temperatura de la zona de combustión y la establece convenientemente en el lugar deseado por aumento o disminución de la presión del aire y el diámetro de la tobera.

La pequeña cantidad de aire primario permite la libre entrada en el horno, desde el enfriador, de tanto aire secundario como sea necesario, proporcionando una recuperación efectiva en muchos tipos de enfriadores. Se ha podido obtener fácilmente aire secundario entrando en el horno a 600°C mientras que el aire primario no pasaba de 100 a 120°C.

La proporción entre aire primario y secundario es, con el presente método, mantenida en 1: 9, mientras que es de 2:3 en el sistema de aire caliente. Es obvio que un incremento de un 55% de aire a 600°C será siempre favorable.

Solamente en los casos en que la fábrica no tenga secaderos de carbón, estando equipada con unidades de calefacción directa, será preciso emplear el aire primario caliente, pero, en tales casos, el uso satisfactorio de antracitas será extremadamente difícil.