

ESTUDIO DE LA COMBUSTIÓN EN HORNO INDUSTRIALES DE FABRICACIÓN DE BALDOSAS CERÁMICAS

E. Monfort, G. Mallo, A. Mezquita, R. Granel, E. Vaquer

Instituto de Tecnología Cerámica (ITC)
Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE)
Universitat Jaume I. Castellón. España.

1. INTRODUCCIÓN

La cocción de baldosas cerámicas se lleva a cabo en hornos continuos de rodillos, en los que las piezas se someten a un ciclo térmico controlado, que les confiere las propiedades técnicas y estéticas deseadas.

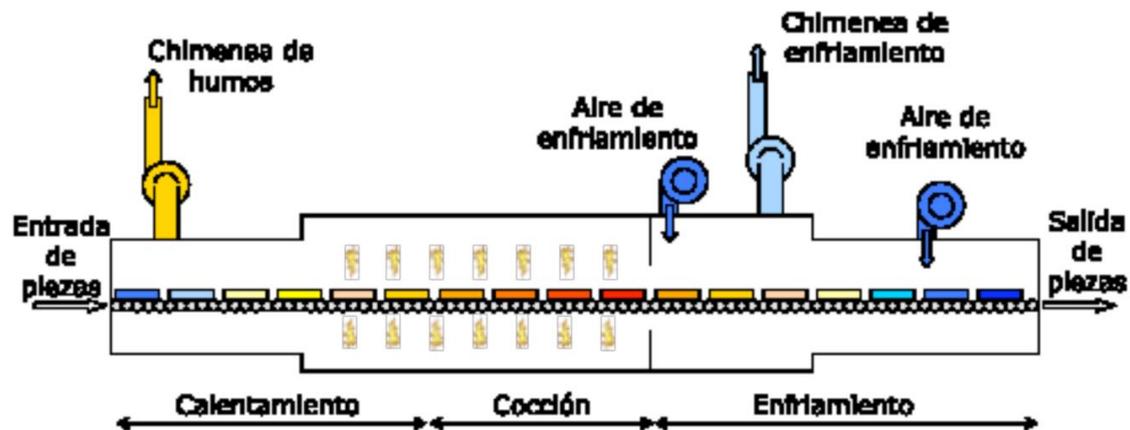


Figura 1. Esquema de un horno de rodillos.

El aporte de calor se realiza mediante la combustión de gas natural en quemadores que se encuentran distribuidos a lo largo de las paredes laterales del horno, por encima (cámara superior) y por debajo (cámara inferior) del plano que delimitan los rodillos.

El sistema de combustión está integrado por grupos de quemadores denominados anillos. El caudal de gas natural en cada anillo se regula automáticamente mediante una válvula motorizada para mantener el perfil de temperaturas programado. Normalmente, el comburente utilizado es aire, y su caudal se regula de forma manual en cada quemador.

2. ANÁLISIS DE LA COMBUSTIÓN

2.1. Procedimiento del cálculo del exceso de aire.

El análisis de la combustión realizado ha consistido en evaluar el índice de exceso de aire a lo largo de un ciclo de cocción. Este parámetro relaciona la cantidad de aire que se introduce en un quemador con la cantidad de aire estequiométricamente necesaria para llevar a cabo la combustión completa del gas natural.

En la obtención del índice de exceso de aire es necesario conocer tanto el caudal de gas natural (Q_g) como el caudal de aire (Q_a) que se introduce en los quemadores. Para ello se determinan experimentalmente las presiones de gas (P_g) y de aire (P_a) en cada quemador, y mediante ecuaciones o ábacos facilitados por

el fabricante de los quemadores, se calculan los caudales de gas y de aire. Con estos valores, se calcula el índice de exceso de aire (λ) mediante la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{Q_a}{Q_{asm}} = \frac{Q_a}{Q_g \cdot V_{asm}}$$

Ecuación 1

Donde: Q_a es el caudal de aire (m^3/s), Q_{asm} es el caudal de aire seco mínimo o estequiométrico (m^3/s), Q_g es el caudal de gas natural (m^3/s) y V_{asm} es el volumen de aire seco mínimo o estequiométrico del gas natural (m^3 aire seco/ m^3 gas natural).

2.2. Resultados obtenidos.

En la figura 2 se aprecia cómo el índice de exceso de aire es muy variable a lo largo del ciclo térmico. En general, en el caso estudiado, el índice de exceso de aire medio en el horno es menor durante el calentamiento ($\lambda=1,3$) y mayor durante la etapa de máxima temperatura ($\lambda=1,7$).

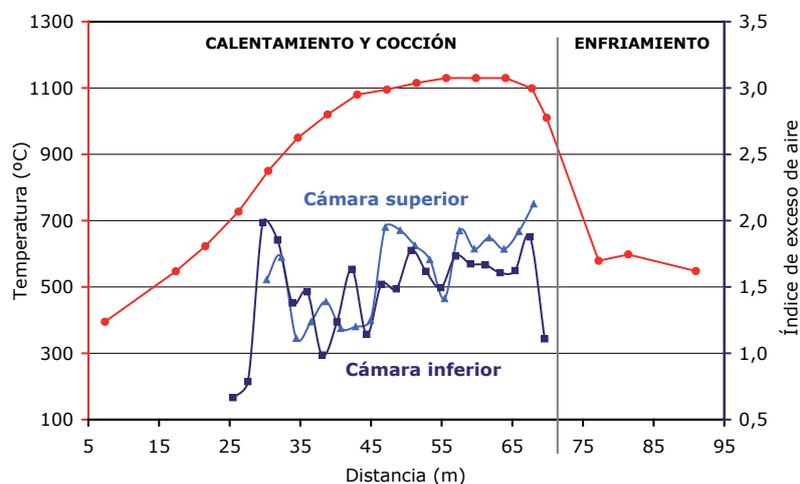


Figura 2. Exceso de aire en el horno.

En la tabla 1 se observa que algunos quemadores presentan defecto de aire; esto significa que parte del gas natural aportado se quema en el horno y no en el quemador; esta situación no es conveniente por razones de seguridad. En otros, en cambio, existe un gran exceso de aire, lo que no interesa desde el punto de vista de ahorro energético, pues esta situación conduce a un incremento del consumo

de gas natural. En general, el horno analizado presenta un exceso de aire del 45 % ($\lambda=1,45$), valor superior al recomendado, de manera general, para este tipo de instalaciones, que es del 10-20 % ($\lambda=1,1-1,2$).

Cámara	λ mínimo	λ máximo	λ medio	λ medio horno
Superior	1,1	2,1	1,6	1,45
Inferior	0,7	2,0	1,4	

Tabla 1. Índices de exceso de aire.

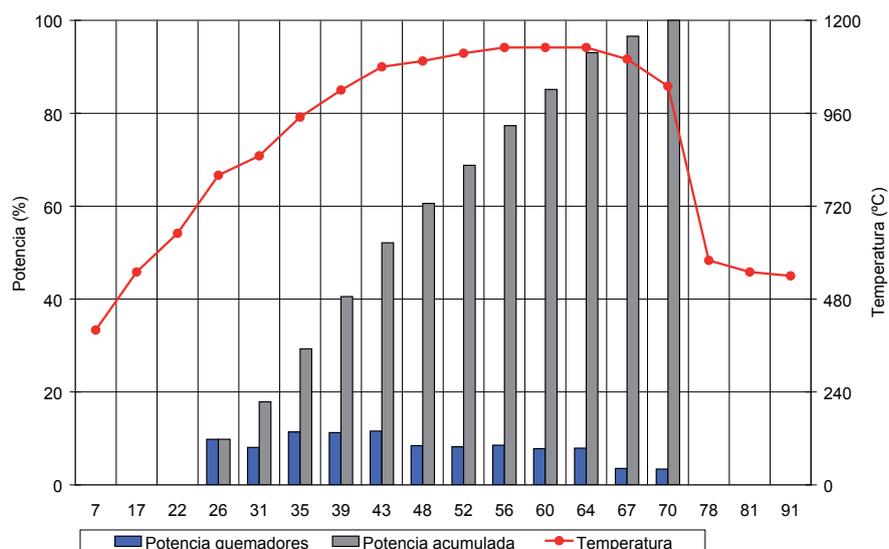


Figura 3. Potencia térmica quemadores.

En la figura 3 se ha representado la potencia térmica de trabajo de los quemadores en cada zona del horno (considerando ambas cámaras), así como la potencia acumulada, junto a la curva de temperatura programada en el horno. Se aprecia que los primeros anillos del horno, aportan más energía que el resto. Atendiendo a la potencia acumulada, se observa que, durante el calentamiento, se aporta el 52 % de toda la energía consumida en el horno. El 48 % restante, se aporta durante la etapa de máxima temperatura.

3. CONCLUSIONES

El análisis del sistema de combustión permite conocer el exceso de aire en cada anillo del horno. Este parámetro no se tiene en cuenta habitualmente en la regulación de los hornos, sin embargo su control permite detectar situaciones de riesgo y situaciones con un elevado exceso de aire.

La reducción del caudal de aire en exceso conduce a una disminución del consumo energético del horno, si bien esta maniobra debe realizarse con cuidado, pues pueden verse alterados otros parámetros de funcionamiento del horno. Se ha comprobado, experimentalmente, que una reducción del 2% en el caudal de aire comburente supone una reducción del orden del 5% del caudal de gas natural.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BLASCO, A. et al. Optimización de las condiciones de funcionamiento en hornos monoestrato (II). Caudal de aire de combustión. *Téc. Cerám.*, 206, 585-593, 1992.
- [2] MÁRQUEZ MARTÍNEZ, M. *Combustión y quemadores*. Barcelona. Marcombo, 1989.
- [3] SERRANO, J.C.; CARRANZA, Y.A. Análisis teórico de la combustión en quemadores de gas natural. *Sci. Tech.* 29, 139-143, 2005.