

Multi-Gravite Ayırıcı

Multi-Gravity Separator

Billy S. K. CHAN, R. H. MOZLEY, G. J. C. CHILDS (*)
Çeviren: A. Ekrem YÜCE (**)

ÖZET

Bu tebliğde; İngiliz Teknoloji Grubu desteğinde Richard Mozley Limited tarafından ince ve süper ince boyutlu minerallerin ayrılması amacıyla geliştirilmiş ve endüstriyel ölçekte kullanımı gerçekleştirilen bir gravite ayırıcısı (MGS) tanıtılmaktadır.

Cihaz; sarsıntılı masa düzeyinin bir tambur şekline dönüştürülerek kullanılması prensibi ile tanımlanabilir. Bu tamburun belirli bir hızla döndürülmesi ile; mineral tanelerine karşı etkili olan yerçekimi kuvvetinden daha büyük bir merkezkaç kuvvetinin etkisi altında tanelerin tambur yüzeyinde yarı katı bir tabaka oluşturması ve yardımcı üniteler aracılığı ile ayrılması gerçekleştirilmektedir. Farklı yoğunluktaki tanelerin ayrılmasında daha kısa sürede daha fazla ayırma yüzeyi sağlanarak klasik gravite ayırması yapan cihazlara göre avantajlı bir durum yaratılmaktadır.

MGS' in geliştirilmesi cevher hazırlamada çok ince tanelerin, artıkların ve ekonomik olarak kazanımı olanaklı olmayan kalay, krom, tungsten ve nadir metalları içeren şamların gravite yöntemiyle kazanımına olanak sağlamaktadır. Ayrıca demir cevheri, barit, anatas, kömür ve benzeri endüstriyel minerallerin düşük değerli olanlarının ekonomik olarak yüksek kazanım oranları ile zenginleştirilmesini olanaklı kılmaktadır.

ABSTRACT

In this paper, the multi gravity separator developed to separate fine and super-fine minerals and its use in industrial scale is examined. The working principle is the transformation of the shaking table into a drum. Turning of the drum at a speed creating a force greater than the centrifugal force causes the mineral particles to attach on the drum which are later separated. Particles of different specific gravity are separated more quickly than with classical separators.

By the development of this separator, super-fine particles, tailings and slimes containing tin, chromium, tungsten and rare metals can be separated. Also low-grade industrial minerals, iron ore, barite and coal can be separated economically.

* Richard Mozley Limited, Redruth, Cornwall

** Araştırma Görevlisi, İTÜ Maden Fakültesi, Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, 80626 Maslak- İSTANBUL

1. GİRİŞ

İnce ve çok ince boyutlu tanelerin klasik gravite yöntemlerle zenginleştirilmesi çok sorunlu ve genellikle düşük verimlerle olmakta şlam ve artıklarda büyük oranlarda kayıplar verilmekte, kaçınılmaz olarak da maliyetler yükselmektedir. Buna karşın, günümüzde ekonomik zorlamalar nedeniyle maden işletme ve öğütme şartları; düşük tenörlü cevherlerin çok küçük serbestleşme derecelerinde ve büyük tonajlarda çalışmasını gerektirmektedir. Bu hedefler doğrultusunda, öğütme ve zenginleştirme ünitelerinde yeni teknolojik arayışlar büyük bir hızla sürdürülmektedir. Konunun önemini vurgulaması açısından Amerika'da P. Somasundaran (1) tarafından yapılan bir araştırmaya göre; çok değişik alanlarda yapılan cevher hazırlama işlemlerinde %25'den fazla oranda kıymetli minerallerin ince boyutlarda (şlamda) kaybedildiği ifade edilmektedir.

- * Florida' da işlenen Fosfatın üçde biri,
- * Bolivya' da işlenen Kalayın yarısı,
- * Dünya Tungsten üretiminin beşte bir oranında kaybedildiği örnek olarak verilmektedir.

Son yıllarda ince taneli cevherlerin kazanımı için gravite yöntemlerde ortaya çıkan gelişmeler ağırlıklı olarak maliyetlerde iyileştirmeleri de kapsamaktadır. Ancak, tanelerin çok katlı gravite ayırıcılarda akışkan ortam içindeki hareketlerinde ve küçük ölçekli çalışmalardan büyük ölçekli çalışmalara geçişlerde bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Gerçekten Richard Mozley tarafından geliştirilen "Bartles-Mozley Konsantrasyon ayırıcılardan küçük ölçeklerde oldukça iyi performanslar elde edilmiştir. Ancak bu gelişmeler, hirsosiklonlar ve köpük flotasyonu tekniklerinde sağlanan gözlem ve kontrol kolaylıklarının avantajları kadar hızlı ve-etkin olamamıştır.

Sözü edilen iki ayırıcının daha yüksek performanslara çıkarılması ve endüstriyel ölçeklerde kullanımı üzerinde sürdürülen çalışmalar sırasında ulaşılan tecrübelerden hareketle "Kapalı ve dönen silindirik bir yüzey üzerinde ayırma" kavramı doğmuş, bunun üzerine çalışmalar bu doğrultuda

geliştirilmiştir. Çalışmaların sonucunda hirsosiklonların ve Bartles-Mozley gravite masasının çalışma prensiplerinin bir kombinasyonu olarak Multi Gravity Separator (MGS) ortaya çıkmıştır

Merkezkaç kuvvetin etkin olduğu zenginleştirme üniteleri, cevher hazırlamanın tarihiyle birlikte kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen küçük çaptaki uygulamalarla sınırlı kalmıştır. Ancak AINLAY ve KNUDSON BOWL Konsantratörü örneği bazı yeni cihazların önemi azaltılmıştır. Bu gelişim süreci içinde daha yeni bir örnek olarak, merkezkaç kuvvetlerle kombine edilmiş engelli çöküş şartları altında çalışan KNELSON KÖNİSİ (3) geliştirilmiştir. Engelli çöküş prensibinin kullanıldığı PARADYNE (4) ve KELSEY Jigi (5) gibi ilginç örnekler ortaya çıkmıştır.

Ayırma sırasında merkezkaç kuvvetten yararlanılan MGS ünitesinin, sözü edilen klasik ayırıcılara göre bazı önemli farklılıkları bulunmaktadır;

- a) Ayırma yüzeyinde ince bir akışkan tabakanın oluşması,
- b) Tane hareketini arttırıcı ek titreşim,
- c) Özel küreyici dizaynı ile tekrar tekrar ayırma yüzeyine taşıma ve yıkama,
- d) Nispeten düşük hızlı tambur hareketi,
- e) Ayarlanabilen tambur eğim açısı.

MGS cihazına benzer bir örnek de, Çin'de geliştirilmiştir. Döner tamburlu bir gövdeye sahip bu ayırıcı, özellikle ince taneli kalay ve hematit cevherlerinin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır. Ancak 75 mikróna kadar ayırma yapabilen bu üniteler kesikli (batch) çalışmakta, 4 veya daha fazla koniklik açısına sahip, herhangi bir titreşim hareketi ve küreyici mekanizması bulunmayan ünitelerdir.

2. MGS' İN GELİŞİMİ

MGS dört yıllık bir süreç içinde geliştirilmiş bu süreçte değişik parametrelerin incelendiği beş prototip makina yapılmıştır. Bu prototiplerde:

- Dikey, yatay, silindirik ve gittikçe daralan konik gövdeler

- Kesikli ve sürekli işlem
- Dairesel ve eksenel titreşim, asimetrik hareket
- Küreyici dizaynı, yıkama suyu gibi parametreler denenmiştir. Bu çalışmaların büyük bir bölümünde kalay cevheri kullanılmıştır. Ancak buna ilave olarak altın, platin gibi nadir metallere; barit ve anataş gibi endüstriyel mineraller, sülfürlü ve oksitli cevherler ile kil, feldspat ve kömür gibi düşük özgül ağırlıklı mineraller ile de denemeler yapılmıştır.

3. MGS ÜNİTESİ

MGS ünitesi yukarıda sözü edilen beş prototip'in üstün özelliklerini birarada toplamıştır;

- Giderek daralan yatay tambur,
- Sürekli işlem,
- Basit sinüzoidal dalga hareketi şeklinde eksenel titreşim,
- Küreyici (Skayper) kollar.

Gelişimi tamamlanan MGS Ünitesi laboratuvar/pilot ölçekli (Şekil 1) ve endüstriyel ölçekli (Şekil 2) olarak cevher hazırlamanın teknolojik gelişimi içerisinde yerini almıştır.

Gravite ayırması yapan birçok üniteye ayırma boyutu aralıkları, MGS le karşılaştırmalı olarak Şekil 3'de verilmektedir.

%80'i 6 mikron, 924'ü 2 mikron boyutu altında olan bir kalay numunesi ile MGS ve klasik yöntemlerin kullanıldığı seri deneyler yapılmış, sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir.

3.1. Laboratuvar/Pilot ölçekli MGS Ünitesi

Pilot ölçekli MGS Ünitesi; bir yanı açık uçlu 0.6 m uzunluğunda 0.5 m çapında tambur şeklinde bir gövdeye sahiptir. Tambur iç yüzeyi üzerinde 6 ile 24 g değerinde yerçekimi kuvvetine eşdeğer bir merkezkaç kuvveti oluşacak şekilde 150-300 d/d hızla saat yönünde dönmektedir. Aynı anda eksenel doğrultuda 4-6 cm.sn⁻¹ frekansla, 12-25 mm arasında değişen sinüzoidal bir titreşim hareketi de tambur hareketi üzerine eklenmiştir.

Tambur hareketini sağlayan konsantrik şaft tarafından tahrik edilen, tamburla aynı yönde, tambura göre biraz daha hızlı dönen ve üzerinde küreyiciler bulunan bir ünite bulunmaktadır. Çalışma sırasında küreyiciler, katı taneleri tamburun dar, açık dış ağzına doğru hareket ettirecek şekilde dizayn edilmiştir. MGS Ünitesi; % 20-50 katı oranında 0.2 t/s kapasite ile çalışabilmektedir.

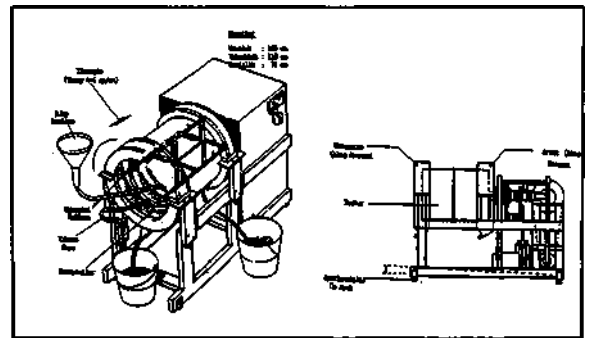
3.2. Endüstriyel Ölçekli MGS

Pilot modelin büyük ölçekte dizayn edilmiş bir versiyonudur. Farklı tek tambur yerine iki tamburun kullanılmasıdır.

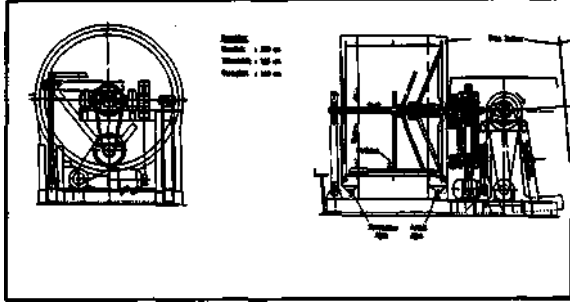
Tamburların herbiri 0.9 m uzunluk ve 1.2 m çapta, tek bir krank mil ile titreşimi sağlayacak şekilde sırt sırta yerleştirilmiştir. Çalışma sırasında serbest titreşimden dolayı ortaya çıkabilecek stabilite sorunları, tamburların hareketlerinin birbirini dengede tutması nedeniyle minimize edilmiştir. Endüstriyel ölçekli MGS ünitesinin kapasitesi ise 2 t/s olmaktadır.

3.3. İşletim Prensipleri

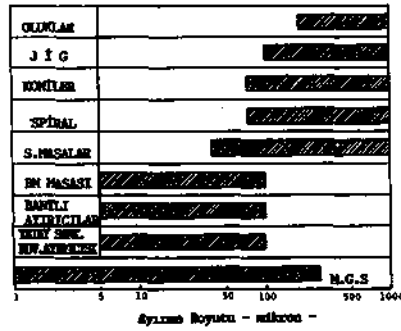
Uygun katı oranında hazırlanan pülp, belirli bir basınçla hareketli tamburun ortanoktasından iç yüzeye beslenir. Bir anlamda besleme sırasında oluşacak türbülans etkisi azaltılmaktadır. Yıkama suyu ise tamburun üst çıkış ucuna yakın bir noktadan verilir. Gözlemlerde; pülpün tambur yüzeyinde spiral şeklinde aktığı görülmüştür.



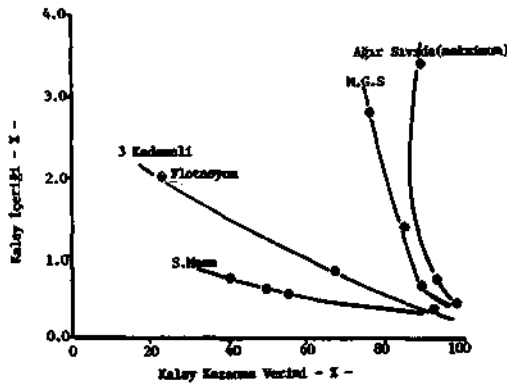
Şekil 1. Laboratuvar /pilot ölçekli MGS ünitesi



Şekil 2. Endüstriyel ölçekli ikiz tamburlu MGS ünitesi



Şekil 3. Çeşitli gravite ayırıcılarının efektif çalışma boyut aralıkları

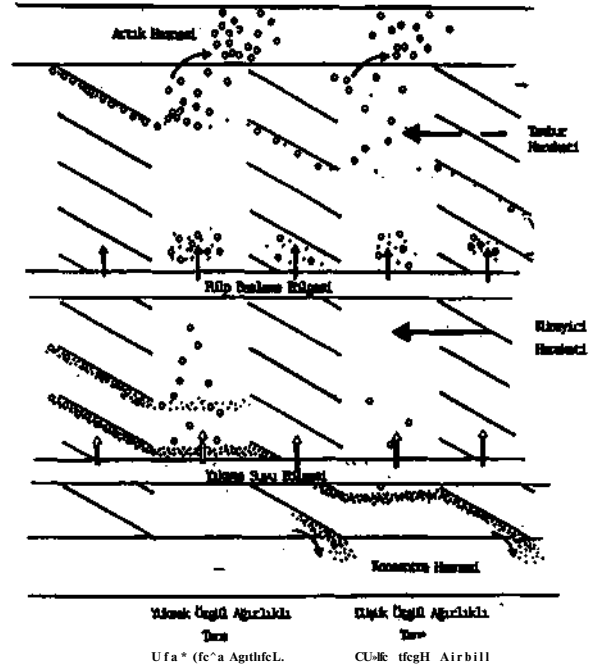


Şekil 4. Kalay cevherine ait değişik yöntemlerde elde edilen sonuçlar

Ağır veya yüksek özgül ağırlıklı mineraller, akışkan tabaka içinde dibe çökmekte, tambur yüzeyine tutunmakta ve merkezkaç kuvvetin etkisi ile adeta yarı katı formda bir tabaka oluşturmaktadır. Bu tabakanın hemen üzerinde küçük tabaka oluşmaktadır. Akışkan tabakanın üst yüzeyleri ise büyük oranda katı taneler içermeyen su tabakası formundadır.

Gövdeye verilen titreşim hareketi ile; akışkan tabaka içindeki tanelere ek, bir ayırma kuvveti uygulanmış olmaktadır. Özel olarak dizayn edilmiş küreyiciler tambur yüzeyinde hareket ederken taneciklerden oluşan tabakayı küremekte, böylece dereceli tabakalaşmaya olanak sağlamaktadır.

Tamburun iç yüzeylerine tutunarak hareket eden yüksek yoğunluklu taneler küreyiciler tarafından yukarı doğru taşınarak üst çıkıştan, hafif yoğunluklu taneler ise yıkama suyu etkisiyle alt çıkıştan alınır (Şekil 5).



Şekil 5. Tambur içinde ayırma mekanizmasının şematik görünüşü

Taneler üzerinde etkin olan merkezkaç kuvveti; klasik sarsıntılı masalar üzerindeki etkin yerçekim kuvvetinden defalarca

büyüktür, bu nedenle özgül ağırlıkları farklı tanelerin ayrılması da hızlandırılmış olmakta dolayısıyla işlem gören miktar için gerekli ayırma yüzey alanı azaltılmaktadır.

3.4. Dizayn Özellikleri

3.4.1. Tambur

Paslanmaz çelikten oluşan silindirik gövde bir ucu kapatılmış ve iç yüzeyi poliüretan ile astarlanmıştır. Astar açık dış uca doğru daralarak konik bir yapı oluşturur. Aşınmaya karşı daha dayanımlı olan poliüretan kaplama, aynı zamanda tamamen pürüzsüz bir yüzey sağlamaktadır.

3.4.2. Küreyiciler (Skrapperler)

MGS'İ; klasik gravite ayırması yapan ünitelerden ayıran önemli unsurlardan birisi küreyicilerdir. Tambur içinde; tambur eksenine paralel ve birbirleri ile 90° açılı olacak şekilde yerleştirilmiş 4 adet küreyici kolu bulunmaktadır. Bu kolların herbiri üzerinde ise eşit aralıklarla yerleştirilmiş 65 cm uzunluğunda 8-9 adet küreyici bulunmaktadır. Tambur eksenine ile 60° lik açı yapacak şekilde konumlandırılan küreyiciler tambur yüzeyine "hemen hemen" temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Küreyici yüzeyleri de tambur astarı gibi poliüretan ile kaplanmıştır. Küreyicilerin bağlı olduğu kol tamburdan % 2.5 oranında daha hızlı dönmektedir.

Küreyiciler tambur yüzeyinde hareket ederken, pülp tabakasının içinden geçer, böylece taneleri tamburun açık üst ucuna doğru küreyerek taşımaktadır. Bu küreme işleminde her bir küreyici mineral tanelerini 35 mm meyil yukarı hareket ettirir. Tamburun üst çıkış ağzına yakın bir noktadan verilen yıkama suyu ise tabakayı yıkayarak hafif mineralleri alt çıkışa doğru taşımaktadır. Sözü edilen küreyici kollar uygun ölçülerde endüstriyel ölçekli ünite de bulunmaktadır.

3.4.3. Hareket Mekanizması

Cihazlarda hareket mekanizması mümkün olduğunca basit tutulmuştur. Elektronik ve mikro-prosesörlerden kaçınılmıştır. Pilot ölçekli MGS Ünitesinde 0.5 kW'lık 2 adet

elektrik motoru kullanılmıştır. Bu motorlardan birisi basit bir eksantrik ile titreşim hareketini, diğeri ise dişli-zincir sistemi ile tambur ve küreyici'nin dönüşünü sağlamaktadır.

Endüstriyel ölçekli MGS Ünitesinde, 2.2 kW'lık bir motorla iki tamburun titreşim hareketi, 2 adet 1.1 kW'lık motorla ise tamburların ve küreyicilerin dönüşü sağlanmaktadır.

3.5 İşletme Değişkenleri

MGS Ünitesinde; tambur dönüş hızı, titreşim büyüklüğü, yıkama suyu miktarı, tambur eğim açısı, besleme miktarı ve hız pülp'te katı oranı önemli işletme parametreleri olmaktadır.

% 40 katı oranında % 95'i 45 mikron, % 75'i 20 mikron ve % 25'i 6 mikrondan küçük tane boyutlu, % 0.5 kalay içerikle bir cevher numunesi ile yapılan deneylerde; tambur dönüş hızı, titreşim genliği ve yıkama suyu miktarının fonksiyonu olarak kalay içeriği ve verimindeki değişimler şekil 6, 7 ve 8'de verilmektedir.

3.5.1. Tambur Dönüş Hızı

Tambur dönüş hızı, ayırma işlemini iki yönden etkiler. İlk olarak, pülp akışını eksenel doğrultuda tamburun alt çıkış ucuna doğru hızlandırır, ikinci olarak da tanelerin atalet kütlelerini arttırarak tambur yüzeyine yapışmasını ve adeta katı yüzey oluşmasını sağlar.

Silindirik gövde içinde hareket eden bir taneye etkiyen merkezkaç kuvveti (1), ve (2) nolu eşitliklerde verilmektedir.

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2 \dots \dots \dots (1)$$

$$\omega = \frac{D}{30} \dots \dots \dots (2)$$

F : Taneye etkiyen merkezkaç kuvveti
m : Tane kütlesi
r : Tanenin tambur merkezine uzaklığı (Tambur Yarıçapı)
ω : Açısal hız
n : Tambur dönüş hızı

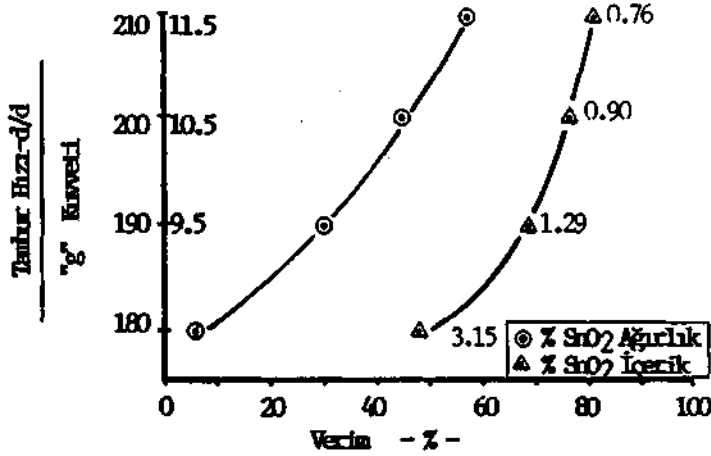
Tane üzerine etkiyen merkezkaç kuvveti (F); normal yerçekimi kuvvetinin (g) bir katı

olarak tanımlanan ("g") kuvveti cinsinden de ifade edilebilir, "g" eşitliği ise (3) nolu denklemde verilmektedir.

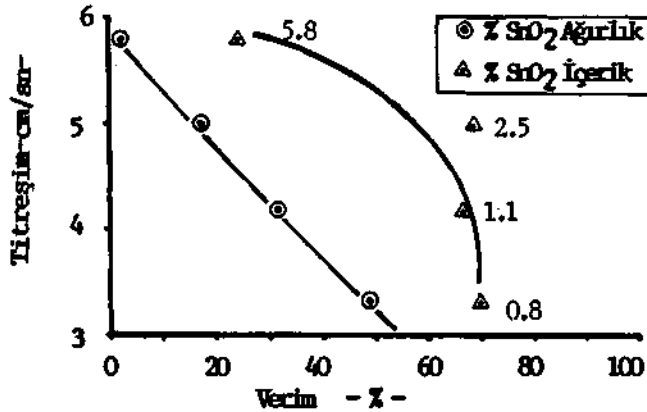
$$"g" = 5.6 \times 10^{-4} \cdot D \cdot N^2 \quad (3)$$

D: Tambur Çapı
N: Tambur dönüş hızı

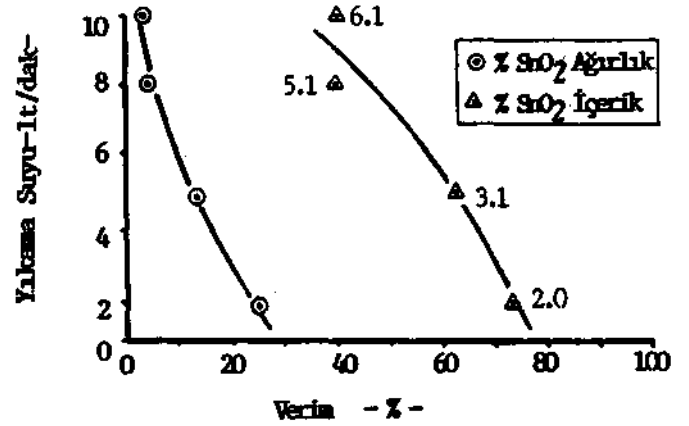
Tamburun 300 d/d hızla döndürülmesi halinde tane üzerine etkiyen merkezkaç kuvveti; normal yerçekimi kuvvetinin (g) "g" katı kadar (24 kez) artırılmış olacaktır. Tambur hızının 150-300 d/d arasında değişmesine bağlı olarak "g" kuvveti de 6-24 arasında değişmektedir.



Şekil. 6 Tambur dönüş hızı ile kalay içerik ve verimi arasındaki ilişki



Şekil. 7 Titreşim genliği ile kalay içerik ve verimi arasındaki ilişki



Şekil. 8 Yıkama suyu miktarı ile kalay içerik ve verimi arasındaki ilişki

Bir sıvı içindeki tanenin çöküş hızı boyutunun bir fonksiyonu olarak çok bilinen Stokes Yasası gereği (4) nolu formülde verildiği gibidir.

$$d = \frac{18 \cdot m \cdot v}{p \cdot g} \quad (4)$$

d: Tane çapı
m: Sıvı viskozitesi
v: Tane çöküş hızı
p: Katı sıvı arasındaki yoğunluk farkı
g: Yerçekimi kuvveti

4 nolu eşitlikten yararlanılarak; 300 d/d hızla dönen tambur içindeki bir taneye etkiyen merkezkaç kuvveti 24 x g kadar artırılmakta, buna karşın tane büyüklüğü (d), 5 kez küçültülmüştür. Başka bir deyişle; MGS Ünitesinde diğer klasik gravite ayırması yapan ünitelere göre 5 kez daha küçük boyutlu tanelerin ayrılması mümkün olmaktadır.

Tamburun dönüş hızının artırılması ile (diğer parametreler sabit) ağır mineral miktarı artarken, tenor düşmektedir. Mineraller arasındaki yoğunluk farkı büyük olduğunda düşük, yoğunluk farkı küçük olduğunda ise yüksek "g" kuvvetinde ayırma uygun olmaktadır.

3.5.2. Titreşim Yoğunluğu

Tambur çalışması sırasında titreşim frekansı 3 - 6 d/sn, titreşim genliği ise 3.8 - 12.5 cm arasında değiştirilebilmektedir. Titreşim sinuzoidal dalga formunda eksen doğrultusunda olmaktadır. Denemelerde düşük frekans, yüksek genlik ya da yüksek frekans, düşük genlikte çalışmanın iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Titreşim yoğunluğunun ifadesinde (6) no.lu formül kullanılmaktadır.

$$I = (n)^{1.5} \cdot 1 \dots \dots \dots (6)$$

n: Titreşim Frekansı
I : Titreşim genliği

Titreşim hareketi sonucu olarak; ayırma sırasında taneler üzerine ek kesme (koparma) kuvveti uygulanmış olmaktadır. Titreşim yoğunluğunun artırılması (diğer parametreler sabit) halinde ise verim düşerken, mineral içerikleri yükselmektedir.

3.5.3. Yıkama Suyu Miktarı

Yıkama suyu tamburun üst çıkış ağzına yakın bir noktadan verilmektedir. Yıkama suyu miktarı ve akış hızı ayırmayı önemli ölçüde etkilemektedir (Şekil 8). Yıkama suyu miktarı aynı zamanda pülp yoğunluğuna da bağlı olmaktadır.

3.5.4. Tambur Eğim Açısı

Tambur eksenini ile yatay arasındaki eğim açısı, malzemenin özelliğine bağlı olarak 0 - 5 arasında değişmektedir. İnce boyutlu ve düşük yoğunluklu mineraller için küçük; iri boyutlu ve yüksek yoğunluklu mineraller için ise büyük eğim açılarında çalışılmalıdır.

3.5.5. Pülp Yoğunluğu, Besleme Hızı

Beslenecek malzemenin pülp yoğunluğu % 10 - 50 arasında değişmektedir. Daha yüksek yoğunluklarda ise yıkama suyu miktarları ile pülp yoğunluğu ayarlanabilmektedir.

Ayırma kapasitesi tambur çapı ile bağlantılıdır. Pilot ölçekli MGS ünitesinde 0.2 t/s; endüstriyel ölçekli iki tamburlu (twins drum) MGS ünitesinde ise 2 t/s kapasiteye

ulaşmaktadır. Aynı miktardaki malzemenin klasik sarsıntılı masada ayrılması için MGS'in yüzeyinden 6 kat fazla bir ayırma yüzeyine sahip olması gerekmektedir.

4. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Ağır ve hafif minerallerin birbirinden ayrılmasında kullanılan MGS ünitesinde verimli bir ayırma koşulunun sağlanabilmesi için mineral yoğunlukları arasında en az 1.0 birim özgül ağırlık farkının olması gerekir.

Efektif ayırma boyutu 1 - 300 mikron arasında olmasına karşın daha iri boyutlarda da başarılı olarak ayırma yapılabilmektedir.

MGS'in geliştirilmesi sırasında; çok sayıda tesis örnekleri incelenmiş, klasik yöntemlerle tesis koşullarında alınan sonuçlar, MGS'den elde edilen sonuçlarla karşılaştırmalı olarak aşağıda verilmiştir.

ÖRNEKİ:

işletme Adı : South Crofty Mine, Cornwall;
İNGİLTERE
Cevher : Kasiterit (SnO₂)
Özgül Ağırlık: 7.0
Amaç : Yüksek tenor ve verimle zenginleştirme
Yöntem : 10 inç lik siklon alt akımı spiralde zenginleştirilmektedir.

Sonuç:	%SnO ₂	
ÜRÜN	MGS	SPIRAL
Beslenen	1.6	1.6
Konsantre	15.4	4.0
Artık	0.17	0.30
Konsantre Kazanma Verimi (%)	90.4	87.8

*Örnek 1 de verilen Tesisten aynı cevher için;

Amaç : Yüksek tenor ve verimle zenginleştirme
Yöntem : 4 inç lik siklon alt akımı şlam masasında zenginleştirilmektedir.

URUN	MGS	S. MASASI
Beslenen	0.75	0.90
Konsantre	3.02	3.02
Artık	0.26	0.41
Konsantre Kazanma Verimi (%)	71.5	63.0

ÖRNEK 2:

İşletme Adı : Outokumpu Kemi Mine, **FİNLANDIYA**
 Cevher : Kromit (0203)
 Özgül Ağırlık: 4.3
 Amaç : % 40 'in üzerinde Cr₂O₃ içerikli konsantre üretimi
 Yöntem : % 70' i 37 mikron altındaki malzeme Jones tipi manyetik ayırıcılar ve şlam masalarında zenginleştirilmektedir.
 Sonuç (MGS) :

URUN	%Cr ₂ O ₃
Beslenen	22.1
Konsantre	40.4
Artık	12.8
Konsantre Kazanma Verimi (%)	61.6

ÖRNEK 3:

İşletme Adı : Laporte Minerals, Glebe Mine, **İNGİLTERE**
 Cevher : Barit (BaSO₄)
 Özgül Ağırlık: 4.5
 Amaç : Yüksek Barit içerikli konsantre üretimi
 Yöntem : 1) % 100' ü 24 mikron altında flotasyon
 2) % 100' ü 12 mikron altında şlamın siklonla (üst akım) ayrılması

Sonuç:
%BaSO₄

ÜRÜN	Test.1	Test.2
Beslenen	28.0	28.0
Konsantre	88.0	65.0

Artık	22.0	24.0
Konsantre Kazanma Verimi (%)	29.0	27.0

ÖRNEK 4:

İşletme Adı : Carnon Consolidated Wheal Jane Mine, **İNGİLTERE**
 Cevher : Kasiterit (SnO₂)
 Özgül Ağırlık: 7.0
 Amaç : Tesis şlamlarından metal kazanımı
 Yöntem : % 86' sı 6 mikron altındaki şlamdan dekantasyon ile kalay kazanılmaktadır.

Sonuç (MGS):	%_SnO ₂
URUN	
Beslenen	0.39
Konsantre	3.0
Artık	0.10
Konsantre Kazanma Verimi (%)	76.9

ÖRNEK 5:

İşletme Adı : Hellenic Ferro Alloys-**YUNANISTAN**
 Cevher : Kromit (Cr₂O₃)
 Özgül Ağırlık: 4.3
 Amaç : % 50 Cr₂O₃ üzerinde konsantre üretimi
 Yöntem : % 100' ü mikron altındaki malzemenen s.masa ile krom kazanılmaktadır.

Sonuç (MGS):	%_Cr ₂ O ₃
ÜRÜN	
Beslenen	21.8
Konsantre	53.4
Artık	3.5
Konsantre Kazanma Verimi (%)	89.9

ÖRNEK 6:

İşletme Adı : A/S Sydvaranger-Norveç
 Cevher : Manyezit (Fe₃O₄)
 Özgül Ağırlık: 5.2
 Amaç : % 70 Fe₃O₄ üzerinde konsantre üretimi

Yöntem : % 45'i 45 mikron altındaki malzemenin s. masa ile manyezit kazanılmaktadır.

Sonuç:

ÜRÜN	Manyetit %	Konsantresi %
S.MASA	70.0	45.0
SPIRAL	70.0	30.0
MGS	3.5	82.0

ÖRNEK 7:

İşletme Adı : Avustralya
Cevher : Sahil Kumu
Amaç : Titanyum, Zirkon ve Rutil Kazanımı
Yöntem : % 80' i 100 mikron altındaki kumlardan ağır mineraller kazanılmaktadır.

Sonuç (MGS)

ÜRÜN	% Ağırlık Mineral
Beslenen	6.7
Konsantre	54.9
Artık	2.6
Konsantre A.Mineral Kazanımı (%)	64.2



Doç. Dr. Tervik GÜTAGÖLER



TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINI



KAYNAKLAR

1. SOMASUNDARAN, P., An overview of the Ultrafine Problem. Henry Krumb School of Mines, Colombia University, New York
2. SILVA, M., Placer Gold Recovery Methods. California Department of Conservation, Division of Mines and Geology. Report pp.22-23, 1986.
3. SANDERS, D. and SANDERS, R., A Study on Fine Gold Recovery and the «nelson Concentrator». Extract from report entitled: Golden Nugget Mining Operation on Olive Creek, Livengood, 1985.
4. Trade Publication. The Paradyne Jig. Alluvial Dredges Limited, 1983
5. Trade Publication. Kelsey Centrifugal Jig. Humphreys, a division of Carpco Inc. Jacksonville, Florida.
6. Horizontal Centrifugal Ore Dressing Machine. Extract from Chinese mineral processing publication.
7. CHAN, S.K. and MOZLEY, R.H. Enhanced Gravity Separation for the Beneficiation of Fine and Ultra-Fines. Richard Mozley Limited; Cornwall, UK, 1987.

Kaya Şev Stabilitesi

Yazarlar
E. Hoek & J. W. Bray

Çevirenler
Prof. Dr. A. Günhan Paşamehmetoğlu
Doç. Dr. Abdurrahim Özgençli, Doç. Dr. Celal Karpuz



TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINI

