

RECIENTES PROGRESOS EN LA SEPARACION HIDROGRAVIMETRICA INDUSTRIAL DE MINERALES.

Por Carlos Rodríguez Baltar.

RESUMEN

Se reseñan de modo somero las características básicas de funcionamiento de los modelos convencionales de Concentradores Hidrogravimétricos de Impulsos, denominados «Jigs».

Se analizan las características particulares del Clasificador Hidrogravimétrico Auto-pulsante «Jig Baltar». Se da cuenta de la realización de un dispositivo con el que se logra la estratificación selectiva en columna fluida de conjuntos granulados heterogéneos en función de las distintas densidades de los constituyentes. Este aparato permite fundamentalmente el tratamiento de los productos denominados «Finos» y «Ultra-finos», de baja velocidad de sedimentación, así como el de conjuntos integrados por componentes con escasa diferencia de peso específico. Se hace mención a una regla de aplicación práctica para la determinación del espectro granulométrico más idóneo para el tratamiento de conjuntos granulométricos heterogéneos en función de las distintas densidades de cada uno de los constituyentes.

CONSIDERACIONES GENERALES

Los procesos de selección hidrogravimétrica han venido utilizándose a lo largo de los tiempos en las técnicas de aprovechamiento de materias primas. Con ello se consigue, partiendo de un conjunto granulado heterogéneo, clasificar los distintos componentes en función de sus pesos específicos.

Existe una gran variedad de dispositivos para realizar estas funciones: Mesas de Sacudidas, Espirales, Cribas Hidráulicas, etc.... Actualmente los más generalizados son los Concentradores Hidrogravimétricos de Impulsos. Conocidos vulgarmente con el nombre de «Jigs», tomado del inglés «sacudir de abajo hacia arriba».

Aun cuando las distintas casas comerciales han adoptado diversas formas para la realización de estos aparatos, el funcionamiento de todos ellos es muy similar y está basado en la Ley de Stokes relativa a la velocidad de caída de un cuerpo sólido en el seno de un líquido. Estructuralmente están formados por un recipiente de sección rectangular o prismática abierto por su parte superior y dotado en una de sus caras laterales de un rebosadero y con un fondo en forma de cono o pirámide invertidos. En la inserción entre la caja rectangular y el fondo piramidal se encuentra situada en sentido horizontal una rejilla con luz de malla en consonancia con las granulometrías de los productos objeto de tratamiento. Esta rejilla determina la zona de separación entre las dos seccio-

nes fundamentales que constituyen el hidroclasificador, la inferior o cámara de pulsación y la superior o cámara de estratificación.

Un sistema de propulsión mecánica generalmente biela-manivela, acciona un diafragma elástico adosado a alguna parte de la cámara de pulsación imprimiendo al líquido contenido en ésta impulsos ascendentes-descendentes de amplitud y frecuencia ajustables.

Para su funcionamiento se llena de líquido hasta que su nivel alcance el rebosadero y por la cara opuesta a éste se introduce el conjunto granulado objeto de tratamiento.

Las partículas son sometidas a un periódico movimiento vertical oscilante, lográndose sobre la rejilla una sedimentación selectiva, ya que mientras los componentes densos tienden a caer, los ligeros ascienden. En consecuencia en el interior de la cámara de estratificación se produce una clasificación densimétrica de los componentes, saliendo los ligeros por el rebosadero acompañando al líquido, mientras los densos atravesando la rejilla divisora, penetran en la cámara de pulsación y se evacúan de ésta mediante una válvula situada en el vértice de la sección piramidal. Para reponer el volumen del líquido que rebosa en cada impulsión existe una alimentación continua de éste a la cámara de pulsación.

Dado que los impulsos positivos y negativos generados en la cámara se transmiten con la misma intensidad a la sección de estratificación, el efecto diferencial densimétrico queda disminuido.

Para la realización de este trabajo hemos tenido en cuenta los efectos de pulsación unidireccional que se producen en el «Pulsador Baltar» formado por una cámara cilíndrica dotada de membrana elástica que por efecto de la presión diferencial del líquido que en ella se introduce genera un régimen pulsante de este con parámetros regulables de frecuencia y amplitud.

Mediante disposiciones constructivas únicamente se transmiten a la sección de pulsación los impulsos positivos y en consecuencia en la cámara de estratificación solamente existen movimientos periódicos ascensionales de líquido y al no existir corrientes descendentes se elimina la succión logrando mejorarse ostensiblemente la sedimentación selectiva.

Con el fin de eliminar la interferencia debida a la corriente laminar direccional que se produce sobre el estrato de materiales ligeros en la cámara de sedimentación y definir de modo más efectivo las distintas fases de estratificación se ha realizado un dispositivo que permite evacuar a distintos niveles los materiales ligeros y el líquido pulsante, gracias a ello se consigue en la cámara de estratificación una columna fluida pulsante de densidad variable la que determina una mayor efectividad de la sedimentación selectiva.

Al mismo tiempo la corriente laminar direccional producida al evacuar el líquido de la cámara de sedimentación al encontrarse en el plano superior muy distante del estrato salido no afecta a éste eliminándose consecuentemente el arrastre de partículas finas densas.

Al realizarse el movimiento ascendente de las partículas sólidas bajo una capa de líquido la distribución de las pulsaciones en la cámara de estratificación se distribuyen de modo más regular dando como resulta-

do una sedimentación de mayor uniformidad en cuanto a partículas de la misma densidad.

Debido al efecto de los impulsos unidireccionales y extraer independientemente los sólidos ligeros y el líquido pulsante en la cámara de clasificación se definen en sentido vertical ascendente a partir de la rejilla cinco zonas: Estrato de filtración constituido por partículas gruesas de densidad media. Estrato de sedimentación formado por partículas densas. Estrato de dispersión integrado por el conjunto de partículas objeto de tratamiento. Estrato de ligeros, compuesto por materiales de baja densidad y columna líquida.

Como consecuencia de una definición más neta de los distintos estratos formados en la columna en función de las densidades de los componentes, ha sido posible lograr una elevada selectividad aumentando por tanto el coeficiente de recuperación del proceso siendo muy de resaltar especialmente en los tratamientos de los productos denominados «finos» y «ultrafinos» en los que presentan una eficacia muy relativa los métodos convencionales.

La Fig. 1 corresponde a un corte vertical del dispositivo.

En los procesos de clasificación hidrogravimétrica juega un papel importante entre otros factores, el espectro granulométrico de los componentes que integran el conjunto objeto de tratamiento. Lo resume muy bien el adagio francés: «Separation sans classification es damnation».

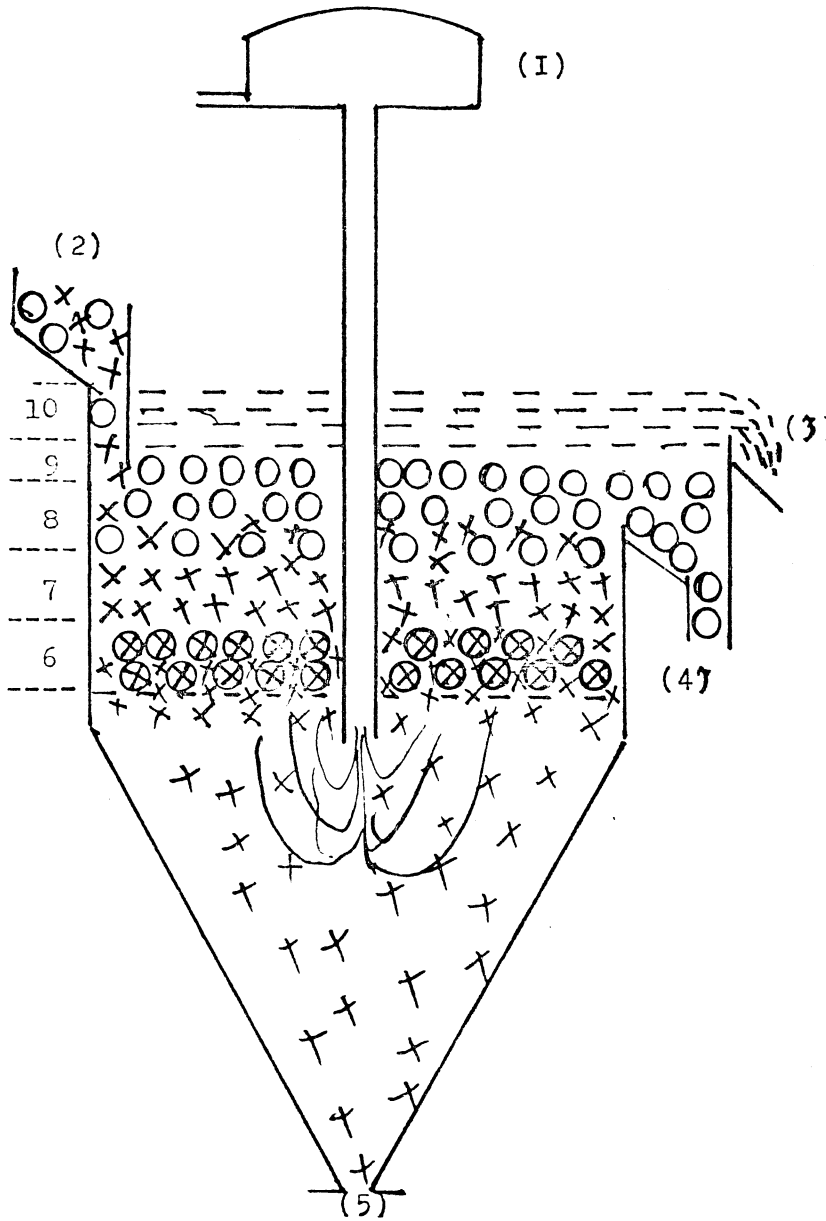
Rittinger realiza un estudio comparativo de la velocidad de caída de diversos materiales en el seno de un líquido en función de granulometrías, densidades y formas, estableciendo el espectro granulométrico óptimo para cada proceso de separación.

En las realizaciones industriales, no siempre resulta fácil la cuantificación de estos parámetros de tal modo que Rittinger introduce en sus fórmulas el llamado «Radio Equivalente» factor que permite igualar la velocidad de caída de una partícula de forma irregular al de una esfera de determinado radio.

Resumiendo los resultados obtenidos por Rittinger y como solución de tipo práctico y prescindiendo del factor forma que fundamentalmente afecta a productos definidamente laminares tales como micas y pizarras entre otros, se ha desarrollado una regla que si bien no es rigurosa, permite establecer de modo orientativo los límites granulométricos máximos y mínimos de las clasificaciones granulométricas requeridas en cada proceso.

Para ello se toman los diámetros máximos de las partículas ligeras determinadas por la luz de la criba a que ha sido clasificado el conjunto y se multiplican por su densidad disminuida en una unidad en el caso de que el líquido utilizado sea agua. Se realiza la misma operación con los materiales densos, multiplicando su densidad menos una unidad por los distintos diámetros de partícula, cuando el resultado de los dos productos de ligeros gruesos y densos finos sea igual, queda establecida la granulometría inferior límite para realizar el tratamiento.

La tabla I corresponde a una aplicación práctica relativa al tratamiento de un conjunto formado por elementos con gran diferencia de densidad; cuarzo $D = 2,6$ y casiterita $D = 7$.



1. Pulsador Baltar. 2. Alimentación. 3. Salida de líquido. 4. Salida de ligeros. 5. Salida de Densos. 6. Estrato de Filtración. 7. Id. Sedimentación. 8. Id. Dispersión. 9. Id. Ligeros. 10. Columna Líquida

TABLA I

Luz de Malla m/m.	SiO ₂ Ligeros D = 2,6 — 1 = 1,6	SiO ₂ Densos D = 7 — 1 = 6
2,00	2,00 × 1,6 = 3,2	2,00 × 6 = 12,0
	
1,75	1,75 × 1,6 = 2,8	1,75 × 6 = 10,5
1,50	1,50 × 1,6 = 2,4	1,50 × 6 = 9,0
1,25	1,25 × 1,6 = 2,0	1,25 × 6 = 7,5
1,00	1,00 × 1,6 = 1,6	1,00 × 6 = 6,0
0,75	0,75 × 1,6 = 1,2	0,75 × 6 = 4,5
0,60	0,60 × 1,6 = 0,96	0,60 × 6 = 3,6
	
0,30	0,30 × 1,6 = 0,48	0,30 × 6 = 1,8
0,20	0,20 × 1,60 = 0,32	0,20 × 6 = 1,2
	
0,10	0,10 × 1,6 = 0,16	0,10 × 6 = 0,6

Tal como se indica con la línea de puntos en las columnas de ligeros y densos, el factor de igualdad para un conjunto clasificado a — 2 m/m, queda establecido entre un cuarzo de diámetro 2 m/m y una casiterita diámetro 0,6 estando por tanto el espectro granulométrico comprendido entre — 2 m/m y + 0,6 m/m. La siguiente clasificación marcada por línea de rayas corresponde a un cuarzo diámetro 0,6 y una casiterita diámetro 0,2 m/m. siendo la clasificación óptima la correspondiente a — 0,6 m/m. + 0,2 m/m.

Utilizando este criterio, es posible establecer las mismas equivalencias para distintos espectros granulométricos o conjuntos formados por componentes de otras densidades.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Con el fin de comprobar el grado de eficacia del dispositivo descrito se han preparado dos muestras artificiales constituidas por mezclas de 90 por 100 cuarzo y 10 por 100 casiterita, estando sus granulometrías comprendidas entre — 2 m/m + 0,6 m/m y — 0,6 m/m + 0,2 m/m respectivamente, siendo 3,5 m/m la luz de la rejilla de estratificación. El estrato de filtración en las dos caras ha sido formado por partículas de Barita (SO₄Ba) de densidad 4,5 granulometría comprendida entre — 5,5 y + 4,5.

El ritmo de pulsación utilizado en el caso del conjunto grueso — 2 m/m + 0,6 m/m fue de 340 P.M. y en el de la granulometría fina — 0,6 m/m + 0,2 m/m de 220 P.M.

El factor de eficacia en los dos casos se determina en las fracciones densas mediante bromoformo y recuento de granos de cada especie mineralógica con lupa binocular.

En la tabla II se resumen los resultados obtenidos.

TABLA II

Muestra núm. 1 Granulometría — 2 + 0,6 m/m.

Producto Entrada	Concentrado Denso	Estéril Ligero	Recuperación SnO ₂
90 % SiO ₂	48 % SiO ₂	98,6 % SiO ₂	
10 % SnO ₂	52 % SnO ₂	1,4 % SnO ₂	86 %

Muestra núm. 2 Granulometría — 0,6 + 0,2 m/m.

Producto Entrada	Concentrado Denso	Estéril Ligero	Recuperación SnO ₂
90 % SiO ₂	32 % SiO ₂	99,2 % SiO ₂	
10 % SnO ₂	68 % SnO ₂	0,8 % SnO ₂	92 %

CONCLUSIONES

La posibilidad de realizar una estratificación densimétrica selectiva en columna fluida, permite obtener una mayor eficacia en la clasificación de los diversos componentes que integran un conjunto granulado formado, por partículas de distinta naturaleza, en función de sus densidades.

Por haberse eliminado la interferencia producida por la corriente laminar de líquido en la superficie del estrato formado por los materiales «ligeros» se logrará una mayor recuperación de los productos «finos densos» aumentando con ello las características de eficacia del dispositivo en comparación con los métodos convencionales actualmente en uso.

Dado que los productos «ligeros» y el líquido pulsante son evacuados por distintos conductos, es posible establecer un circuito cerrado de líquido, con la consiguiente economía en cuanto a lo que a gastos de utilización del proceso se refiere.

Teniendo en cuenta la gran sensibilidad obtenida, relativa a la definición de los estratos formados, actualmente se encuentra en estudio la aplicación de este dispositivo a la clasificación de conjuntos de partículas de la misma densidad, sensibilizando de modo selectivo alguno de sus componentes mediante el acondicionamiento de su superficie; tal es el caso de la separación Feldespato-Cuarzo. Sometiendo este conjunto a un tratamiento químico se logra producir la hidrofobia del Feldespato y la hidrofilia del Cuarzo; gracias a ello en el tratamiento posterior de clasificación se prevee la posibilidad de conseguir un «estrato denso» formado por el Cuarzo hidrófilo y un «estrato ligero» constituido por el Feldespato hidrófobo.

BIBLIOGRAFIA

- BALTAR, CARLOS R. 1962. Modificaciones introducidas en los dispositivos de concentración gravimétrica, electrostática y magnética de minerales de playa. Trabajo depositado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago de Compostela.
- BALTAR, CARLOS R. 1965. Beneficiación de los minerales densos en las playas de Galicia. Nuevas técnicas y dispositivos. Trabajo presentado en la primera reunión sobre geología de Galicia y Norte de Portugal.
- BALTAR, CARLOS R. 1972-1973. Publicaciones restringidas de Colorado School of Mines Research Institut sobre «Application of Baltar Pulsator».
- DARR OLIVER COMPANY. 1953. Pan American Placer Jig Bulletin 9.401.
- EXTRACTION METALLURGY. 1969. J. D. Gilchris.
- MINING ENGINEERS HANDBOOK. 1959. Robert Peele.
- SANNA MANUNTA. 1938. Preparazione meccanica dei Minerale.
- TAGGART, A. F. 1951. Handbook of Mineral Dressing.