

- 13 -

616-2 LA FLOTACION DE ESPUMAS EN LA FABRICACION DE CEMENTO

(Froth Flotation in Cement Manufacture)

Anónimo.

De: "CEMENT AND LIME MANUFACTURE", 1, Enero 1950.

Quando las materias primas de que se dispone en una cantera no son adecuadas para la composición del crudo, los procesos de flotación pueden servir para corregirlas, permitiendo la fabricación de portland de alta calidad e incluso cementos especiales tales como los frios, resistentes a los sulfatos, etc.

Las consideraciones más importantes, desde el punto de vista económico para que el proceso de flotación sea factible, son aparte de un cuidadoso estudio de los minerales extraídos de la cantera, la posibilidad de venta de los subproductos obtenidos en la selección por flotación. Así - por ejemplo en Finlandia es bastante frecuente flotar minerales que dan lugar a la obtención de calcita y wollastonita. La primera se utiliza en la fabricación de cemento y la segunda se vende para la manufactura del vidrio.

Los procesos de flotación, relativamente recientes en cuanto a su aplicación práctica, se usan intensivamente en minería para el enriquecimiento de menas. Tales procesos llevan consigo operaciones de trituración, clasificación, flotación y espesamiento, cada una de las cuales debe adaptarse a las exigencias del producto que se quiere obtener y a la naturaleza del material de partida. En el caso del cemento, estos materiales son arcillosos o calcáreos y los productos resultantes habrán de responder a la composición de un crudo normal. En los procedimientos de flotación se hace uso de pequeñísimas cantidades de reactivos orgánicos los cuales, frente a minerales finamente divididos provocan la flotación de unos mientras - que otros se hunden en líquido de flotación.

Hace ya varios años, Breerwood demostró que, aún con crudos de composición química invariable, los cementos producidos eran muy diferentes en cuanto a su calidad. Sus investigaciones revelaron que la sílice en forma de cuarzo no reaccionaba con la cal para dar los silicatos componentes del portland, si las partículas de SiO_2 eran retenidas por tamiz nº 325. Con

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

este motivo se verificaron experiencias de flotación, suspendiendo el crudo en cuatro veces su peso de agua a la que se había agregado una pequeña cantidad de ácido graso. Este compuesto tiene la propiedad de formar una película insoluble de un jabón metálico sobre cada grano de calcita, formándose una burbuja de aire y, por consiguiente una espuma que flota en la cual se encuentra todo el carbonato de cal. Los demás minerales de la roca, al no flotar, caen al fondo de la célula de flotación. De este modo es posible separar el cuarzo. Cuando se quieren crudos para cementos fríos y resistentes a los sulfatos, el contenido en alúmina del crudo debe limitarse; las formas más frecuentes de alúmina en las materias primas para cemento son la mica, caolín y feldespato. Como hay reactivos para la flotación de estas especies mineralógicas y su separación de la calcita y el cuarzo, es posible llegar a la preparación de un crudo de la composición requerida incluso para tipos especiales de cemento, partiendo de una sola materia prima, por ejemplo una caliza arcillosa. Esto se hace, por ejemplo, en las instalaciones de la Valley Forge Cement Co, de EE.UU.

Reactivos de flotación.

Estos pueden dividirse en cuatro grupos: (1) Espumantes; (2) Promotores o agentes colectores; (3) Dispersantes y (4) Depresores. Los primeros -agentes de espuma- están constituidos por mezclas de monoalcoholes, resinosos diluidos y ácido cresílico. Las cantidades necesarias de espumantes son muy pequeñas y se introducen en diversos puntos del circuito de flotación para mantener una espuma uniforme. La mayor parte del agua contenida en la espuma vuelve al circuito después de separada en el espesador.

Los colectores o promotores son diferentes según el tipo de mineral que se trate de flotar. Para la calcita, lo más corriente es emplear ácidos grasos no saturados, ácidos resínicos y sus jabones y emulsiones. Los más utilizados son ácido oleico, aceite de pescado, ácidos grasos y sus jabones. También es eficaz el aceite de tall, una mezcla de ácidos grasos y resínicos obtenida de las leñas negras residuales en la fabricación de la pulpa de papel por el proceso al sulfato. Algunos jabones que se utilizan para ciertas calizas arcillosas, tienen buenas características espumantes; estos colectores, están formados, por lo general, por ácidos grasos y resínicos saponificados. En general, las emulsiones son más eficaces que los jabones en la flotación de la calcita puesto que, en la separación diferencial de esta especie mineralógica los jabones producen espumas excesivas pero bastante ineficaces. Los ácidos resínicos no son muy buenos colectores y lo mismo le ocurre a los ácidos grasos no modificados, sobre todo con las papillas de calizas arcillosas más comunes. El éxito en la concentración de

la calcita a partir de minerales silíceos, en forma de suspensiones de grano fino estriba, principalmente, en la adición del reactivo colector en dosis extremadamente pequeñas en cada célula del circuito de flotación.

Los colectores para flotar productos silíceos se conocen generalmente con el nombre de "reactivos catiónicos". Pueden definirse como productos químicos que dan, en solución, un grupo de superficie activa de larga cadena molecular en el ión positivo mientras que el ión negativo está formado, generalmente, por un halógeno. Uno de los compuestos más empleados es el clorhidrato de dodecilamina. Muchos de los reactivos catiónicos tienen un margen crítico de pH y son ineficaces en caldos alcalinos. Su efectividad máxima se halla entre valores de pH comprendidos entre 7,4 y 8,0. Estos reactivos modifican las superficies de los granos silíceos recubriendo los óxidos con finas películas. Mr. Breerwood comprobó que era posible flotar todos o casi todos los constituyentes minerales, incluso los óxidos y compuestos ácidos y sulfurados, presentes en una papilla de caliza arcillosa, de una manera simultánea. Sin embargo, limitando cuidadosamente la cantidad de reactivo e introduciendo pequeños incrementos en cada etapa separadora, es posible efectuar una separación diferencial, separando fácilmente los silicatos, de la sílice y la calcita. Las micas y talco también se pueden separar como concentrados y la calcita, cuarzo y rocas compuestas pueden recuperarse en las "colas" de la flotación.

El reactivo más eficaz del género de los dispersantes es el lignosulfonato de calcio, bien solo o en mezcla con silicato sódico o sosa Solvay. Se utiliza con las calizas arcillosas finamente divididas para reducir su tendencia natural a la floculación y la formación de películas.

Los depresores se emplean para inhibir o disminuir la flotabilidad de cualquier material indeseable. Así, el mencionado lignosulfonato de calcio (suproducido de las industrias papeleras), que es muy útil como dispersante, tiene la propiedad de provocar la depresión de las partículas de carbón en diversas papillas de minerales.

Teorías y acción física de la flotación.

Hay dos teorías sobre la acción de los colectores de flotación en las superficies de los granos de minerales. La hipótesis química supone que existe una reacción química especial (metátesis) entre el anión de un ácido graso, por ejemplo, y la superficie hidrolizada del óxido mineral, para provocar la formación de un film monomolecular de un jabón insoluble.

La teoría de la adsorción imagina una diferencia de tensiones superficiales en las zonas interfaciales sólido-líquido, en virtud de las cuales la parte de superficie activa del colector se une con la superficie hidrolizada del grano mineral. En cualquiera de los casos, la partícula mineral es recubierta de una fina película que hace que sus superficies sean repelentes para el agua, es decir, no-mojables, lo cual favorece su unión a las burbujas de aire.

El mecanismo de la flotación de espumas consiste en la adherencia de las burbujas de aire a las superficies repelentes para el agua, de las partículas de minerales. Dichas burbujas, a su vez, se forman a partir de la disolución sobre las zonas interfaciales agua-sólido. En la flotación de sulfuros, las burbujas de aire son relativamente grandes, adhiriéndose a ellas los granos minerales y subiendo a la superficie de la masa semilíquida. Sobre la superficie, las partículas y las burbujas se unen a las espumas, se estabilizan mediante el agente espumante y flotan como concentrados. En la concentración de calcita a partir de calizas arcillosas, el mecanismo es muy diferente, especialmente debido a la extrema finura de las partículas y a la naturalezas de la unión de éstas con las burbujas de aire, que, cuando están unidas a los granos de calcita son tan finas que no pueden ser vistas, debido a los movimientos atribuibles a la tensión superficial. Un cierto número de granos de calcita pueden verse formando grupos en forma de flóculos aire-mineral, en los cuales cada partícula se encuentra rodeada por burbujas de gas, en orden creciente de tamaños a partir de la superficie de los granos. El aire arrastrado por cada uno de estos flóculos lo hace ascender en la masa y provoca su unión a una gran burbuja de espuma de las existentes en la superficie de la célula de flotación.
