

- 12 -

HORNOS ROTATORIOS

T. Lomas

De "INTERNATIONAL CHEMICAL ENGINEERING" 272, junio 1949

---

Según parece, el horno rotatorio fué inventado en 1873 por F. Ransom, pero su utilización en escala industrial no se verificó hasta 1897. La primera instalación inglesa para cemento, utilizando hornos rotativos, no se montó hasta 1901. Desde entonces, en que la longitud de los hornos era de 21 metros, con un diámetro de menos de 2 metros, hasta nuestros días en que se construyen calcinadores de 106 metros, con diámetros de hasta 4 metros, se han hecho numerosos progresos venciendo infinitas dificultades. La producción, que en los tipos primitivos era de 250 Tm. semanales ha pasado a más de 1.500.

Un horno rotativo es un artificio que no se parece en nada a cualquier otro tipo de calcinador estático. Los principales problemas que ha habido que resolver para la puesta a punto de estos hornos son los que se refieren a recubrimientos internos, apoyos, movimiento del sistema, control, inclinación y otros de carácter mecánico, más los derivados de la marcha misma de la operación: alimentación, tipos de combustibles, forma de llevar los fuegos, etc.

Un horno rotativo, del tipo para cemento, se monta sobre fuertes apoyos provistos de muñones giratorios que soportan, no solo el peso del horno, sino los esfuerzos del mismo. La inclinación que forma el eje del horno con la horizontal, necesaria para el paso del material hacia la boca de descarga, suele ser de un 4 % y tiene influencia sobre la velocidad de giro del horno.

Los hornos giratorios pueden dividirse en los grupos siguientes: 1) Hornos paralelos, en los cuales el diámetro es uniforme a todo lo largo de los mismos. 2) Hornos con zona de calcinación más ancha, y 3) Hornos con enfriadores incluidos, con o sin zonas de combustión ampliadas.

La tendencia actual se inclina hacia los hornos provistos de zona de cocción mayor pues se cree que así se aprovecha mejor el calor. Desde el punto de vista mecánico, no obstante, los hornos paralelos son mas convenientes. El aumento de diámetro en la zona de clinkerización lleva aparejadas dificultades para el recubrimiento refractario.

El tipo combinado de horno y enfriadores constituye una innovación actual y está siendo muy bien acogido por los cementeros. En los sistemas clásicos, como es sabido, existe un tubo receptor del clinker, más pequeño que el horno, colocado según el mismo eje de éste pero en un plano más bajo. El clinker caliente marcha, en contracorriente con el viento de entrada que se precalienta así antes de su entrada en el horno. Según el nuevo pro-

cedimiento (fig. 1), el sistema enfriador consiste en una serie de tubos coaxiales, unidos al extremo del horno y que giran junto con éste. Según sus inventores, el nuevo sistema rebaja los costos de instalación, por descenso del eje del horno; los espigones de fundación son de menor altura y el montaje es más sencillo.

El rendimiento térmico de los hornos-enfriadores es más elevado que el de los sistemas corrientes, pues no hay solución de continuidad entre horno y enfriadores. El número de partes móviles del sistema es también menor, (con las ventajas consiguientes en cuanto a conservación, desgaste y lubricación de cojinetes), y el dispositivo de movimiento resulta considerablemente simplificado. Todo el conjunto se mueve con un motor único mediante una simple transmisión. Los tubos del enfriador contienen paletas en hélice y elevadores para que el clinker caliente se "agite" en su interior enfriándose. El aire entrante se calienta simultáneamente. Hay 10 o 12 tubos recuperadores, tal como pueden verse en la fig. 1, en la que se muestra el extremo de fuego de un horno rotativo. En la parte superior puede verse el tubo de ontrada de aire.

Hay otro tipo de conjunto horno-enfriador, que es el sistema Vanderwerp. Consiste esencialmente en un cierto número de tabiques muy refractarios colocados en el extremo de descarga del horno y una cámara de viento estacionaria que circunda dicho ex-

tremo. Un corte transversal de estos tabiques radiales tiene el aspecto de una seta. El clinker caliente resbala por entre los septos y el viento pasa entre la cubierta del horno y las paletas efectuando un brusco soplado del clinker. Este aire caliente se utiliza después como aire secundario de combustión. El rápido enfriamiento del clinker es ventajoso pues lo hace más friable y de más fácil molturación en los molinos de cemento. Se dice que el Vanderwerp rebaja la temperatura de salida del clinker a 427°C pero ello no evita el empleo de un post-enfriador para que el clinker se refrigere hasta 93 ° C, temperatura máxima permisible para el manejo ulterior del material.

El empleo de cadenas suspendidas verticalmente o en espiral en la zona de desecación de los hornos, es particularmente ventajoso para reducir la temperatura de salida de los gases, evitar - en gran parte - el arrastre de polvos y aumentar considerablemente el rendimiento térmico de la cocción.

El autor da algunos consejos referentes a la elección de combustibles (cuando puede hacerse tal elección), triturado y de secación del carbón, utilización del carbón, utilización de petróleo o gases naturales y control de las llamas.

Los hornos actuales, con todas las mejoras antes apuntadas, no son perfectos ni mucho menos. El calor gastado en la producción de cementos es mucho mayor que el teóricamente requerido.

Hay calores perdidos por los gases salientes, por el clinker caliente, por radiación de las paredes del horno y por entradas "subversivas" de aire frío. Debe dedicarse la mayor atención a estas entradas de aire, pues se ha calculado que un horno "estanco" en el que se ha cuidado de evitar entradas de aire a lo largo de todo el sistema de fabricación, puede dar un rendimiento térmico muy superior en un 12 % al obtenido en condiciones ordinarias.

Los hornos europeos suelen estar soportados por tres o más neumáticos de goma que giran sobre rodillos de acero; en América el número de neumáticos se limita generalmente a dos. Los controles de puesta en marcha y gobierno del horno están colocados, generalmente, en el tablero de mandos controlado por el fogonero. Allí se encuentran también los dispositivos de regulación de velocidad de giro, alimentación de crudos, de carbón, registros termométricos y otros.

Se cree generalmente que es innecesario cubrir los hornos para guardarlos de la intemperie. En algunos casos, la protección del techo se limita a la zona de calcinación (unos 12 metros). Pero es preciso pensar en las pérdidas de calor que pueden producirse a causa de esta táctica equivocada. Se ha calculado que el calor perdido por el viento que afecta a un horno de tamaño medio es un 30 % más elevado que el que se pierde en los hornos cubiertos. Si tenemos en cuenta las lluvias, nieves, fríos, etc. esta pérdida puede elevarse al 70 %, lo cual representa una cifra de gran consideración.

La segunda parte del trabajo de T. Lomas está dedicada a la adaptación de los hornos rotatorios a la calcinación de la caliza. Puede decirse que cualquier horno de este tipo irá bien en la fabricación de cal, siempre y cuando no se trate de obtener cal viva en terrón. Para la cal en polvo o cuando se va a emplear para su hidratación o apagado ulterior, el empleo de los hornos rotativos presenta ciertas ventajas. Para la buena marcha de la cocción, la piedra no debe presentarse en tamaño superior a 50 mm. ni inferior a 12,7 mm. El tamaño más conveniente es el que pasa por tamiz de 31,5 mm. de mallas pero queda retenido en el de 15 mm. A ser posible habrá de procurarse conservar la uniformidad de tamaños dicha pues las partículas más grandes o más pequeñas no se cuecen a la misma velocidad, lo que origina una cal poco homogénea. La capacidad de producción de un horno de este tipo es muy variable. Depende de su inclinación, velocidad angular, longitud, etc. Un horno de 61 x 3 metros puede dar, sin esfuerzo, de 200 a 250 Tm. por hora.

Concluye el artículo con algunas indicaciones referentes al empleo de hornos rotatorios para la calcinación de dolomita y magnesita; cocción del yeso; calcinación de piritas para producción de ácido sulfúrico y tratamientos de menas metálicas tales como wolframita, scheelita, rútilo y galena.

---