

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

618-24 NUMERO DE REVOLUCIONES E INCLINACIONES DE LOS HORNOS ROTATIVOS DE CEMENTO

(Drehzahl und Neigung von Drehöfen)

E. Rock

De: "ZEMENT-KALK-GIPS", nº 9, Septiembre 1952, pág. 289

- - -

El presente trabajo es el fruto de observaciones prácticas realizadas durante el funcionamiento de los hornos rotativos, así como de consideraciones teóricas encaminadas a mejorar la conducción de los materiales a cocer a través del horno rotativo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el autor llega a la conclusión fundamental de que, tanto el número de revoluciones, como la inclinación, representan únicamente un papel secundario frente a las diferencias de peso específico que soporta el material a transportar a través del horno rotativo. En consecuencia, para obtener una buena marcha del horno, es preciso que los materiales que entran y los que salen sean conducidos a través del horno rotativo de acuerdo con su estado de agregación.

El trabajo que nos ocupa fué comenzado en 1941, y se ha ido completando hasta el momento actual. Los conocimientos adquiridos proceden de experiencias con hornos rotativos que trabajan por vía seca; no obstante, pueden sacarse de aquí conclusiones sobre otros tipos de hornos.

Interesa distinguir los siguientes puntos en el problema planteado:

- 1 - El horno rotativo como aparato de cocción.
- 2 - El horno rotativo como tubo transportador.
- 3 - Movimiento del material en el interior del horno rotativo.
- 4 - Soluciones propuestas para eliminar las dificultades que se presentan en dicho movimiento.
- 5 - Comparación con otros sistemas de hornos.

Desde el punto de vista técnico de la cocción, el horno rotativo tiene la misión de conducir el crudo que entra en su interior de un modo tal que quede expuesto a los gases de cocción con la máxima duración e intensidad. En el caso ideal se deben atravesar las distintas zonas de manera que queden aseguradas las funciones deseadas del proceso de cocción. Como los procesos químicos y térmicos que tienen lugar están ligados a determinados intervalos de tiempo, el crudo ha de recorrer el horno con una velocidad exactamente determinada. No puede conseguirse un producto cocido de buena calidad, si no se hace pasar el crudo a través de las zonas de precalentamiento, descarbonatación, sinterización y enfriamiento de acuerdo con espacios de tiempo adecuados. Por lo tanto, el problema de cocer clinker en un horno rotativo es doble. En primer lugar es un problema químico-térmico, y, después, un problema de transporte, y, hasta el momento actual, no se ha conseguido en los hornos rotativos normales resolver simultáneamente ambas cuestiones de un modo satisfactorio.

Si prescindimos del aspecto térmico y consideramos el horno rotativo simplemente como un tubo transportador, aparecen movimientos de material. Si suponemos que se trata de un horno

tubular de diámetro constante, que gira con una determinada inclinación, al introducir un material homogéneo, éste alcanza, - para un determinado número de revoluciones del tubo, una altura perfectamente fijada, que permanece constante a lo largo de todo el tubo, y es función de la cantidad de material introducida. - Si esta cantidad es constante, es indiferente la inclinación y el número de revoluciones con que gira el tubo. Si el número de revoluciones es mayor, la altura disminuye, y si aumenta la inclinación, la altura decrece igualmente, pero la cantidad de material que sale permanece siempre igual a la cantidad de material que entra. Por ejemplo, no precisan inclinación alguna los molinos tubulares, cuyo tubo es totalmente horizontal, y en los que la cantidad de material que sale viene regulada exclusivamente por la cantidad de material que entra en los mismos.

Si consideramos ahora el tubo del horno rotativo únicamente desde el punto de vista del material que sale, no es difícil determinar la inclinación y el número de revoluciones para una cierta altura de material en su interior, ya que el material transportado (clinker cocido) sigue las leyes de un tubo transportador.

Ahora bien, la característica peculiar del horno rotativo es el transporte de un material en distintos estados de agregación en el interior de un mismo tubo transportador. La idea de que el peso aparente del material varía fuertemente desde la entrada hasta la salida del horno es, en opinión del autor, el fundamento de las conocidas dificultades en la conducción del horno. Mientras que en un horno de diámetro uniforme la velocidad de la pared o avance es constante desde la entrada hasta la salida, la velocidad del material varía considerablemente por modificaciones en el peso aparente, suponiendo una altura -

de material constante. Esta variación y contraste no resultan tan claros en un horno recto como en un horno con diferentes diámetros.

En la tentativa de mejorar el movimiento del material en el interior del horno rotativo, se han seguido, con cierto éxito, diversos caminos. En la vía seca, la granulación del crudo ha sido, en primer lugar, la que ha hecho posible una mejor conducción del horno. Ahora bien, es esencial una auténtica granulación; si nos limitamos simplemente a humedecer el crudo, se obtiene poco éxito. Pero hay que pensar también respecto a la granulación que, al cabo de un corto tiempo de transporte en el interior del horno, el crudo se encuentra en el mismo estado que cuando el horno se alimenta con material seco. La granulación supone ciertamente una mejora en la conducción del horno, porque los gránulos no "corren" tanto como el crudo en polvo, sin embargo, no puede considerarse todavía como una solución ideal para el horno rotativo normal. Por la razón expuesta se observa igualmente en los hornos rotativos alimentados por vía húmeda que no puede evitarse de un modo total el que la pasta desecada avance con excesiva rapidez.

Para llegar a una solución definitiva, sería lógico, de acuerdo con las anteriores consideraciones, separar las zonas de precalentamiento y descarbonatación de las de sinterización y enfriamiento, esto es, dividir el horno rotativo en dos partes. Entonces ambas partes podrían adaptarse mucho mejor a las condiciones necesarias de diámetro, inclinación y número de revoluciones.

El horno Lepol constituye el mejor ejemplo para comprobar el valor de esta idea. El precalentamiento y en parte

también la descarbonatación tiene lugar sobre la parrilla, donde no es posible que el crudo molido avance con excesiva rapidez. Los gránulos llegan ya al tambor de cocción, relativamente corto, como cuerpos bastante sólidos, y aquí se cumplen las leyes del tubo transportador.

El autor estudia varios ejemplos concretos de hornos, de diámetro constante y variable, representando la curva de pesos aparentes, la de avance del horno y la de las velocidades que debería poseer el material para que su altura fuese la misma en todos los puntos.

Las ideas expuestas ponen de manifiesto la conveniencia de dividir el horno rotativo en dos partes para tener mejor en cuenta los distintos estados de agregación del material en lo que respecta a número de revoluciones, inclinación y diámetro. Sin embargo, la práctica nos indica que esto sería costoso. No obstante, a pesar de esto, debe llegarse a una solución de compromiso lo mejor posible para tomar en consideración las diferencias de peso aparente del material en el interior del horno rotativo. La fig. 9 representa un proyecto en el que se monta en el interior del horno una espiral de material cerámico desde la entrada hasta el comienzo de la zona de sinterización. Los distintos tramos de esta espiral tienen un paso y un poder de transporte exactamente fijados y tienen el objeto de eliminar definitivamente un avance demasiado rápido del crudo. Por otra parte, aumentan considerablemente la superficie interior del horno y contribuyen a una transmisión de calor más intensa entre el horno y el crudo. Con bloques de formato adecuado, estas espirales pueden montarse sin dificultad en forma de anillos. También aquí es de gran importancia tener en

- 35 -

cuenta la disminución del peso aparente del crudo al acercarnos a la zona de sinterización, variando de modo adecuado el paso de la espiral de material cerámico.

- - -

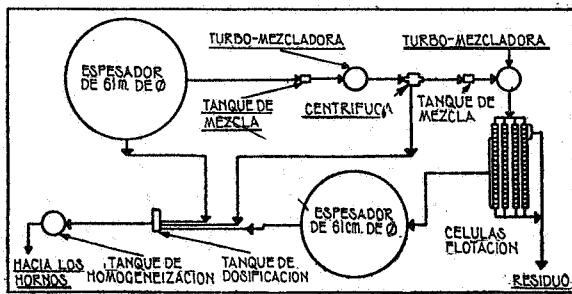


Fig. 7.

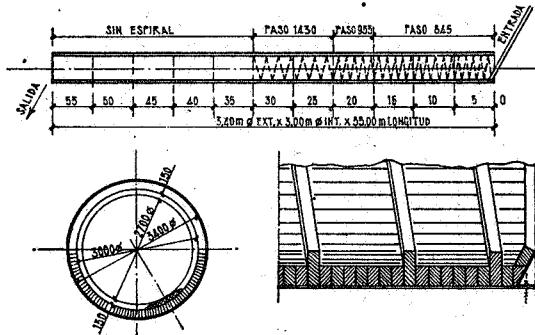


Fig. 9.

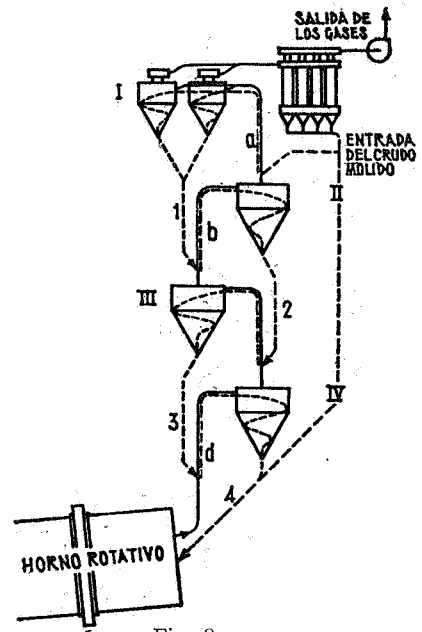


Fig. 8.

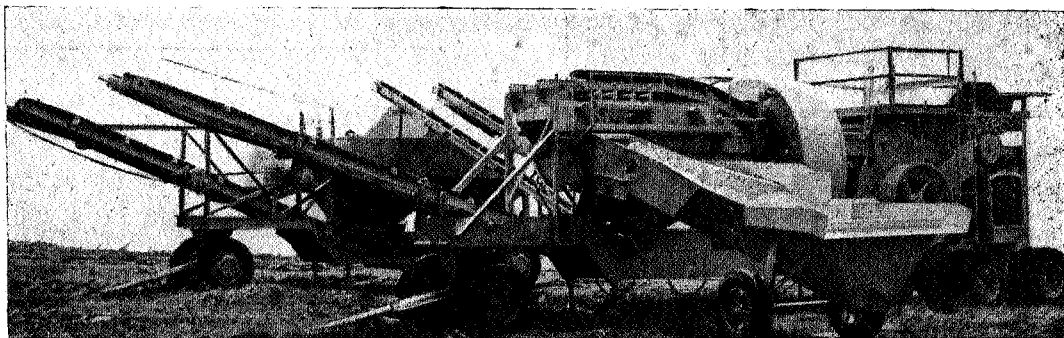


Fig. 10.