

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

601 - 9 MOLIENDA Y MOLINOS DE LABORATORIO

(Mouture et moulins de laboratoire)

J. A. Slegten

De: "REVUE DES MATERIAUX" Nº 427 pág. 126, 1951

- - - - -

Son aún más raras las fábricas de cemento que no pierden más que el 15% de energía en la molienda, que los que desperdician el 30 % o más. Es necesario aprender a moler con buen rendimiento. Incluso la operación de pulverización en un molino de bolas constituye una especialidad, capaz de llenar toda una vida activa. Se han hecho recientemente muchos estudios referentes a la superficie específica, resistencias, los agentes dispersantes químicos o naturales etc... Creemos, sin exagerar, que sobre una producción anual de 6.000.000 toneladas, la industria francesa del cemento podría reducir el consumo de energía en unos 30.000.000 de Kw.h. Para ello es necesario en primer lugar un buen molino de laboratorio, o mejor dos, y estos no sólo faltan en las explotaciones sino que sólo conocemos una Universidad, la de Rolla (Missouri) que haya prestado a esta cuestión la atención que merece.

Geoffrey Martín, Coghill y Vaney han demostrado que las conclusiones de los ensayos bien realizados en el molino de laboratorio son aplicables a los molinos industriales.

Si por día y por molino de 10 T/h se pierden de 1500

2000 Kw.h. se debe en gran parte a haber olvidado una instalación de molienda de ensayo, privando a los ingenieros de realizar experiencias.

Pero generalmente esta falta está agravada por otra: No hay un dispositivo donde se pueda comprobar metódicamente el rendimiento de un molino industrial.

Cada instalación debía tener por lo menos un molino equipado con una báscula continua de precisión o un distribuidor Richardson cuyas pesadas estén desprovistas de todo error e incertidumbre. Pero no existen en el mundo más que dos o tres que merezcan cierta confianza y resultan caros.

Todo molino de laboratorio debe responder a las siguientes características:

Forma: Cilíndrica, en fundición o acero, blindado o no. Deben rechazarse todas las formas diferentes de ésta.

Puerta: Cepillada, articulada y con doble pared. La pared interior tiene un espesor de 10-15 mm. y está perforada por aberturas cuadradas de 10 mm.; está cubierta por un tapón inmóvil protegido por una hoja de caucho. Al entreabrir la puerta completa puede extraerse una muestra de material.

Dimensiones: Son especialmente recomendables las siguientes:

Molino preparador: diámetro interior libre 950 mm; longitud interior libre 500 mm.

Molino de refino: diámetro interior 670 mm.; longitud interior libre 420 mm.

Soportes: Ejes a bolas o rodillos. Póngase suficientemente altos para que pueda deslizarse por debajo del molino

un carretón capaz de recibir todo el contenido.

Velocidad en t/mn: Regulable. Preferentemente de  $\frac{45}{\sqrt{\text{diámetro interior}}}$   
a  $\frac{25}{\sqrt{\text{diámetro interior}}}$  o también  $\frac{32}{\sqrt{\text{diámetro interior}}}$  o sea -  
75 % de la velocidad crítica.

La carga debe poder llevarse hasta el molino lleno en un 50 %, o sea para los ejemplos siguientes.

El preparador: 650 kg de bolas    El refinador: 350 kg de acero  
"            : 175 kg de material            "            : 80 kg de material.

Los constructores recomiendan a menudo 200 kg de bolas y 175 kg de material para el 1º. El material sale caliente y no se parece en nada al cemento.

Para las proporciones acero-materia ciertos autores - (W. Anselm, Zomont-Kalk-Gips 1950, p. 16 A. Joisel, Revue des Matériaux 1950 p. 241) en dos estudios particularmente interesantes recomiendan llenar de materia los espacios entre las bolas, del orden del 40 %.

#### Elección del tamaño y forma de las máquinas.

Es lógico graduar la carga exactamente como en los molinos industriales. La granulometría, división del molino, tipo de paredes etc., determinan la composición de las cargas. La experiencia individual es a menudo mejor consejera que la teoría en este tema.

Si el compartimento preparador contiene 30 % de bolas de 90, 30 % de 80, 20 % de 60 y 20 % de 50 deben adoptarse las mismas proporciones.

### Molienda de ensayo.

Si, en un molino de dos compartimentos el producto pasa de la primera cámara a la segunda con un 60 % de residuo, ocurrirá lo mismo en el molino de ensayo.

Una vez obtenida esta finura, se pasa el producto al segundo molino. El cemento del laboratorio será perfectamente comparable al de molienda industrial.

### Experiencias, finura y superficie específica.

Los lectores de la bibliografía alemana encontrarán un verdadero placer en un estudio reciente de Wilhelm Anselm "Zur - Kleinerungstechnik und Staub", editado por Deutscher Ingenieur - Verlag G. m. b. H., Düsseldorf. Encontrarán allí opiniones totalmente nuevas y de fundamento matemático sobre la superficie específica y su determinación gráfica.

Si un cemento tiene un 7,5 % de residuos, la fórmula de Anselm dará  $3.810 \text{ cm}^2$ , y el diagrama permite leer inmediatamente el porcentaje de cada carga.

Wagner considera el grano esférico; en el porosímetro de Blaino se aplica un factor de corrección que corresponde al que se elegiría en la escala de Carman.

Anselm considera los granos, cúbicos lo que daría para Wagner  $\frac{17}{6} = 0,52$ . Pero piensa con razón que es más bajo de lo real y que debería multiplicarse por 1,5.

### Regulación de la molienda de laboratorio.

Regularidad.- Para ilustrar la regularidad he aquí los residuos de 11 moliendas de clinker realizadas cada una du-

rante 22 mm en las condiciones antes descritas con el fin de preparar clinker del 60 % de residuo sobre 4.900: 60,8 %, 61 %, - 60,8 %, 61 %, 61,6 %, 60,2 %, 61,2 %, 61,2 %, 61,2 %, 61,2 %, 61,4 %, - 61,4 %.

Para demostrar lo que permite hacer el molino refinador, transcribimos a continuación los resultados de 11 molindas con cargas y duraciones diferentes de un cemento preparado aproximadamente con 20 % de desperdicio en 4.900 mallas reducido a - alrededor del 2 % sobre 4.900.

Nº de la muestra	Residuo en el tamiz de					Definición Anselm 43° - 52	Sup. especf. Anselm cm <sup>2</sup> /g 2270	KW/t <sup>2</sup> 100 cm g
	900 m. 1.14	4900 19,6	6400 20,66	10000 29,72	16000 35,56			
1	0,6	3,8	4,8	9,6	15,2	36° --- 16	9920	0,618
2	0,2	2,6	3,2	8,6	13,8	36° --- 15,5	10250	0,544
3	0,2	2,8	4	9	12,4	35,5 --- 15	10750	0,393
4	0	2,4	3,2	10,2	14,6	45° --- 20	5750	0,48
5	0,4	3,6	4,2	9,8	14,8	35° --- 15	10950	0,461
6	0	2	2,6	8,6	14,6	45° --- 20	5750	0,48
7	0	2,2	2,8	8,4	14,2	45° --- 20	5750	0,48
8	0	2,4	3,0	9,8	14,6	44° --- 20	5750	0,544
9	0	2,4	3,2	9,6	15,0	43° --- 20	6180	0,256
11	0,2	2,8	3,2	9,8	14,8	38° --- 18	8200	0,393
12	0	2,4	3,2	10,6	15	45° --- 21	5480	0,52

Llamará la atención inmediatamente la dispersión de la superficie y, por consiguiente, de la velocidad de endureci-

cimiento de los cementos.

Hay que recomendar la mayor circunspección a los que piensan instalar separadores.

### Control.

Se comprende que para construir una buena instalación para cada molino hace falta lo siguiente:

Un motor separado de velocidad constante, con atagüa por medio de correas trapezoidales o reductor.

Un variador con un indicador del número de vueltas.

Un watímetro indicador-totalizador, de precisión - (1/100 Kw).

Un termómetro de precisión para medir la elevación de temperatura del cemento.

Sería preciso medir también la radiación y el calentamiento del molino si se quiere hacer un balance de rendimiento.

Accesorios: báscula, tamices, preparadores de clínker, para presentar siempre el producto con la misma granulometría para ensayos de comparación.

Tamiz de 900, 4.900, 10.000, 16.900 mallas.

### Precauciones.

Se necesita renovar la carga a menudo porque una modificación del peso unitario medio por desgaste representar un gran papel y cualquier imprecisión impediría la comparación de ensayos diferentes.

Nosotros aconsejamos reajustar la carga cada 20 horas.

\* \* \*