



Minerales de Cobre

Los principales minerales de sulfuro de cobre son calcopirita (CuFeS_2), calcocita (Cu_2S), covelita (CuS), bornita (Cu_5FeS_4), tetraedrita ($(\text{Cu,Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$) y enargita (Cu_3AsS_4). La fuente principal de cobre es la de depósitos de mineral pórfido en la que uno o una combinación de los minerales antes mencionados se produce. Un mineral de sulfuro cobre típico contiene varios niveles de tipos de sulfuro de hierro que generalmente incluyen pirita (FeS_2) y pirrotita (Fe_{1-x}S). A menudo están presentes oro y plata que o bien pueden asociarse con los sulfuros o estar libres. Las partículas ganga pueden estar formadas por una gama de minerales de silicato desde cuarzo hasta talco y arcillas. También pueden estar presentes carbonatos de mineral ganga.

Cuando son liberados, los minerales de sulfuro de cobre típicos son relativamente fáciles de flotar. Cuando no existen problemas metalúrgicos importantes, la producción de un grado suficientemente alto de concentrado de cobre es generalmente el objetivo. A menudo el problema primario de control del grado está relacionado con minerales de sulfuro de hierro ya que estos también flotan con el cobre, diluyendo el grado de concentrado de cobre. Esto se relaciona: 1) los niveles de mineral de sulfuro son normalmente mucho más altos que los de concentrado de cobre, 2) los colectores de flotación de sulfuro pueden también flotar bien los sulfuros de hierro, 3) la liberación puede ser un problema haciendo difícil la separación del cobre y del hierro, y 4) partículas finas son a menudo más difíciles de separar. Un desafío frecuente y molesto es el que metales preciosos (oro y plata) están a menudo presentes en los sulfuros de hierro y el rechazo de estos minerales afecta económicamente.

Limos de ganga (típicamente arcillas y talco) pueden ser un problema debido a su adherencia preferencial a las superficies de las burbujas la que "desplaza" los minerales de cobre recolectados hacia las burbujas. El desplazamiento de limos de ganga hacia los concentrados también puede presentar problemas importantes de dilución de concentrados así como requerir tiempos de residencia de flotación mucho más altos para asegurar una alta recuperación del mineral de cobre. En una planta donde la capacidad de flotación es fija, esto significa recuperaciones de cobre más bajas. Dispersores tales como silicato de sodio, poliácridatos, y hexametáfosfato de sodio a menudo se utilizan para minimizar la adhesión a las burbujas de los limos finos de ganga y minimizar el impacto en la recuperación de cobre. Por otro lado CMC (celulosa carboximetil), dextrina, o almidones pueden ser eficientes depresores de ganga.

La depresión de mineral de sulfuro de hierro es controlada normalmente con la adición de cal a niveles de pH tan altos como 11+. Mientras algunas operaciones flotan a un pH natural, por lo menos en el desbaste, en estos casos la combinación de una selección de reactivos y la flotabilidad de la pirita son controlables. Incluso cuando el pH neutral es usado en el desbaste, las etapas de flotación más limpias generalmente se llevan a cabo a un pH más alto para asegurar la depresión del sulfuro de hierro. Cuando el oro está presente y con un valor significativo, desafortunadamente la cal puede también reducir las recuperaciones de oro principalmente si esta libre o asociada con minerales de sulfuro de hierro.

El cianuro puede también ser un efectivo depresor de sulfuro de hierro, en donde es permitido su uso, pero el cianuro puede solubilizar los iones metálicos los cuales pueden activar un amplio rango de minerales de sulfuro, que pueden impactar negativamente la selectividad de la flotación. En algunos casos, se pueden utilizar la ceniza de sosa o la sosa cáustica para controlar la selectividad de la flotación. Otra opción que ha sido de beneficio es utilizar pulpa de pre-aeración la cual puede provocar oxidación en las superficies del sulfuro mineral más reactivas haciéndolas menos flotables; desde luego, la efectividad de esta técnica depende de las características de la mineralización y del circuito.

Reactivos estándar de colectores de flotación de sulfuro de cobre son colectores de clase tiol con base de sulfuro que pueden agruparse en las principales familias de xantato, ditiotiofosfato, tionocarbamato y tiocarbamato. Otras químicas también son efectivas y llenan clases separadas pero con una característica general común, estas casi siempre tienen átomos de sulfuro de doble adherencia en su estructura a través de la cual la adherencia química a la superficie del mineral de cobre se lleva a cabo. La selección de un reactivo colector de flotación eficaz depende de los minerales de sulfuro presentes, sus asociaciones en el mineral y las características de circuito. Debido a que un mineral típicamente tiene más de un tipo de mineral de sulfuro de cobre, a menudo la combinación de los colectores de flotación se utiliza para maximizar el desempeño metalúrgico. Estos se agregan en forma separada o como se está haciendo más comúnmente, se suministra como productos mezclados para optimizar la flotación.

Los espumantes son una consideración importante en el juego de reactivos de flotación. Las químicas de los espumantes son de rangos amplios y generalmente incluyen alcoholes de diferentes estructuras y pesos moleculares, aldehídos/ésteres y glicoles y con estos utilizados solos o como mezcla. Estos modifican la tensión de la superficie de la burbuja lo cual afecta la formación del tamaño de la burbuja, la hidrodinámica de la superficie de la burbuja y la capacidad de llevar el mineral sobre la superficie de la célula toda lo cual impacta la flotación y optimización del sulfuro de cobre. A menudo la combinación de colector-espumante se debe considerar y evaluar para optimizar el rendimiento del circuito de flotación.

Minerales oxidados ("manchados") presentan cuestiones de recuperación por flotación, las cuales a menudo son importantes. En los lugares en donde los minerales oxidados son una cuestión discernible las opciones de tratamiento incluyen cambios en el colector de flotación y sulfatación ya sea con metabisulfuro o SO_2 . La flotación de sulfuro de minerales de óxido de cobre (como malaquita, azurita) no es posible con colectores de flotación de mineral sulfidrido y ya sea que se requieran otro tipo de colectores de óxido o se deben considerar rutas alternas de beneficio del mineral.

Los siguientes colectores Danafloat™ deben considerarse solos o en combinación para flotación de cobre:

Danafloat™ 067
 Danafloat™ 068
 Danafloat™ 070
 Danafloat™ 233
 Danafloat™ 245
 Danafloat™ 262E
 Danafloat™ 345
 Danafloat™ 507E
 Danafloat™ 871

Considerados para minerales metálicos que contienen minerales de cobre oxidado

Danafloat™ 271
 Danafloat™ 571