

## **9.4. Comentarios y resumen de las ponencias del párrafo 5. "Clinkerización"**

**F. ARREDONDO VERDÚ**  
Dr. Ingeniero de Caminos  
I.E.T.c.c.

### **9.4.1. Consideraciones sobre los hornos rotativos cortos con recuperadores de parrilla y suspensión en gases**

Describe el señor Serratosa, en líneas generales, el funcionamiento de los hornos que trabajan por uno u otro sistema y estudia después los problemas que presenta la conducción de estos hornos.

Refiriéndose a los hornos con recuperadores de parrilla dice que es de capital importancia la perfecta granulación de la primera materia, pues, de lo contrario, se producen perturbaciones difíciles de esquivar. Siendo la granulación buena, resulta un horno tranquilo y fácil de manejar. El problema de la expulsión de polvo por la chimenea tiene fácil solución y la parte mecánica del horno no es problema que preocupe.

En los hornos con recuperadores en suspensión gaseosa, el polvo pasa rápidamente por los diversos escalones, y la masa que en cada momento se encuentra en el intercambiador es muy reducida; por tanto, este pequeño volante térmico es muy sensible y cualquier variación en el sistema de alimentación puede producir perturbaciones. Es necesario impedir que en el interior de estos hornos se formen embalses por costras o defectos de los refractarios, pues esto puede ocasionar avalanchas, con los efectos que cabe imaginarse. La producción específica por metro cuadrado de sección es, en estos hornos, un 33 por 100 mayor que en los anteriores, aunque la duración del revestimiento refractario es menor.

Si el contenido de álcalis en la materia prima es bajo no existe peligro de obstrucciones, pero si sobrepasa la cifra de 1,2 por 100 hay que temerlas. En estos hornos el problema de captación de polvo es importante y de no muy fácil solución.

Afirma el ponente que los dos hornos son comparables en cuanto a rendimiento térmico, consiguiéndose, en marcha continua y regular de todo el año, un consumo de 800 a 850 kcal/kg de clínker.

Estima en 440 calorías el consumo necesario para la formación del clínker y un resto de 360 en varias partidas, que compara para los dos tipos de hornos.

En el coloquio intervienen los señores Torrén, Foerschler, Otero, Palomar y Hailer, quienes piden algunas aclaraciones, a los que el señor Serratosa contesta ampliamente.

#### 9.4.2. Desarrollo actual del horno rotatorio para la fabricación de cemento portland

El señor García Montón se refiere, en su disertación, al horno que se ha dado en llamar europeo, con producción diaria de 800 a 1.300 t, y aún más.

Estima que recientemente, en Europa ciertas circunstancias inclinan la balanza hacia la vía seca. Tales circunstancias, enumeradas en orden de importancia, son las siguientes:

- Perfeccionamientos en los sistemas de homogeneización del crudo seco.
- Rápido ascenso del precio de la caloría mineral.
- Cierta estabilidad en el precio de la energía eléctrica.
- Escasez de mano de obra y avance en las técnicas de automatización.

Se refiere después a los sistemas actuales de hornos, que clasifica en los cuatro grupos siguientes:

- Intercambiador de suspensión en gases.
- Calentador de parrilla.
- Horno largo con cadenas o cruces.
- Horno largo de vía húmeda.

Estudia a continuación los hornos de los tipos anteriores bajo cuatro puntos de vista, como se indica seguidamente:

- a) *Calidad del clínker*.—Estima que los cuatro tipos de hornos pueden producir un clínker de excelente calidad, marcando alguna diferencia mínima, a favor del clínker del horno con intercambiador de gases en cuanto a menor proporción de cal libre a igualdad de las demás circunstancias, y a favor del clínker de horno equipado con parrilla en cuanto a molturabilidad.
- b) *Consumo de energía*.—Dejando aparte el horno largo de vía húmeda con un consumo calorífico de unas 1.400 kcal/kg de clínker, y el horno largo de vía seca con un consumo calorífico de 1.000 kcal/kg de clínker, tendente a bajar en este último, estudia a continuación los dos sistemas de horno corto, afirmando que en el procedimiento de intercambiador se pueden recuperar unas 100 kcal/kg de clínker más que en el procedimiento de parrilla, y que en este procedimiento se consumen unos 7 u 8 kWhr/t de clínker menos que en el intercambiador.
- c) *Dificultades de marcha y entretenimiento*.—En opinión del señor García Montón, el horno con intercambiador es fácil de manejar y encuentra el mayor inconveniente en su regularidad de marcha y en el eventual contenido de álcalis del crudo, especialmente si coexisten cloruros. También estima fácil la conducción del horno de parrilla, poniendo como condición imprescindible el empleo de un material que nodule bien. Afirma que en los hornos de gran longitud es difícil conseguir una marcha regular del material dentro del horno, así como que es enojosa la reparación y sustitución de las cadenas y cruces cuando los hornos están dotados de estos dispositivos.

- d) *Personal necesario y automatización.*—En este aspecto no se encuentran diferencias apreciables entre los distintos tipos de hornos.

A continuación, el ponente se refiere a otros procesos mixtos encaminados a reducir el contenido de agua de las pastas.

En el coloquio, que tiene lugar a continuación, intervienen los señores Foerschler Jr., Virella, García Gil, Sarabia, Torrénst, Gascuñana, Vitzu, Hailer, Fragoso de Mattos, Kirkegaard y Fonrodona.

Prácticamente, todas las intervenciones se refieren a las irregularidades de marcha del horno largo conocidas con el nombre de avalanchas, indicándose diversas causas y remedios para las mismas.

### 9.4.3. Hornos verticales

Después de unas consideraciones económicas, justificando el empleo de los hornos verticales, hace el señor Carpi unas referencias históricas que indican la evolución desde el horno de cal hasta el moderno horno vertical automático de gran rendimiento, señalando la contribución decisiva de la regularidad de la homogeneización del crudo al éxito de los hornos verticales. Menciona, a continuación, los valores óptimos de diversas características del crudo, tales como, residuos en tamiz, contenido de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , módulos de silicatos y de fundentes, etc.

También señala las características del carbón que se ha de utilizar, indicando las ventajas de la utilización conjunta de cok de petróleo y antracita.

Asimismo, se ocupa el ponente de las características del gránulo, de la velocidad del aire en el interior del horno, del refractario y de la forma y dimensiones usuales.

Indica que el consumo medio actual es de 800 kcal/kg de clínker, modificándose esta cifra en un sentido u otro, según que la alimentación esté realizada por balanzas continuas o discontinuas.

Resalta después las ventajas que produce la automatización parcial del horno, automatización que se refiere esencialmente a la dosificación crudo-carbón, a la granulación, a la alimentación, a la parrilla y a las esclusas de descarga.

Pasada revista a todos estos detalles de los hornos verticales convencionales, se ocupa el señor Carpi de la utilización del llamado crudo negro, poniendo de manifiesto el ahorro que se produce con dicho sistema en el consumo de carbón, la posibilidad de emplear carbones con alto contenido de cenizas y la mejoría que se obtiene en la calidad del cemento obtenido.

Describe la fabricación por el proceso del crudo negro, diferenciando oportunamente los crudos conseguidos mediante molienda simultánea y los obtenidos por molienda separada. También se refiere al nuevo ahorro de carbón que se logra en los llamados gránulos con cáscara.

Termina su conferencia asegurando un excelente porvenir a los hornos verticales.

Intervienen en el coloquio los señores Sarabia, Rezola, Gascuñana, Uría y López, quienes solicitaron del señor Carpi aclaraciones sobre algunos detalles de su disertación, que son cumplidamente contestadas por el señor Carpi y colaboradores.