

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

618-23 LA FORMACION DE ANILLOS EN LOS HORNOS DE CEMENTO

(Ring Formation in Cement Kilns)

B. M. Pearson

De: "ROCK PRODUCTS", vol. 55, nº 8, Agosto 1952, pág. 158

- - -

Sobre las causas de la formación de anillos en los hornos rotativos de cemento, tema de apasionante actualidad para la industria cementera, damos a conocer a nuestros lectores un artículo que considera todos los factores que influyen sobre dicha formación, de acuerdo con los resultados de la experiencia y de la observación de que disponemos en el momento presente.

Se ha llegado a la conclusión de que la formación de anillos en los hornos rotativos es debida a una sola causa fundamental: una combustión imperfecta. No obstante, existen diversos factores secundarios que influyen, directa o indirectamente, sobre la aparición de anillos. Tales son la composición química de los crudos, humedad, finura de molienda, contenido de volátiles y poder calorífico del carbón, así como la magnitud del aire en exceso. Factores que, si se supone un crudo normal, son referibles todos a la causa primaria de combustión incompleta.

La composición química de los crudos sólo representa un papel de segundo orden en la formación de anillos. Pero esto es verdad en tanto el contenido de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de las materias primas se mantiene dentro de los límites normales. Si este contenido es demasiado elevado, el material presenta una tendencia a aglomerarse en bolas, y las condiciones son entonces favorables para que la masa se adhiera al vestido del horno y se formen anillos.

Puede considerarse que la alúmina no da lugar a la formación de anillos, al menos mientras su proporción varíe lentamente. El autor menciona un caso en que fué necesario trabajar con unos bancos de margas, entre los que se encontraban depósitos arcillosos. Por esta razón fué preciso aumentar en el 20% la proporción de creta empleada para corregir el material. El contenido de alúmina resultaba entonces superior en un 0,8% por término medio, con detrimento de la sílice. Pues bien, ni siquiera en este caso, que puede considerarse extremo, se presentó adherencia alguna.

La sílice en forma de cuarzo (arena) y el polvo influyen sobre la formación de anillos porque modifican la plasticidad de los gránulos de crudo. Estos son menores, más friables y se secan con mayor rapidez. Existe entonces en el horno rotatorio una mayor tendencia a la formación del polvo, el crudo "fluye" más rápidamente y puede atravesar el horno en forma de oleadas. Para evitar esto, el hornero se ve precisado a aumentar la alimentación de carbón y a forzar, si es posible, el tiro, pero con frecuencia, las llamas resultan aplastadas, y las condiciones son malas para una combustión perfecta. El resultado es que a veces se forma un anillo en el horno en el espacio de unas pocas horas.

En el horno Lepol de parrilla tiene lugar este mismo fenómeno de la desintegración de los gránulos y éstos forman una capa compacta sobre la parrilla. Esto produce una reducción en el tiro y, en consecuencia, una combustión imperfecta.

A. Baouman ha demostrado que la humedad del carbón es únicamente un factor secundario. Da lugar a una pérdida de calor del 0,3% aproximadamente. Esta cifra puede elevarse hasta el 1,7%, si toda la humedad del carbón es inyectada en el interior del horno por un molino de corriente de aire. Por su parte, P.O. Veh, encontró que una pequeña cantidad de humedad favorece la combustión del carbón.

Si el carbón procedente del silo de almacenaje está demasiado húmedo, permanece aglomerado y en el material aparecen las clásicas "bolas azules". Esto también da lugar a una combustión deficiente.

Es bien sabido que la finura de molienda del carbón influye considerablemente sobre la combustión.

El tiempo de combustión del polvo de carbón tiene cierta importancia técnica para la industria del cemento. Puede decirse, en general, que, cuanto más finamente molido está el carbón, tanto más corto es su periodo de combustión, suponiendo invariables las restantes circunstancias. Mientras Veh opina que un carbón debe molerse con una finura tanto mayor cuanto menos volátiles contenga, los datos obtenidos por Gumz demuestran que la relación de los tiempos de combustión del coque, hulla grasa y hulla magra es 1 : 1,2 : 1,5. Sin embargo, esto ha de aceptarse con ciertas reservas. Una mezcla con coque de retorta proporciona una llama más corta que el coque para altos hornos. Esta diferencia de comportamiento se debe probablemente a la estructura del coque. Los ensayos han demostrado igualmente que la combustión del coque requiere una elevada temperatura de llama.

En un mismo horno es posible quemar combustibles con un contenido variable de volátiles. Algunos ensayos, en el curso de los cuales se hizo variar el exceso de aire y el ritmo de producción, han demostrado que pueden emplearse carbones cuyo contenido de volátiles varíe entre el 10 y el 30%, sin que se formen anillos. La observación realizada en algunas fábricas de cemento de que los carbones cuyo contenido de volátiles excede un cierto límite favorecen la formación de adherencias, puede explicarse por el hecho de que el poder calorífico de un carbón disminuye, si aumenta su contenido de gases.

El poder calorífico del combustible empleado tiene una gran influencia. Para una producción normal y un exceso de aire suficiente, ha sido posible establecer una cierta relación entre el poder calorífico del carbón y la formación de anillos en el horno. Se ha obtenido una curva que pone de manifiesto que, cuanto más elevado es el poder calorífico del combustible, tanto menor es la tendencia del horno a formar anillos.

Pero podemos afirmar que el principal factor para obtener una buena combustión es el exceso de aire,  $n$ . Por razones de economía de combustible se mantiene tan bajo como es posible. Un gran exceso de aire hace descender el punto de combustión del combustible (de acuerdo con Veh), esto es, los gases de combustión tienen una temperatura inferior si  $n$  es elevado.

También es sabido que si el exceso de aire es insuficiente, parte del carbón puede atravesar el horno sin entrar en combustión. Si  $n$  está próximo a 1, el carbón arde con llama luminosa y la transmisión del calor por radiación aumenta.

En la práctica, es necesario conducir el horno de modo que el contenido de oxígeno en los gases de combustión sea de alrededor del 1,3%, lo que requiere un exceso de aire del 6%. Si la combustión produce sólo CO, se pierde el 70% del poder calorífico. Una pequeña cantidad de CO en los gases indica ya una combustión defectuosa. Del ejemplo propuesto por A. Baouman se desprende que debe evitarse a toda costa que quede carbón sin quemar, para que la combustión resulte económica. El cálculo confirma que incluso un gran exceso de aire (por ejemplo,  $n = 1,68$ ) es mucho menos costoso que un contenido de CO relativamente pequeño.

Un hecho de importancia que confirma las anteriores afirmaciones es que, en los hornos de cemento, tanto de vía húmeda como seca, en los que el crudo se precalienta de un modo sufi

ciente y el exceso de aire es suficiente, nunca se forman anillos.

En los hornos provistos de cadenas es fácil corregir la falta de aire abriendo el regulador del ventilador. El horno Lepol constituye un problema más complicado, pero, igualmente, debe mantenerse el exceso de aire por todos los medios a nuestro alcance.

Por otra parte, si se sobrepasa el límite de producción del horno, debe incrementarse la alimentación de combustible; con el exceso de aire que se puede conseguir ya no se obtiene una com bustión completa y la zona de cocción del horno se recarga. Si es tas circunstancias continúan durante algún tiempo se formará un - anillo. Un crudo mal preparado, sea en su precalefacción o en su calcinación, dará resultados análogos a los obtenidos en un horno recargado.

Un aumento en el grado de saturación de cal del clinker tiene el mismo efecto que el recargamiento. Las observaciones de P. Yoshii pueden interpretarse en este sentido.

Como se ha indicado, si se emplea un combustible de pequeño poder calorífico, la temperatura desciende en la zona de coc ción; la combustión será incompleta y dará lugar a la formación - de anillos.

Si tanto el rendimiento como el poder calorífico del com bustible permanece normal, pero, por una u otra razón, el exceso - de aire es insuficiente, la combustión será incompleta y se forma - rán anillos.

Bernard dá una prueba indirecta de estas causas de la - formación de anillos. Este investigador indica casos en los que se ha realizado el control de la combustión en hornos rotativos por medio de aparatos que analizan automáticamente los gases de desecho, determinando el contenido de CO y de oxígeno, y que ayudan - mucho a eliminar la formación de anillos.

- - -