

- 5 -

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

601-8 CARACTERISTICAS DE LOS MOLINOS COMPUESTOS

(Compartment Mill Performance)

B. M. Pearson

De: "ROCK PRODUCTS", 106, Marzo 1951.

No hace falta señalar la gran importancia que tiene el grado de molido de un cemento en sus características. De aquí, que consideramos de un gran valor, las operaciones que tienen por motivo el llegar al grado de finura óptimo y adecuado a las características exigidas.

A fin de obtener estas características, es necesario no solo el controlar las diversas fases del molido, sino también el controlar el tiempo de la operación y la cantidad de producto.

Para mejor comprensión de lo hasta aquí detallado, haremos un sencillo ejemplo práctico de la puesta a punto de un molido bien dosificado. (Fig. 4).

Seguiremos los cálculos en la Tabla I, en la que se ve la manera de disponer los distintos datos seguidos con arreglo al "Data Sheet No. 4b", de la revista Zement, vol.31 (1942), del 14 de Mayo. Mas adelante resolveremos este problema, por un método mas simplificado tomado de Zement-Kalps-Gips, vol.2 (1949) p.223.

Tanto uno como otro método son lo suficientemente exactos, siempre que su aplicación haya sido correcta.

Para este ejemplo llamaremos k , a la densidad de relleno, que viene dada para los distintos compartimentos por las cifras que damos a continuación

1º	Compartimento	.....	0,56
2º	"	.....	0,59
3º	"	.....	0,62

(Observese el concepto de densidad introducido, como relación entre la superficie neta de las bolas a la superficie de llenado)

Para este ejemplo tomaremos como volumen de llenado en tanto por ciento, los siguientes valores:

1º	Compartimento	.....	0,30
2º	"	.....	0,27
3º	"	.....	0,23

Aunque debido a la mayor potencia de los motores del molino de que se dispone actualmente, se llega a los siguientes valores:

1º	Compartimento	.....	0,35
2º	"	.....	0,32
3º	"	.....	0,32

Como peso aproximado de las bolas tomaremos los siguientes datos, que son lo suficientemente exactos

100 - 60	mm. ϕ	=	4400 Kgrs/m ³
60 - 40	" "	=	4600 Kgrs/m ³
30 - 15	" "	=	4800 Kgrs/m ³

Las columnas 9 y 10 se deducen respectivamente de la 7 y 8 sin mas que multiplicarlas por el area de la sección transversal. También se puede observar en la Tabla 1, que la diferencia entre las columnas 16 y 9 viene regida por la cantidad de aire que hay entre la superficie del producto y la superficie del agente molturador. En la columna 17 el cálculo esta hecho con un volumen de llenado del 60 por ciento = 0,60 y con un valor de $Y = 3.0$, que es un valor bastante acertado, lo que nos da una densidad del volumen de llenado de 1,8 Tons/m³. La velocidad axial a través de los distintos compartimentos, viene

TABLA I

Tiempo de paso del producto molido Q= 16 T.P.H. 7,5 R Cemento											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Longitud de compartimentos	Diametro interior	Espaciados				Superficie de llenado		Superficie de llenado		
			Bolas	Producto molido	Bolas	Producto molido	Bolas	Producto	Bolas	Producto	Bolas
Símbolo	L	D _i	h _k	h _m	a _k	a _m	t _k	t _m	v _k	v _m	v _k
Unidad	m	m	mm	mm	mm	mm	%/100		m ³ /m		m ³
Cálculo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Lv _k
K ₁	3,25	2,08	1430	1470	330	370	0,30	0,28	1,02	0,95	3,32
K ₂	3,00	2,08	1485	1485	385	385	0,27	0,27	0,92	0,92	2,76
K ₃	6,15	2,08	1560	1540	440	440	0,23	0,24	0,78	0,82	4,80
Tamiz	0,60	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	13,0	2,08					0,26				

Datos para el tiempo de paso del producto a través de los 3 compartimentos

T A B L A I (Continuación)

Tiempo de paso del producto molido Q= 16 T.P.H. 7,5 R Cemento													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Cantidad de molfente		Superficie neta			Cantidad de producto molido		Velocidad axial	Tiempo de salida	Volumen interno del molino			Densidad del producto
			Bolas	Producto	Suma					Vacio	con bolas	con producto	
Símbolo	M_k		F_k	F_{Pi}	F	M_M		W	t	V_r	V_{rk}	V_{rM}	K
Unidad	t	%				t	%	m/min	min		m ³		%/100
Cálculo	-	-	$V_k \cdot K$	$V_M \cdot F_k$	$F_k + F_M$	$F_M \cdot L \cdot Y$	-	$\frac{Q}{F_M}$	$\frac{L}{W}$	$\frac{D^2}{4} L$	$F_k L$	$F_M L$	$\frac{V_{rk}}{V_k L}$
K_1	14,3	28,6	0,57	0,42	0,99	1,64	28,5	0,53	6,2	11,0	1,85	1,36	56
K_2	12,7	25,4	0,54	0,38	0,92	1,36	23,7	0,585	5,1	10,2	1,62	1,14	59
K_3	23,0	46,0	0,48	0,34	0,82	2,50	43,5	0,655	9,4	20,9	2,95	2,09	62
Tamfz	-	-	-	-	-	0,25	4,3	-	0,9	1,7	-	0,20	-
Tot _a I	50,0	100,0				5,75	100,0	0,61	21,5	43,8	6,42	4,79	59

Datos para el tiempo de paso del producto a través de los 3 compartimentos

dada en la columna 19 por $w = \frac{Q'}{F_M}$, siendo Q' la producción del molino en m^3/min , es decir.

$$Q' = \frac{Q}{Y \cdot 60} = \frac{16}{1,2 \cdot 60} = 0,222 \text{ m}^3/\text{min}$$

Tomando para $Y = 1,2$. Con esto (Ver col. 19), la velocidad resulta ser de $0,61 \text{ m/seg}$, lo que nos da un tiempo de $21,5 \text{ mins}$.

Con el fin de poder comparar este método con el método citado anteriormente, y mas simplificado de Anselm, vamos a resolver el mismo problema, con lo que se observará la gran concordancia de datos. El area interior de la sección transversal vale

$$\frac{D_i^2 \pi}{4} = \frac{2,08^2 \pi}{4} = 3,4 \text{ m}^2$$

La altura de relleno, la tomaremos del orden de $0,26$, con lo que el llenado del molino será

$$0,26 \cdot 3,4 = 0,88 \text{ m}^2.$$

Como densidad de la masa que hay dentro del molino, tomaremos $0,59$, con lo que el volumen de huecos será de $0,41$. El area de la sección transversal será

$$F_2 = 0,88 \cdot 0,41 = 0,36 \text{ m}^2.$$

y tomando para $Y = 1,2$ se tiene que la cantidad de producto molido vale

$$F_2 \cdot Y \cdot \text{Long en metros} = 0,36 \cdot 1,2 \cdot 13 = 5600 \text{ Kgrs}$$

y la velocidad axial de paso

$$w = \frac{Q}{Y \cdot 60 \cdot F_2} = \frac{16}{1,2 \cdot 60 \cdot 0,36} = 0,617 \text{ m/min}$$

que corresponde a un tiempo de

- 10 -

$$t = \frac{\text{longitud}}{\text{velocidad}} = \frac{13}{0,617} = 21,1 \text{ minutos}$$

con lo que se ve la concordancia de datos, con el método anterior y la gran simplicidad de éste.

* * *

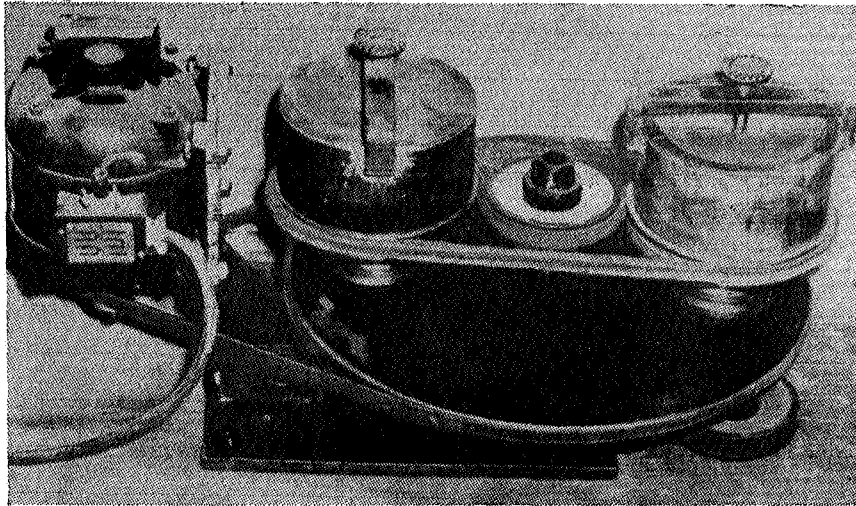


Fig. 1.

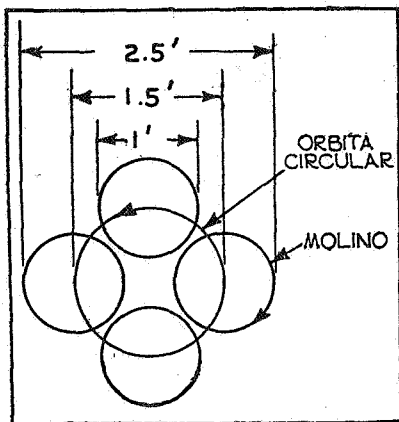


Fig. 2: floor space occupied by centrifugal mill

Fig. 2.

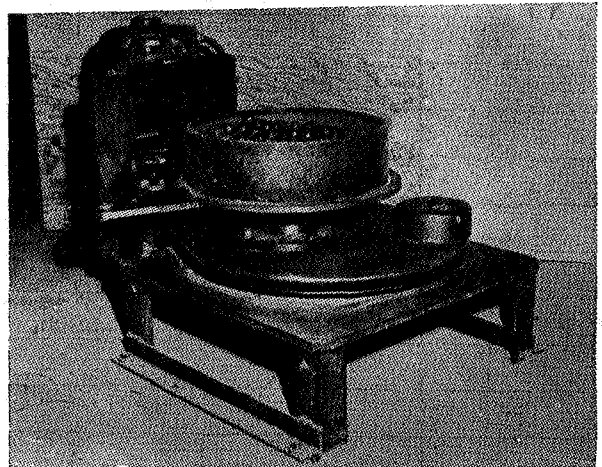


Fig. 3.

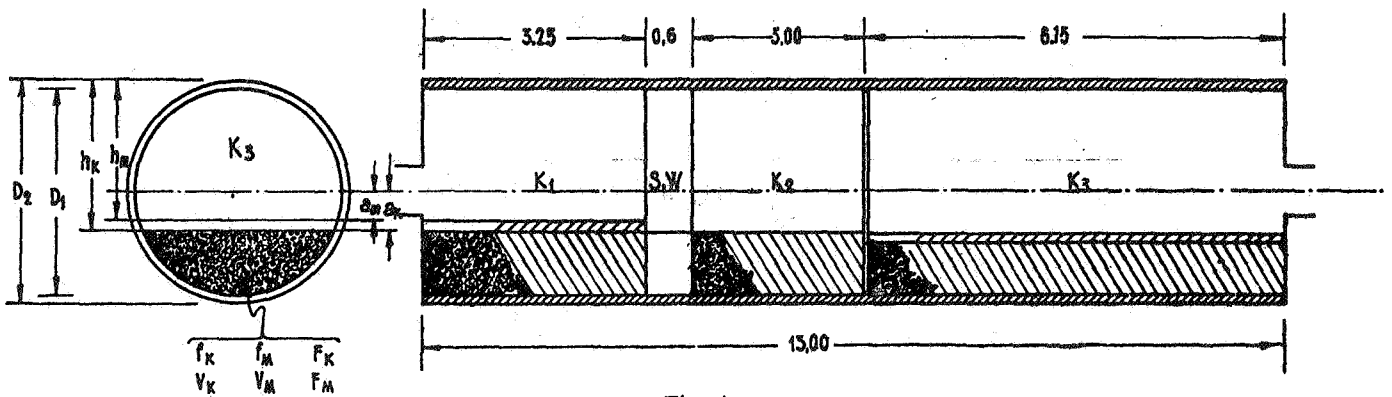


Fig. 4.