

# **ESTUDIO DE LA PREPARACIÓN DE ESMALTES EN MOLINOS DE BOLAS DISCONTINUOS Y MEDICIÓN DE LA CARGA DE LOS MEDIOS DE MOLIENDA POR PROGRAMAS INFORMÁTICOS**

**Mohammad Hossein Khodabakhsh**

Apadana Ceram, Qazvin, Irán

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es describir cómo han ido evolucionando las características de la preparación de los esmaltes en los molinos de bolas discontinuos.

Cuando se están usando molinos de bolas discontinuos, se debe de añadir, con regularidad, medios de molienda la carga, ya que el fenómeno de molturación durante la preparación del esmalte tiene una proporción válida de medios de molienda con relación a las materias primas en su ciclo, para optimizar el tiempo de molienda y la distribución del tamaño.

Se sabe que, en la primera fase, se deben de medir las características de los molinos de bolas.

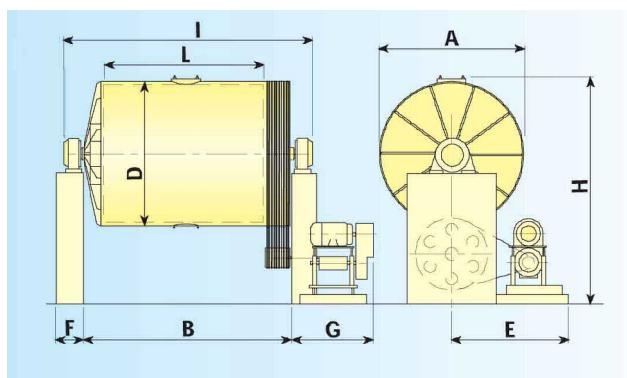


Figura 1. Dibujo esquemático del molino de bolas.

$D_B$  = Diámetro interno del molino de bolas con el revestimiento interno,  $L_B$  = longitud del molino de bolas,  $A$  = Diámetro externo del molino de bolas,  $B$  = Longitud externa del molino de bola,  $D_L$  = Diámetro del revestimiento interno. Para calcular el volumen real del molino de bolas, se debe de restar el diámetro de revestimiento interno del molino del diámetro del molino de bolas.  $V_B = \pi (D_B - D_L) \times L_B$  donde  $V_B$  es el volumen del molino de bolas.

## 2. PORCENTAJE DE MEDIOS DE MOLIENDA EN EL MOLINO DE BOLAS

En el molino de bolas continuo, se recomienda usar medios de molienda que representen entre un 40 y un 45% del volumen del molino, estando estos valores entre un 50 a un 55% en el caso de los molinos de bolas discontinuos (55% en este trabajo). Hay un espacio libre de entre el 35 y el 40% aproximadamente, en los medios de molturación de carga (40% en este trabajo). Por tanto, la proporción de volumen real de los medios de molienda en un molino de bolas se puede calcular al restar el espacio libre entre los medios de molienda del volumen total que ha sido ocupado por los medios de molienda. El volumen real de los medios de molienda en un molino de bolas es de  $60 \times 55\% = 33\%$  y es el  $40 \times 55\% = 22\%$  del volumen

total del molino de bolas. Estos datos muestran que si hemos cargado menos de un 22% de materiales del volumen total del molino de bolas, se producirá fricción entre los medios de molienda. De la otra forma, los medios de molienda se introdujeron en un vaso con un volumen de 200 ml. Al considerar que la densidad del agua equivale a 1, añadiendo agua al vaso para ajustarse al recipiente, la densidad de los medios de molienda es igual al peso del agua. Se usaron medios de molienda de 5 tamaños: 2,  $\frac{3}{14}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{1}{14}$  de pulgada.

Al calcular la densidad, teniendo el volumen de los medios de molienda, se puede calcular el peso del molino de bolas:  $W = V \times D$ . En esta fórmula,  $W$  es el peso de los medios de molienda,  $V$  el volumen de los medios de molienda, y  $D$  la densidad de los medios de molienda. El peso de la barbotina se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

Peso en seco =  $(0.45 \times V \times D_p) / 100$ , Peso del agua =  $(0.45 \times V \times W_p) / 100$  donde,  $V$  es el volumen real del molino de bolas,  $D_p$  el porcentaje en seco de los materiales en la barbotina (aproximadamente el 68~69%) y  $W_p$  el porcentaje de agua en la barbotina (31~32%).

El peso de la barbotina es el total del peso en seco y del peso de agua.

La sección transversal de un molino de bolas puede calcularse a partir de:

$$a = 2 A \operatorname{Cos}\left(1 - \left(\frac{h}{R}\right)\right), A' = 0.5 R^2 \left[ (0.01745 \times a) - \operatorname{Sin} a \right], V = [(\pi R^2) - A'] \times L$$

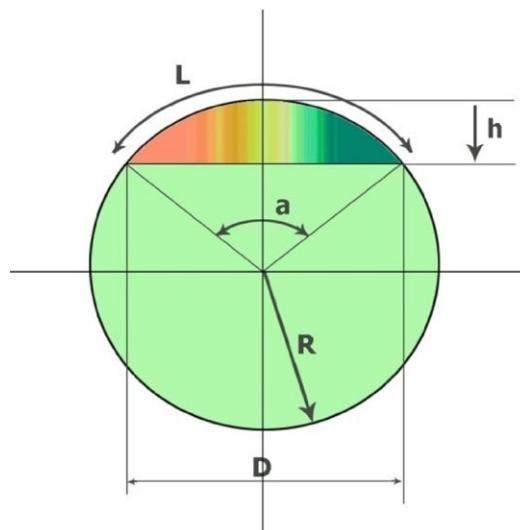


Figura 2. Sección transversal del molino de bolas.

donde  $R$  es el radio del molino de bolas,  $h$  la altura del espacio hueco en el molino de bolas y  $L$  la longitud del molino de bolas. La altura deseada de los medios de molienda puede calcularse por medio del programa de Microsoft excel para obtener un 55% del volumen total del molino de bolas. En este estudio, se calculan los parámetros de la tabla 2 para conseguir la altura adecuada de los medios de molienda.

### 3. DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LOS MEDIOS DE MOLIENDA MEDIANTE ANÁLISIS DE IMAGEN

Para obtener la distribución del tamaño de los medios de molienda en el molino de bolas, se prepararon algunas imágenes de los mismos con una cámara digital de alta definición y las imágenes se estimaron por medio del software de Adobe Photoshop para hallar la distribución aproximada del tamaño real. Mediante este método se calcularon la superficie total y el porcentaje de cada tamaño de los medios de molienda con la finalidad de obtener el peso de los medios de molienda de carga en el molino de bolas. Se midió el tamaño de algunos medios de molienda para asegurar un tamaño de los medio de molienda. En las figuras 4 a 8 se presentan las mediciones para los medios de 2 a 1 pulgada.

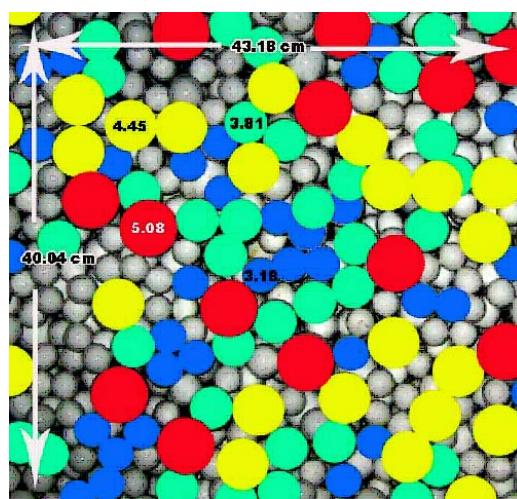


Figura 3.

### 4. RESUMEN

Al comparar las tablas 2 y 3, al medir de forma manual la altura de los medios de molienda en un molino de bolas, se puede calcular la diferencia entre el uso en la práctica del molino de bolas y su uso teórico. Al medir la falta de altura de los medios de molienda, se puede estimar el contenido de carga.

La distribución del tamaño de los medios de molienda se puede medir por medio del análisis de la imagen, para calcular el porcentaje de cada tamaño de los medios de molienda.