

3.2.3. **Instalaciones de homogeneización neumática**

H. KLEIN
Polysius, S. A.



1. Introducción

El fin de una instalación de homogeneización neumática es preparar para el horno una materia prima uniforme y homogénea en su composición, lo cual es una condición previa indispensable para obtener un cemento de buena calidad y una marcha perfecta del horno.

Para poder conseguir este fin es preciso exigir, en primer lugar, que la composición media de la materia prima dentro de las distintas cargas de silos corresponda siempre al valor teórico.

Para cumplir esta exigencia existen varios métodos, cuya aplicación depende, por un lado, de las condiciones de la cantera y, por otro lado, de los gastos.

2. Valor teórico

2.1. *La corrección continua del material en la alimentación del molino.*—El método más barato y simple de obtener el valor teórico en el silo de mezcla, que se ha empleado en muchas instalaciones ya con gran éxito y que será posible aplicar en la mayoría de las fábricas de cemento, es el siguiente:

El asistente que vigila la instalación de mezcla toma, mediante un dispositivo automático durante el período de llenado, cada 30 ó 60 minutos, según la duración del período, una muestra y la analiza a continuación. De esta forma conoce constantemente el valor medio del material que se encuentra en el silo. Si el valor medio se encuentra por encima o por debajo del valor teórico, procede a la corrección de la alimentación del molino con material de un valor inferior o mayor, no teniendo que conocer exactamente cuál es la composición del material de corrección. Basta saber si se encuentra por encima o por debajo del valor teórico. Durante un tiempo de llenado relativamente largo de 10-12 horas de molienda, durante el cual se realiza la corrección cada 30 ó 60 minutos, se obtiene el valor teórico. De forma que la condición previa para este método es:

Disponer de silos grandes de mezcla, que puedan abarcar una molienda de 10-12 horas.

Evitar oscilaciones grandes y muy seguidas de los distintos componentes de la materia prima procedente de la cantera.

Tener la posibilidad de clasificar el material en uno con valor demasiado alto y en otro demasiado bajo, partiendo del valor teórico.

2.2. *Silos de crudo de corrección.*—Un método relativamente seguro para obtener el valor teórico en el silo de mezcla es la instalación de silos de crudo de corrección. Se pone a disposición un silo con un material homogéneo de valor elevado, de composición conocida, y otro con un material de valor muy bajo. Al cargar el silo de mezcla—determinando igualmente el valor medio del contenido mediante la toma de muestra automática—se añade una cantidad correspondiente de crudo de corrección antes de empezar la homogeneización. De forma que este método requiere un silo más y, por lo menos, un báscula adicional. Aparte de esto, el crudo de corrección es muy caro.

3. El principio del mezclado neumático

El efecto de mezcla en la homogeneización neumática se basa, principalmente, en el hecho de que con una corriente turbulenta de aire se efectúa un intercambio constante de masas en sentido transversal a la dirección de la corriente de aire. Todos los sistemas de mezclado neumático que son de importancia técnica aprovechan este principio.

Por consiguiente, el fin para la construcción de instalaciones de mezclado tiene que ser producir corrientes de gran turbulencia en los silos de mezcla. Desgraciadamente no es tan fácil de determinar teóricamente los procesos de corriente en un silo, o estudiarlos mediante experimentos. Hasta hace poco fue casi imposible determinar el efecto de mezclado en tal silo para compararlo con otras instalaciones. Por medio de unos estudios muy amplios realizados por la casa Polysius, ha sido posible demostrar la existencia de unas leyes que rigen durante la homogeneización. Los resultados de estos ensayos se publicaron en la revista *Zement-Kalk-Gips* del mes de septiembre de 1962. De manera que es posible, hoy día, comparar instalaciones de mezclado entre sí y averiguar el éxito de las medidas para mejorar el efecto de mezclado en un tiempo relativamente corto.

4. Sistema de mezcla Polysius

En correspondencia a los nuevos conocimientos, el sistema de mezclado Polysius trabaja de la siguiente manera:

El fondo poroso está dividido en cuatro partes, que se subdividen a su vez. Dos cuadrantes opuestos se airean al mismo tiempo durante el mezclado; los otros dos están completamente sin airear. Después de un tiempo adecuado, que puede determinarse exactamente con ayuda de un experimento y que asciende normalmente a 10 minutos, se cambia la aireación. Después de una hora, aproximadamente, el proceso de mezclado está terminado. Para aumentar la turbulencia se varían las cantidades de aire dentro de estos cuadrantes con ayuda de unas válvulas que se ajustan de forma fija.

5. Mezclado continuo

El principio del mezclado continuo se emplea frecuentemente en los Estados Unidos. Sin embargo, para este sistema hace falta una enorme cantidad de energía. La instalación de mezcla se carga continuamente y, al mismo tiempo, se extrae la misma cantidad mezclada. Para garantizar un efecto de mezclado más o menos seguro, ha de removerse día y noche una gran cantidad de material, que es mucho mayor que la cantidad real, lo cual supone unos gastos enormes de energía para la producción del aire de mezcla.

6. Período de mezcla

La duración y el éxito del mezclado dependen, fundamentalmente, del alcance de las oscilaciones iniciales. Por eso ha de fijarse como punto de partida un valor de oscilación, por ejemplo: ± 5 por 100 de margen de oscilación en el contenido de CaCO_3 .

Con esto, sin embargo, se crea una dificultad, ya que es una gran diferencia para el mezclado, si por ejemplo el 50 por 100 del material varía en un $+ 5$ por 100 y el otro 50 por 100 en un -5 por 100 del valor medio, o si el ± 5 por 100 se da solamente en algunas ocasiones, es decir, en proporción a la cantidad total, solamente es una pequeña parte. Esta dificultad puede evitarse introduciendo la «desviación standard». Esta desviación es un concepto estadístico y se calcula a partir de un cierto número de valores de muestras tomadas del material. No es posible explicar en esta ocasión la teoría de la estadística, que sería necesaria para un entendimiento perfecto de la desviación standard. Decimos solamente lo siguiente: Con ayuda de la desviación standard puede expresarse el grado de inhomogeneidad de una cantidad de material mediante una sola cifra. Es suficiente saber que con una desviación standard del ± 5 por 100 pueden producirse valores unitarios de oscilación hasta tres veces mayores, es decir, con $S = \pm 5$ por 100, valores efectivos del ± 15 por 100.

Mediante un mezclado adecuadamente largo se puede obtener de cada oscilación inicial, aquella final deseada. El tiempo de mezclado está en función logarítmica con respecto a la magnitud de la oscilación.

7. Rendimiento de instalaciones de mezcla

Han de observarse dos puntos:

- 1) Cantidad de aire de mezcla;
- 2) Número y tamaño de los silos de mezcla.

7.1. *Cantidad de aire de mezcla.*—Conviene determinar la cantidad de aire mediante ensayos con el material a mezclar, ya que se ha puesto de manifiesto que las características del material en cuanto a su mezclabilidad son muy diferentes. Las causas de este fenómeno no han podido aclararse todavía. En nuestro laboratorio disponemos de las instalaciones necesarias para aclarar experimentalmente la cuestión de la cantidad del aire de mezcla.

7.2. *Número y tamaño de los silos.*—No es posible establecer una regla fija válida en todos los casos para el tamaño y el número de los silos, ya que hay una serie de puntos importantes que varían de una fábrica a otra. Un factor importante es, naturalmente, la capacidad del horno y del molino. Además, es importante el método, según el cual se piensa obtener el valor teórico en el silo de mezcla, si hacen falta silos de corrección, etc.

7.3. *Relaciones dimensionales de los silos.*—A consecuencia de las mejores posibilidades que existen para determinar con mayor exactitud el efecto de mezcla, se pudo averiguar que una proporción del 1 : 1 entre el diámetro del silo y la altura de llenado dan el mejor efecto.

La colocación de los silos depende de las condiciones locales. Ha dado buenos resultados la disposición de los silos en pisos, es decir, los silos de mezcla por encima de los silos de almacenamiento. Tiene la ventaja de que entre los silos de mezcla y de reserva no hacen falta aparatos de transporte y que el vaciado de los silos de mezcla se hace en un tiempo muy corto. Para la producción del aire de mezcla utilizamos, generalmente, un compresor con émbolo giratorio tipo Roots, que suministra un aire completamente libre de aceite y que desde hace algún tiempo se construye en nuestra fábrica. Actualmente, pueden producirse presiones de hasta $1,6 \text{ kg/cm}^2$, por lo cual no se deberían construir silos con una altura de caída mayor de 15 m, ya que 1 m de altura de llenado produce una contrapresión de aproximadamente 0,1 atmósfera.

Como material poroso para el fondo del silo se utiliza material cerámico, textiles y, desde hace poco, también madera.