



ATARÜRK ÜNİVERSİTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÜRETİM METALÜRJİSİ ANA BİLİM DALI
Üretim Metalürjisi Laboratuvarı Deney Föyü

BAKIR FLOTASYONU

1- **AMAÇ:** Sülfürlü bakır cevherinden flotasyonla konsantre üretimi.

2- **TEORİK BİLGİ:**

Flotasyon günümüzde kullanılan en yaygın cevher zenginleştirme metotlarından biridir. Bu yöntemle yeterli tane boyutuna getirilmiş düşük tenörlü cevherlerden, ekonomik olarak metal üretimi yapılabilecek tenörde konsantreler elde etmek mümkündür.

Flotasyonla cevher zenginleştirmenin temel prensibi; ince öğütülmüş malzemeyi suyla pulp haline getirmek, ilave kimyasal maddelerle değerli minerali ya da gangü yüzey kimyası açısından hidrofob (suyla ıslanmayan) veya hidrofil (suyla ıslanan) yapmak ve hidrofob ürünü pulp içinde yaratılan hava köpükleriyle yüzdürmektir.

Flotasyon işlemleri genellikle %30-40 pulp yoğunluklarında ve 15-20°C sıcaklıklarında yapılır. Cevherlere üç tip flotasyon işlemi uygulanarak konsantre elde edilmektedir. Bunlar esas flotasyon, temizleme flotasyonu ve süpürme flotasyonudur. Günümüzde sülfürlü, oksitli cevherlere ve curuflara başarıyla flotasyon uygulanabilmektedir.

Laboratuvar tipi flotasyon makineleri hücre, karıştırma motoru ve uskur ve de hava verme sisteminden oluşur. Endüstriyel flotasyon işlemleri ise aynı prensiplerle çalışan daha büyük hacimli ve otomatik köpük sıyırma sistemli tanklarda yapılmaktadır. Flotasyonda elde edilen metal verimleri; cevher, konsantre ve artık ağırlıklarının metal tenörleriyle çarpılmasından ortaya çıkan metalurjik denge tablolarıyla verilmektedir.

Flotasyondaki Fazlar

Flotasyon, mineralleri uygun reaktiflerle muamele ettikten sonra, bazı mineral yüzeylerinin havaya karşı, bazılarının suya karşı selektif yakınlaşmalarından istifade edilerek mineralleri birbirinden ayıran bir zenginleştirme usulüdür.

Muhtelif katıların sıvı ortamda, gaz kabarcıklarına yapışarak birbirlerinden ayrılmasını sağlayan flotasyon usulünde üç faz daima bir arada bulunur. Bu üç faz, yüzdürülen katı fazı, muhtelif iyonları bulunduran sıvı veya su fazı ve kabarcıkları meydana getiren gaz veya genel olarak hava fazıdır.

Fazlar arasındaki yüzey gerilimlerinin birbirleriyle ilişkileri, bir mineral parçacığının flote olup olamayacağını gösteren temel kriterdir.



ATARÜRK ÜNİVERSİTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÜRETİM METALÜRJİSİ ANA BİLİM DALI
Üretim Metalürjisi Laboratuvarı Deney Föyü

BAKIR FLOTASYONU

FLOTASYON REAKTİFLERİ

a) Toplayıcılar (Kollektörler)

Toplayıcı reaktifler, mineral yüzeyine bağlanarak yüzeyi hidrokarbon tabakasıyla kaplayan ve mineralin hava kabarcığına yapışmasını temin eden kimyasal maddelerdir.

Tabii flotasyon kabiliyetine sahip katılar, yüzeylerinde iyon karakter taşımayan maddelerdir. Bu tip maddelere katı hidrokarbonlar (ozokerit, parafin, asfalt) örnek olarak gösterilebilir. Mineral yüzeyi bir hidrokarbon örtüsü ile kaplanırsa, köpüğe yapışabilme özelliği kazanır. Bu sebeple, kollektör molekülünün bir hidrokarbon grubu ihtiva etmesi gerekir.

Bir reaktifin hidrokarbon grubu ilave etmesi, kollektör olabilmesi için yeterli değildir. Bu maddenin aynı zamanda mineral yüzeyine bağlanacak özellikte olması gereklidir. Saf hidrokarbon yağları, mineral yüzeyine bağlanamadıkları için, kollektör kabul edilemezler. Bu sebeple, ikinci şart olarak kollektörün istenen mineralin yüzeyi ile, kimyasal veya fizikokimyasal bakımdan ilgisi olması gerekir. Üçüncü şart, su içinde dağılabilmesi veya daha iyisi, eriyerek çözelti meydana getirmesidir. Nihayet, organik maddenin flotasyon reaktifi olarak kullanılabilmesi için düşük fiyatlı olması gerekir.

Kollektörler anyonik (yağ asitleri, ksantatlar) veya katyonik (aminler) olabilirler. Anyonik kollektörler organik asitlerle, bunların tuzlarından meydana gelir. Bu bileşiklerde, hidrojen veya alkali metal, bir polar grup, oksijen atomu, kükürt atomu, karbon atomu veya bunların meydana getirdiği çeşitli bağlantılar olabilir. Polar grubun cinsine göre, çeşitli organik asitlerden ve bunların tuzlarından bahsedilebilir.

Katyonik kollektörler, azota bağlanmış hidrokarbon zincirinin meydana getirdiği kollektörlerdir. Azota, birden dörde kadar çeşitli hidrokarbon zincirleri bağlanarak, değişik amin tipleri meydana gelir. Beşinci bağlantı daima hidroksil iyonudur.

b) Bastırıcılar

Bu kimyasal maddeler yüzmesi istenmeyen mineralleri hidrofil hale getirerek bastırırlar (NaCN , Na_2S gibi).

c) Köpük Yapıcılar

Ortamda mineral tanecğini yüzeye taşıyacak nitelikte köpükler oluşturmak için ilave edilirler. Çam yağı ve değişik bileşimlerdeki alkoller köpürtücü olarak kullanılabilirler.

Çeşitli kollektörler ve kontrol reaktiflerinin yardımı ile, bazı mineraller ıslanabilir özellikte tutulurken, bazılarına havaya yapışabilir yüzey özelliği kazandırılır. Böylece flotasyonun birinci kademesi meydana getirilmiş olur. Köpürtücü denilen kimyasal maddeler yardımı ile temin edilir.



BAKIR FLOTASYONU

Köpürtücüler, flotasyon devrelerinde özel olarak köpük meydana getiren kimyasal maddelerdir. Kollektörlerin bazıları da köpük meydana getirir. Bu tip kollektörlerle yapılan flotasyonda ayrıca köpürtücü kullanılmayabilir veya köpük şartlarını düzenlemek için bir miktar köpürtücü kullanılabilir. Fakat köpük meydana getiren kollektörler flotasyon şartlarını değiştirdiklerinden, köpürtücü olarak kullanılmazlar.

d) Ayarlayıcılar

Bu reaktifler ortam PH'ını düzenlemek (Na_2CO_3 , CaCO_3 , NaOH vb), deflokülasyonu (Na_2SiO_3) veya canlandırmayı (CuSO_4) sağlamak amacıyla ilave edilirler.

Flotasyon pülpündeki bütün mineraller kollektörlerle kaplanarak flotasyona uygun yüzey özellikleri kazanırsa, muhtelif minerallerin flotasyon usulü ile birbirinden ayrılması mümkün olmaz. Çeşitli mineralleri birbirinden ayırmak için, bazı mineraller kollektörle kaplanarak köpüğe yapışabilir bir özellik kazanırken, diğerlerinin kollektörün etkisinde kalmayarak, ıslanabilme özelliklerini muhafaza etmeleri istenir. Bundan başka, kollektör bahsinde görüldüğü gibi, bazı kollektörler mineral yüzeyi ile doğrudan doğruya bir reaksiyona gidemezler. Reaksiyonun olabilmesi için, diğer bazı iyonların yardımcı etkisine ihtiyaç vardır. Nihayet, su içinde erimiş bulunan iyonlar (Ca^{++} , SO_4^{-2} , CO_2 vs.) kollektörle kaplanma işlemini güçleştirir veya önleyebilirler, bunların etkisini azaltan iyonların flotasyon pülpüne katılması gerekebilir. Bu sebeple, kollektörler dışında, kontrol reaktifleri adı verilen genellikle inorganik olan, kimyasal reaktiflerin flotasyonda kullanılması gereklidir.

Başlıca kontrol reaktifleri şunlardır:

1. **Bastırıcı Reaktifler:** Mineral yüzeyinde kollektör adsorpsiyonunu azaltan reaktiflerdir.
2. **Canlandırıcı Reaktifler:** Mineral yüzeyinde kollektör adsorpsiyonunu artıran reaktiflerdir.
3. **Diğer Kontrol Reaktifleri:** Bu sınıfta suyun sertliğini gideren ve flotasyona zararlı diğer iyonları bağlayan iyonları bağlayan reaktifler, pülp içindeki bazı minerallerin flokülasyonunu, bazılarının ise dispersiyonunu temin eden reaktifler gibi çeşitli kimyasal bileşikler bahis konusudur.

Şlamla Kaplama

Flote edilecek cevherin tane boyutu minerallerin yoğunluklarına ve özelliklerine bağlıdır. Genellikle 0.20-0.04 mm civarına öğütülmüş cevherler başarıyla flote edilebilmektedir. Daha ince boyutlu taneler flotasyonda şlam oluşturarak, hem reaktif tüketimini arttırmakta hem de flotasyon hızını düşürmektedirler.

Flotasyon sistemlerinde önemli olaylardan biri, mineral parçacıklarının şlamla kaplanmasıdır. Şlamla kaplanma, yüzmesi istenen mineralin köpüğe bağlanmasını



ATARÜRK ÜNİVERSİTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÜRETİM METALÜRJİSİ ANA BİLİM DALI
Üretim Metalürjisi Laboratuvarı Deney Föyü

BAKIR FLOTASYONU

önleyebildiği gibi, bu minerallerle birlikte şlam teşkil eden minerallerin de köpük fazında toplanmasına sebep olabilir.

Şlamla kaplanma, oldukça büyük mineral yüzeylerinin çok ince minerallerle kaplanmasıdır. Şlamla kaplama, iri mineral ile ince mineraller arasındaki zeta potansiyeli işaretinin farklı olduğu ile izah edilebilir. Pozitif işaretli şlam, negatif işaretli mineral yüzeyinde toplanır veya tersi olur. Fakat hiçbir zaman şlam ve mineral aynı işaretli elektrik yükünü taşımaz. Bu sebeple şlamın veya iri mineralin elektrik yükünü değiştirici elektrolitler (potansiyeli tayin eden iyonlar) kullanılır. Şlamla kaplanmayı önlemek için sodyum meta fosfat (kalgon) kullanılabilir. Sodyum silikat da şlamla kaplanmayı önleyen bir reaktiftir. Bunun etkisi hem kolloid karakteri, hem de çeşitli silikatlı mineraller için potansiyeli tayin edici silikat iyonun taşınması ile izah edilir. Ayrıca PH değişimi de şlamla kaplanma durumunu etkiler. Şlamla kaplanma oksit mineralleri flotasyonunda oldukça önemli bir güçlük yaratır. Şlamı meydana getiren minerallerle flotasyonu istenen mineraller, benzer mineralojik yapıda olduğundan selektif ayırma güçleşir, kullanılan kollektör miktarları çok artar. Bu sebeple bilhassa oksitlerin flotasyonunda, PH değişimi, kolloidlerin kullanılması, diğer potansiyeli tayin edici iyonları ihtiva eden bileşiklerin kullanılması şlamla kaplanmayı önleyemiyorsa, pülpün şlamından ayrıldıktan sonra flotasyonun yapılması faydalı olur.

KULLANILAN CİHAZLAR VE MATERYALLER

- 1200 ml su,
- 100 ml su,
- 70 gr sülfürlü bakır cevheri,
- toplayıcı reaktif (Potasyum Amid Ksantat-KAX),
- 1 damla köpürtücü reaktif (MIBC),
- flotasyon cihazı.

3- DENEYİN YAPILIŞI

Hücrenin içine 1200 ml su doldurulur. Daha sonra içine 70 gr öğütülmüş cevher konulur. Flotasyon makinesinde bulunan uskur su+cevher karışımını karıştırır. Başka bir yerde 100 ml suyun içine bir miktar KAX katılır ve bir süre karıştırılır. Daha sonra bu 100 ml su + KAX hücreye katılır. Hücrenin karıştırılması için gerekli hız ayarlanabilir. Bir süre sonra bir damla çam yağı ilave edilir. Gereğinden fazla çam yağı ilavesi istenmeyen dev kabarcıkların oluşmasına neden olabilir. Uskurun ucundan hava verilmeye başlanır. Bir süre sonra köpükler oluşmaya başlar. Bu köpükler kovaya alınır. Bütün minerallerin alındığı emin olunduktan sonra işlemler bitirilir.

Flotasyon metodu ile mineralleri birbirinden ayırmada üç ana kademe vardır:



ATARÜRK ÜNİVERSİTESİ
METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ÜRETİM METALÜRJİSİ ANA BİLİM DALI
Üretim Metalürjisi Laboratuvarı Deney Föyü

BAKIR FLOTASYONU

Mineral parçacıklarının yüzeylerini özel kimyasal maddelerle değiştirerek, bir kısmının ise yüzemaz duruma getirilmesi.

Yüzebilir mineralin hava kabarcığına ilişmesi, yüzemeyen mineralin kabarcıktan uzaklaşması.

Yüzebilen mineralin yüzemeyen mineralden ayrılması.