

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

618 - 25 EL HORNO VERTICAL (2ª Parte) - DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA COCCIÓN EN EL MISMO

Wilhelm Anselm

- - -

PREFACIO

El objeto que me propongo en el presente trabajo consiste en realizar un examen crítico de las experiencias procedentes de estudios industriales y llegar a determinadas leyes fundamentales. Conocida es de todos la gran dispersión que presentan los resultados de nuestras mediciones que, hasta la fecha, no han permitido sacar conclusión alguna en lo que respecta a la determinación de las dimensiones de los hornos verticales o explicar la cocción en los mismos.

Sabemos cuán numerosos son los factores que influyen, y tenemos que confesar que, en el momento actual, no se puede llegar más lejos ni siquiera con todo género de medios y un personal colaborador numeroso, de los cuales, por otra parte, no disponemos.

Para atacar el problema, hemos intentado, como en la primera parte de este estudio, realizar un trabajo puramente de ingeniería, que no da unos resultados definitivos y terminantes, sino que los deja libremente expuestos a discusión. No se ha pensado en hacer una investigación fundamental con todo rigor científico, ya que esto no es posible, dado lo numeroso de los factores que influyen y la magnitud de las dimensiones del horno, sino que se ordenan y explican las distintas relaciones

y características, a fin de poder definir en qué dirección nos debemos mover en el futuro.

Las investigaciones en serie, que se han aplicado en este caso en particular, deben conducir, y conducirán de hecho con el tiempo, a las metas propuestas -los resultados de este trabajo hablan a favor de ello-, y es de esperar que, a partir de datos más extensos procedentes inmediatamente de la práctica, quizá incluso sobre una base más amplia, se llegue a edificar una sistemática que nos conduzca más cerca de las leyes físicas fundamentales.

SISTEMA DE COCCION

En este estudio se extiende mi publicación "EL HORNO ROTATORIO, DIMENSIONES Y ANALOGIAS ENTRE LOS DISTINTOS MODELOS" (1) a los hornos verticales para cemento, cal, magnesita, dolomita y productos cerámicos. Así, en el futuro, se deberán fijar con la mayor exactitud posible las dimensiones y el sistema de cocción en los hornos nuevos o ajustar en los hornos ya existentes la producción y el consumo de calor, así como la calidad exigida, a las dimensiones de que se dispone. Como en el caso de los hornos rotatorios, el objeto de este trabajo consiste en:

Aumentar la producción, mejorar la calidad y disminuir el consumo de calor, por consideración de todos los factores que influyen.

Al mismo tiempo, el presente trabajo constituye una extensión de mi publicación "El Horno Vertical" (2) a los hornos altos, hornos de cúpula, generadores y hornos cerámicos, es

decir, abarca totalmente el grupo de hornos verticales de todos los tipos.

Para las consideraciones que se hacen a continuación hay que dar por supuesto lo siguiente: un sistema correcto de combustión; como combustible, cok o antracita con un poder calorífico de 6.500 a 7.000 Kcal/Kg; un exceso de aire de $n = 1,1$; poco CO y residuo sin quemar; una alimentación de combustible por medio de tornillos sin fin o por simple vertido; una elección adecuada de crudos y cok; una granulometría continua desde el grano de tamaño máximo hasta el de tamaño mínimo, incluso en el cok; un tiro uniforme; una instalación correcta de los inyectores; consideración del influjo que ejerce la pared en la elección de ésta; contenido de $\text{CaCO}_3 = 96\%$; CO_2 residual en la cal = 2%.

La producción de un horno vertical y la calidad del producto obtenido vienen influidas fundamentalmente por los siguientes factores:

1ª. Factores relativos al combustible

Factores caloríficos (poder calorífico - contenido de cenizas - contenido de agua - contenido de gases).

Reactividad - Poder reductor - Valor litros/g y velocidad del aire.

Temperatura de encendido del cok o antracita en la disposición en capas o mezclados en los gránulos.

Tamaño de grano y composición granulométrica, porosidad, superficie.

Adición de sustancias portadoras de oxígeno (catali-

zadores) sobre la superficie del combustible (2).

Sistema de mezcla y relación combustible-crudo.

2º. Factores relativos al horno (sistema de cocción)

Diámetro interior y sección de cada una de las distintas zonas, estrechamiento y forma de la sección, circular o elíptica.

Altura (útil); relación H/d_i .

Consumo de calor-producción.

Velocidad de los gases, cantidad de los mismos, distribución del aire en el interior del horno.

Temperatura de los gases y del material.

Pérdidas por formación de CO -reacción de Boudouard-relación de combustión.

Disposición de los inyectores (tiro natural o artificial).

Atmósfera reductora u oxidante.

Pérdidas de carga (pérdidas de tiro).

Humedad del aire.

Refrigeración y recuperación del calor.

Naturaleza e influencia de las paredes, influjo del grado de carga, problema de descarga.

Tamaño de grano del material de alimentación - tamaño de grano del combustible y tiempo de permanencia del material y de los gases en el interior del horno.

Pérdidas de polvo y problemas planteados por los álcalis.

Revestimiento, aislamiento, pérdidas por radiación.

Funcionamiento continuo o discontinuo, periodos de funcionamiento.

3º. Propiedades de los crudos

Análisis químico del material de alimentación, problema de los álcalis.

Adición de fundentes, óxido férrico, espato flúor, etc.

Densidad, peso aparente, porosidad, tamaño de los cristales.

Pureza o impurezas contenidas en el material de alimentación.

-Elementos vestigiales- influencia.

(por ejemplo, en la cocción de la cal, 1% SiO_2 = 2% de CaO inactivo, 2% de SiO_2 = 4% de CaO inactivo).

Tamaño de grano, composición granulométrica, proporción de finos, finura de molienda.

Forma y rugosidad superficial, tipo de moldeo en los gránulos.

Compacidad y disposición en el interior del horno, volumen de huecos, formación de puntos de unión.

Comportamiento en el interior del horno, desintegración.

Contracción de volumen durante la cocción.

Influencia del tipo de trituración (9) y moldeo (2) sobre el material de alimentación.

Calidad del producto - peso del litro, CO₂ residual, comportamiento en el apagado en el caso de la cal.

En esta enumeración, se echa de ver ya cuán numerosos son los factores que influyen sobre la cocción en el horno vertical.

En el presente trabajo, se estudian especialmente las dimensiones de los hornos verticales, el sistema de cocción y la economía térmica. Estos son, ciertamente, los factores más importantes que deben ponerse en claro en este momento, para después poder ordenar mejor los restantes, que aquí sólo se tratan de pasada, en cuanto que están relacionados con la cocción.

Sabemos (1) que, para los precios actuales del combustible en Alemania, en una fábrica en que se produzcan 100.000 toneladas anuales, un ahorro de 10 Kcal/Kg de crudo, significa una economía de 10.000 DM al año. A pesar de esto, todavía se conducen hoy muchos hornos verticales sin conocimiento de las leyes que en ellos se cumplen, sino de un modo puramente empírico. Únicamente cuando los procesos que tienen lugar en la cocción se tratan de acuerdo con las leyes físicas conocidas, se pueden conseguir los conocimientos que han de conducir a un ahorro de calor, un aumento de la producción y un mejoramiento de la calidad del producto.

Y sólo de este modo fué posible, como se demuestra al final de este trabajo, encontrar una ley fundamental para la cocción de cemento en horno vertical. L. S. C.

(continuará)