

ESTADO DEL ARTE DE LA CONCENTRACION GRAVIMETRICA DE MINERALES PESADOS

Mónica Martiz L.

Departamento de Minas, Facultad de Ingeniería, U.C.V.

RESUMEN

La concentración gravimétrica de minerales pesados ha alcanzado notable desarrollo en los últimos años, por ser un proceso productivo de bajo costo operacional que ha ganado interés creciente cuando se buscan procesos alternativos de separación eficiente y de recuperación elevada.

Entre los más importantes equipos y máquinas se encuentran las cribas hidráulicas de pulsaciones o jigs, los espirales Humphreys, los conos Reichert, las mesas de sacudidas y el multiseparador Mozley. La principal aplicación de éstos es para obtener concentrados de desbaste o preconcentrados de minerales pesados, que luego requerirán etapas de agotamiento y limpieza en equipos similares u otros.

El diseño y cálculo de una planta de separación gravimétrica a escala industrial requiere un curso de acción cuyo primer paso es el estudio exploratorio preliminar en equipos a nivel de laboratorio, seguidos de los ensayos a nivel semi-industrial en planta piloto, ambos sobre muestras caracterizadas y representativas convenientemente preparadas, en laboratorios especializados para tal fin.

En el presente trabajo se presentan los avances en materia de separación gravimétrica de minerales pesados, así como los procedimientos que se desarrollan con el personal y equipos del Laboratorio de Preparación y Concentración de Menas de la U.C.V., al aplicar esta tecnología a muestras de circón, rutilo e ilmenita, procedentes de yacimientos venezolanos.

ABSTRACT

The heavy minerals gravity separation has reached notable development in the last years due to its low operational cost, specially when the interest is to find high recovery and efficiency.

Among the most important equipments there are the hydraulic screen or jigs, the Humphreys spirals, the Reichert cones, the shaking tables and the multy-gravity separator Mozley. The principal application of them is to obtain rougher concentrates of heavy minerals, that will follow other scavenging and cleaning steps in similar equipments or others.

The industrial plant desing needs to follow several steps of research that begin with the preliminary study in laboratory machines on true samples quite known.

This paper describes the advances in the heavy minerals gravity separations and so, the investigation job that can be achived through the staff and equipments that belong to the Laboratory of Ore Dressing of the University Central of Venezuela, now involved in projets. of obtaining concentrates of ilmenite, rutile and zircon from Venezuelan deposits.

INTRODUCCION

La concentración gravimétrica -- la separación de minerales de acuerdo a su densidad relativa -- es una de las formas mas antiguas del procesamiento mineral. Aún cuando la tecnología moderna ha desarrollado otros procesos, la concentración gravimétrica se mantiene como uno de los más importantes métodos empleados en la concentración mineral.

En la concentración gravimétrica, mezclas de partículas de diferentes tamaños, formas y gravedades específicas se separan unas de otras por fuerzas gravitacionales en combinación con otras fuerzas.

Es factible separar un amplio espectro de minerales por estos procesos, desde la andalucita al circón, desde el carbón al diamante, desde el oro hasta minerales industriales.

En la búsqueda de métodos de separación eficientes que produzcan altas recuperaciones, las múltiples ventajas de la separación gravimétrica han hecho alcanzar notables desarrollos en los equipos y máquinas que se utiliza para tal fin.

Estos métodos se aplican particularmente a la separación de minerales pesados provenientes de depósitos de placer o aluvionales caracterizados por el contenido de pequeñas cantidades de valores pesados liberados unidos a ganga constituida por arena o grava silícea; o de depósitos de metales caracterizados por la recuperación a partir de menas molidas, de relativo bajo tenor (0,1 - 0,5%) de la ganga que lo acompaña.

IMPORTANCIA

Las ventajas de la separación gravimétrica la hacen especialmente aplicable cuando se requiere de:

- simpleza de la operación de concentración
- alta capacidad de producción
- bajos costos de operación
- efectividad en la separación
- bajos requerimientos de energía
- ninguno o escaso consumo de agentes químicos, y
- altas recuperaciones.

La concentración gravimétrica no es competitiva con, por ejemplo, la concentración por flotación . En general, la gravimetría tiene más bajo costo de instalación por tonelada de alimentación que la flotación para cualquier trabajo dado, igualmente tiene más bajo requerimiento de energía instalada por tonelada de alimentación y casi no contempla el uso de reactivos químicos mineros caros, los cuales cada día son mas susceptibles a los cambios inflacionarios.

Donde si existen limitaciones en aplicarla en los minerales pesados, es en el tratamiento de minerales de bajo tenor que requieren muy altas recuperaciones y en aquellos de tamaño de

grano muy fino para el mineral útil íntimamente ligado a la ganga.

La magnitud de la importancia de la tecnología de la concentración gravimétrica para minerales pesados puede observarse en el siguiente dato: para 1973, en USA se trataron aproximadamente 23 millones de toneladas de arenas pesadas que produjeron concentrados con valor de más de 72 millones de dólares.

EQUIPOS Y MAQUINAS

En la actualidad, los principales, y más importantes equipos utilizados para concentrar gravimétricamente minerales pesados son:

Criba Hidráulica o Jig

En este equipo, la mezcla de minerales colocada sobre un plato perforado, es sujeta a expansión y succión de un fluido con el objetivo de causar que todas las partículas de alta gravedad específica viajen al fondo, mientras que las de mas baja se colecten en el tope o estrato más alto.

Es el método de separar partículas por estratificación, basado en el movimiento de un estrato de partículas fluidilizada intermitentemente por la pulsación de un fluido en el plano vertical. La estratificación causa que las partículas se arreglen en capas de densidad creciente desde el tope hacia el fondo. Este arreglo de partículas se desarrolla por la acción de fuerzas que varían continuamente sobre las partículas.

La capacidad de los jigs se basa normalmente en el tonelaje por unidad de área de la rejilla y el área total requerida se puede determinar a partir de ensayos de laboratorio. La mayoría de los tipos de jigs se construyen en una variedad de tamaños para adecuarse a cualquier requerimiento y flexibilidad.

Espiral Humphreys

Ampliamente utilizado desde su introducción hace unos 40 años y hoy en día existen unos 25.000 aparatos en operación.

Consiste en un canal curvo arreglado en forma de espiral, en el cual el agua fluye hacia abajo. La acción de la fuerza centrífuga en el extremo externo, la fuerza gravitacional hacia abajo y la fricción hacen que el caudal de agua llegue a un equilibrio tal que las partículas pesadas se situen hacia la orilla interna y las partículas livianas hacia la orilla externa.

El uso extenso en la industria de la recuperación de minerales pesados provenientes de las arenas de playa de Australia y USA ha hecho a los espirales Humphreys más eficaces ya que se construyen de fibra de vidrio, de diferentes diámetros, se les eliminó el canal de agua de lavado, los puertos internos de

descarga y se les disminuyó el número de espiras.

Conos Reichert

Probablemente es el equipo más sofisticado usado para el tratamiento de minerales pesados. Un solo equipo puede producir un concentrado y colas finales y un mixto para recirculación.

Una pulpa de gran densidad se descarga alrededor de la periferia de un cono concentrador invertido. En la parte interna de este cono existen dos orificios redondos que hacen salir al concentrado de minerales pesados, y las colas caen en la caja alimentadora de un segundo cono o etapa. Los concentrados son tratados de nuevo en conos subsiguientes.

Las ventajas de estos equipos son su gran capacidad, bajo costo de capital por unidad de producción, peso ligero, compacto y adaptabilidad mineralúrgica. Por desventajas tienen que necesitan alimentarse con una pulpa de 60% de sólidos y son muy sensibles a dichas variaciones, así como no son adecuados para operaciones de menos de 50 toneladas por hora.

Mesas de Sacudidas

Son tablas rectangulares o romboidales acanaladas, que operan esencialmente en plano horizontal. Un mecanismo le imparte un movimiento diferencial a lo largo de su eje mientras el agua fluye por gravedad a lo largo del eje más corto.

En la operación, una pulpa se alimenta en la parte superior de la mesa en pendiente. La acción de la sacudida diferencial de la mesa causa la clasificación por tamaños y la estratificación por densidad. El resultado es que las partículas con similar gravedad específica llegan a arreglarse verticalmente de acuerdo al tamaño una vez que los estratos están formados.

La adición de más pulpa y la acción del flujo de agua que cruza, fuerzan a las partículas livianas a saltar los resaltos hacia la parte mas baja de la mesa, mientras las mas densas atrapadas en los resaltos se mueven con el movimiento de sacudida a lo largo del eje, y viajan hacia el extremo final de la mesa.

Multiseparador de Gravedad Mozley

Consiste esencialmente en una mesa de sacudidas dispuesta en forma de tambor cilíndrico; al rotar, el empuje de la fuerza gravitacional puede influenciar sobre las partículas minerales a medida que fluyen en la capa de agua que corre a lo largo del eje del cilindro. Las partículas pesadas son llevadas hasta la superficie del tambor como resultado de la fuerza centrífuga, donde forma una capa semi-sólida que será continuamente barrida pendiente arriba por raspadores que la descargan en ese extremo. Los ligeros se situarán en la capa de más arriba donde aguas de lavado la llevan al extremo opuesto de descarga de colas. Ambos productos son recolectados en tolvas.

Debido a que la aceleración centrífuga impartida a las partículas es mucho mayor que la fuerza gravitacional que actúa en una mesa de sacudidas convencional, se llegan a efectuar separaciones de partículas para los tamaños finos y ultrafinos entre 1 a 300 micrones.

ENSAYOS DE LABORATORIO PRELIMINARES

La genuina clave para la efectiva separación gravimétrica es el conocimiento completo de la mineralogía de la mena bajo consideración.

Luego de meticulosos muestreos para la obtención de muestras representativas, el primer paso a nivel de laboratorio será el análisis en líquidos densos con tetracloruro de carbono, ioduro de metileno, solución de Clerici u otro para conocer datos en peso de minerales pesados y obtener muestras separadas para análisis mineralógicos por difracción de rayos X o fluorescencia de rayos X. Análisis granulométricos y de liberación prepararán la muestra para ensayos subsecuentes de triturbabilidad y moliendabilidad en caso de requerirse.

Siguen procedimientos normales de ensayo en los equipos de laboratorio de separación gravimétrica sobre muestras de 200 g, 5, 10 a 20 Kilos, en donde se obtendrán productos concentrados, mixtos y colas representativas, con la medición de los parámetros de operación pertinentes.

Con todos estos ensayos se puede determinar la factibilidad de la separación gravimétrica, la cantidad y cualidad probable de los productos de la separación y la unidad de proceso más apropiada.

Para conocer el comportamiento de la mena a la operación gravimétrica en forma continua, se considerarán los ensayos semi-industriales sobre muestras desde 1 a 5 toneladas.

LABORATORIO DE PREPARACION Y CONCENTRACION DE MENAS

Desde el Departamento de Minas, dentro de la Unidad Docente Beneficio Mineral, es posible el desarrollo de estudios de investigación sobre la aplicación de la concentración gravimétrica a menas de arena pesada, ya que existe la experiencia del personal profesional y técnico, así como equipos y máquinas de laboratorio y en planta piloto dentro del Laboratorio de Preparación y Concentración de Menas adscrito a esta Institución.

A través de él, se han estudiado menas pesadas, diamantíferas y auríferas tanto a nivel de Trabajo Especial de Grado como en prestación de servicios para la industria.

Hoy en día, se está actualizando la planta física y la obtención de mayor conocimiento, con la compra de nuevos equipos e investigación sobre las menas pesadas del Distrito Cedeño del Estado Bolívar, por formar parte del grupo investigador del

Proyecto NM-24 del BID-CONICIT, que contempla el diseño de una planta para obtención de preconcentrado de circón, ilmenita y rutilo procedentes del área del Caño Aguamena.

BIBLIOGRAFIA

APLAN, F. F. (1985) " Gravity Concentration " Section 4, SME Mineral Processing Handbook, Vol 1, New York.

BURT, R.O. " Selection of Gravity Concentration Equipment " SME of AIME, Concentration and Dewatering Circuit. New York.

CARPCO & HUMPHREYS INC. Boletines de productos. 1990, 1991. Jacksonville, Florida, USA.

KELLY, E. G. & SPOTTISWOOD, D. J. (1982) " Introduction to Mineral Processing ". John Wiley & Sons, New York.