

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

610-9 LA FLOTACION Y LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

F. Soria Santamaría.- Lic. en Ciencias Químicas,

I.- Generalidades.

- - -

De especial interés en el aprovechamiento de materias primas es la concentración, para la mejora de materiales pobres o para salvar las irregularidades procedentes de la materia prima de la mina o cantera.

Métodos de concentración.

Hasta hace no muchos años, la única propiedad utilizada en la mejora de materiales era las diferencias de trayectoria que recorrian en el seno del agua granos de diferente peso específico y tamaño, y de ahí surgieron los aparatos de concentración hidromecánica - como son las cribas y mesas de concentración. En otros casos, se utilizaban métodos más específicos y que tenían como base, ciertas propiedades que sólo reunían un número limitado de materiales. Entre ellos tenemos los basados en la susceptibilidad magnética, adherencia, porosidad, etc.

Pero todos ellos, presentaban grandes inconvenientes en la concentración de minerales con gangas íntimamente mezcladas, las cuales se comportaban de modo refractario a tales tratamientos. El hecho de estar obligados a una molienda fina para la total separación de componentes mineralógicos, hace que en esos límites las propiedades físicas ostensibles en los gruesos, se vean influenciadas por los fenómenos que acompañan al movimiento de pequeñas partículas en el seno de un fluido. Así en cribas de concentración se ha llegado a tratar materiales de 250 micras de diámetro y en las mesas de sacudi

das hasta de 60 micras, pero hay un cierto límite variable según el tipo de materia prima, por bajo del cual la tensión superficial y la viscosidad impiden su tratamiento. Además, y sin llegar a tal límite de desintegración, no cabe una separación cuando los componentes presentan diferencias apenas perceptibles en su densidad, como es el caso de los materiales de construcción (tierras y rocas), en contra de lo que ocurre con las monas metálicas.

Esas propiedades superficiales, que se manifestaban en los tamaños pequeños iban a ser precisamente las indicadas para poder llevar a cabo el tratamiento de finos. Dichas propiedades, convenientemente controladas permiten hacer flotables ciertos minerales por la adherencia a burbujas de aire, mientras que los restantes no adquieren esta condición; en los procedimientos modernos esto se consigue mediante el empleo de reactivos químicos. Aquí se actúa pues, sobre propiedades físicas con intervención de modificaciones superficiales de tipo químico o químico-coloidal, relegando a segundo término los efectos gravitatorios, como consecuencia de la reducción de tamaño.

Flotación.

Esta es precisamente la propiedad que usa el método físico-químico llamado flotación: diferente aptitud para el "mojado" de los distintos minerales. Si se puede actuar en la superficie sobre esta aptitud, podrá hacerse la separación de componentes que originariamente no presentaban diferencias destacadas para el éxito de su flotación.

La flotación puede hacerse por distintos caminos, aunque el más utilizado se basa en la separación con formación de espumas. Los minerales finamente molidos, a menos de 0,3 mm. generalmente, se ponen en suspensión en agua, añadiendo después determinados reactivos; haciendo pasar por la pulpa una corriente de aire, las burbujas

Los reactivos ya citados, colector y espumante, constituyen los elementos imprescindibles en toda operación de flotación.

Sin embargo, casi siempre hay que añadir a la pulpa, un cierto número de compuestos químicos que influyen sobre el proceso en un sentido determinado. En su mayor parte son sales inorgánicas, que reaccionan en la pulpa pero sólo con determinados componentes. Las causas en que basan sus efectos son de una complejidad extrema y así tenemos:

a) "activadores" y "depresores", tales como sulfato de cobre, sulfato de zinc, cianuro sódico, dicromato potásico, etc.

b) reactivos dispersantes entre los que se encuentran el silicato sódico, la sosa caustica y los coloides protectores, a fin de elevar la capacidad de ser "mojado" y dificultar la flotación, efecto que la mayoría de las veces sólo tiene lugar sobre la ganga inútil, en tanto que el componente aprovechable no se deja influir o lo hace menos intensamente.

c) reguladores de pH, usándose con tal fin el ácido sulfúrico, la cal, el carbonato sódico y la sosa caustica.

Los electrolitos con cationes polivalentes influyen sobre el mineral a flotar, favoreciendo su floculación.

Vistas estas generalidades sobre el proceso que no ocupa, pasemos a estudiar su posible aplicación a la concentración de crudos para la fabricación de cementos.

La flotación en la preparación de crudos para la fabricación de cementos.

En un horno de calcinación, el margen de composición con que puede trabajarse se encuentra limitado por la composición de las materias primas disponibles. Si se emplea como fuente de cal -

una caliza sin tratamiento previo, el contenido en óxido cálcico no puede ser incrementado más allá de lo que pueda darnos esa roca, a no ser que se suministre una caliza de más alto contenido en cal. Asimismo, no puede originarse una mezcla (con el debido contenido en SiO_2) que disponga un % en Al_2O_3 inferior al resultante de la unión de ese material con la caliza apropiada si la arcilla, esquisto o roca de cemento contienen un tanto por ciento determinado de Al_2O_3 .

Las modernas demandas de la industria han impuesto composiciones limitadas, que a veces están fuera de los límites que pueden conseguirse por dosificación de las materias primas disponibles.

Este problema encontró solución durante los últimos quince años en procesos que llevan a cabo una separación de los constituyentes de interés en el crudo. En cabeza de estos métodos se encuentra la flotación, aplicada a la tecnología del cemento por Breerwood.

Breerwood, de la Valley Forge Cement Co., estableció que, aunque el análisis químico de la mezcla de materiales crudos permanezca constante, el cemento producido puede variar ampliamente de calidad. Así en sus investigaciones dedujo, que la sílice en forma de cuarzo no reacciona bien para formar los silicatos esenciales a menos que no esté molido por encima de 16.000 mallas/cm².

El proceso completo, comprende una combinación de molienda, clasificación, flotación y espesamiento, adaptados cada cual para satisfacer los requerimientos del cemento, y las características de los materiales calcáreos y arcillosos. El material molido y clasificado, se agita en máquinas de flotación con aproximadamente cuatro veces su peso de agua, usándose pequeñas cantidades de compuestos orgánicos para provocar la hidrofobia, que separa unos componentes mineralógicos (que flotan) de sus acompañantes.

Según el tipo de compuesto que interese eliminar, variará el esquema de la instalación. En todos los casos se hace uso de la molienda gradual, con clasificación por tamaños (por variar el grado de dureza de los componentes) y flotaciones intermedias. El tamaño límite aprovechado en estas separaciones dependerá de la pasta particular que se trate y de la composición final deseada.

Unas veces se separa el cuarzo, otras la mica y en ocasiones otros silicatos, que al final del proceso pueden utilizarse con fines secundarios, al conseguir altas concentraciones de los mismos en los estériles de flotación; con todo ello puede controlarse el tanto por ciento de alúmina, álcalis y magnesia, aparte de elevar el contenido en cal.

Los tipos de flotación usados varían con la materia prima. En general, se verifica la flotación de la calcita con colectores de tipo aniónico, pero hay ocasiones en que se hace uso de la flotación catiónica basada en principios completamente diferentes que los de la aniónica; en el colector catiónico, el constituyente de superficie activa es el catión positivamente cargado y es eficaz en la colección de minerales silíceos y en general de tipo ácido. Por ello se usan en pequeñas cantidades, aparte de su mecanismo mal conocido y elevado precio.

Reactivos.

Como agentes espumantes, se usan mezclas de alcoholes primarios superiores, resينات diluidos y ácido cresílico. Se introducen en pequeñas cantidades en varios puntos del circuito, para mantener el balance de espuma más conveniente. Como la mayor parte del agua cargada de espumas vuelve al circuito de flotación como flujo superior de los espesadores, puede economizarse el consumo de reactivos.

Entre los agentes colectores de tipo aniónico usados para la colección de la calcita, podemos citar los ácidos grasos no saturados (olito sobre todo), los ácidos resínicos, y sus jabones y emulsiones. De interés en el orden económico citaremos el "tallool", subproducto en la manufactura del papel y que está formado por una mezcla de los anteriores. Los ácidos resínicos son generalmente colectores inferiores y en todos los casos las emulsiones resultan más efectivas en la colección de la calcita. También diremos que todos estos reactivos presentan poder espumante, y que su consumo en ninguno de los casos excede de un Kg/T. de mineral.

Entre los colectores catiónicos utilizados para la flotación de componentes ácidos, citaremos un reactivo cuyo constituyente principal es el clorhidrato de docecilamina. Estos reactivos resultan caros y su uso muy delicado; tienen un margen de pH crítico (de 7,4 a 8) y son ineficaces en pastas muy alcalinas.

El agente dispersante más efectivo es el ligninsulfato cálcico solo o con silicato sódico o carbonato sódico y se usa sobre todo en pastas de caliza arcillosa finamente dividida para reducir la floculación natural e impedir la formación de películas coloidales sobre los granos de calcita (fenómeno conocido en la bibliografía extranjera con el nombre de "slime-coating").

El mismo ligninsulfonato cálcico, se usa como agente depresor del carbón grafitico, que a veces acompaña a los crudos.

Antes de terminar, indicaremos que este nuevo proceso ático hace ya algunos años aplicación en ciertas factorías americanas y europeas y entre ellas podemos citar la Atlas Cement Co., la Valley Forge Cement Co., la Lone Star's New Argentina Plant y la Skanska Cement en Suecia, todas ellas trabajando con elocuentes resultados. Cada una presenta sus características definidas y variables aún dentro de la misma instalación, debido a cambios en el ca

rácter de roca utilizable y en el cemento que se trata de obtener.

La aplicación con éxito de la flotación diferencial, necesaria para efectuar las variadas clases de separaciones según los crudos de que se disponga, ha constituido uno de los éxitos más salientes de la última década en la Tecnología del cemento.
