

AĞIR SIVILARLA CEVHER ZENGİNLEŞTİRME

Hazırlayan: Necati BEYCAN (x)

Ağır sıvılarla Cevher Zenginleştirme **Metodunun anlamı** :

Ağır sıvılarla cevher zenginleştirme prensibi Arşimed kanununa dayanmaktadır. Minerallerin farklı özgül ağırlıklarına sahip olmalarından istifade edilerek ağır sıvı içinde hafif minerallerin yüzmesi ve ağırlarının çökmesiyle birbirinden ayrılması sağlanır.

İlk tesislerde ağır sıvı olarak Bromoför, Karbontetra klörür vs. gibi hakiki ağır sıvılar kullanılmışsa da taunların fiatlarının yüksek olması ve buharlarının zehirleyici tesiri yüzünden işletmelerden kaldırılmıştır. Ancak küçük çaptaki Lafcoratuvar çalışmalarında yer almaktadırlar.

Bugün işletmelerde kullanılan ağır sıvılar ,ince öğülmüş ağır Minerallerin suyla karışımından meydana gelen süspansiyonlardan müteşekkildir.

Amerika ve Avrupada ağır sıvılarla cevher zenginleştirme **metodunun geliş- rresi** :

Ağır sıvılar ilk defa 1918 senesinde Amerikada ince kum ve suyun kaışması», la ekle edilen yoğun bir vasatta kömürün yıkanmasında kullanılmış ve daha sonra 1930 senesinde yine Amerikada (Mascot Mine) maden ocağında kurşun-çinko cevherinin zenginleştirilmesinde tatbik edilmiştir. [1] Burada, ayırma işinde yüksek yoğunluklu süspansiyon olarak ağır gelen (Pbs) Flotasyon Konsantresihni -u ile karışımı kullanılmıştır. 1930 senesinde Amerikada Ferrosilisyumdan (Fee) istifade edilerek ağır bir süspansiyonun elde edilmesi, bu metodun cevher zenginleştirilmesinde geniş bir tatbik yeri bulmasını sağlamıştır. Böylece 1945 seresine kadar Amerikada 14 adet ağır sıvı ile çalışan tesis kurulmuş ve saatte 1800 t.cı ham cevher konsantre edilmiştir. Zamanla metodun uygulanması Kanadaya ve Avrupaya da yayılmıştır. Avrupada ilk defa İngilterede 1938-1939 senesinde (Halkyn-Mine) Maden ocağında Kurşun, Çinko konsantre edilmesiyle başlamıştır. Yine burada da ağır sıvıyı suyla galen Flotasyon konsantresinin süspansiyonu kullanılmıştır.

İkinci Dünya savaşının başlamasıyla bu metoda cevher zenginleştirme gelişmişse de harpten sonra, ilk defa 1850 senesinde Batı Almanyada Kurşun, Çinko maden ocağı Ramsbeckde, daha sonra Kurşun, Çinko maden ocaklarından Mau-bach, Lüderich ve Oolitik Demir cevher ocağı Salzgitterde uygulamaya başlamışlardır. 1952 Senesinde Ferrosilisyumun Knappack-Griesbeira Firması tarafından imali metodun Avrupada daha da gelişmesini sağlamaktır. 1961 senesinde batı

dünyasında takriben 250 adet ağır sıvı ile çalışan tesis mevcut olup, bunlar saate 20.000 ton cevheri zenginleştirmektedirler, bu miktar senede 80.000.000 ton cevhere ve aşağı yukarı batı dünyasının zenginleştirdiği cevher miktarının % 8-10 na tekbül etmektedir. Çeşitli cevherlerin bu uşule göre zenginleştirilme payı tablo 1 de gösterilmiştir.

Mineraller	Ağırlık %
Demir - Mangarez cevheri	50
Metaller (Pb-Zn, Cu, Sn, Pes ₂)	10
Diğer Mineraller (Floispat. R/agnezit-Potas Minarelleri, Bauwit, Elmas)	30
inşaat malzemesi (Kum, B'm ;, granat)	10

Tablo: 1 — Ağır sıvı metodu ile cevherlerin zenginleştirilmesindeki payı. [1]

Ağır sıvıların cevher zenginleştirilmesi için gereken şartlar:

a) Prensip itibarıyla ağır sıvılarla cevher zenginleştirme yapılması için ham cevher kompozisyonunun farklı özelliklere sahip olması lazımdır.

b) Ayrılması gerekli komponentlerin 0,6 mm tane büyüklüğünde serbestleşmiş olması gerekir. Tane iriliği 60-6 mm arasında olan cevher ağır sıvı cihazlarında, 10-0,6 mm arasında olanlar ise ağır sıvı siklonlarında zenginleştirilir.

c) Bu metodla zenginleştirilmesi düşünülen ham cevherin önceden laboratuvarında, hakiki ağır sıvılarla tecrübe edilmesi şarttır. Aşağıda tablo 2 de laboratuvarında kullanılan hakiki ağır sıvılar gösterilmektedir. [1]

Tablo : 2. Hakiki ağır sıvılar.

Cinsi	Özgül ağırlığı	Elde edilebilen Max. yoğunluk
	Kg/l	Kg/l
Karbondioksit	1,97	1,97
Dibrometilen	2,17	2,17
Metilenbromür	2,49	2,49
Bromoform	2,90	2,90
Asetilentetrahidrofur	2,97	2,96
Kalaybromür	3,34	3,34
Kalsiyum civa iyodür	3,10	3,10
Metilen iyodür	3,33	1,42
Baryum civa iyodür	3,65	3,65

İşletmede kullanılan ağır sıvılar ve özellikleri

İşletmede kullanılan ağır sıvılar çok mce öğütülmüş Mineral veya diğer ağır katı maddelerin sulu bir süspansiyonudur. Bu süspansiyon diğer organik ve anorganik hakiki ağır sıvılardan farklıdır. Sedimentasyona tabidir. Pratikte süspansiyondaki katı maddenin çökmesi karıştırma veya ağır sıvıya hafif akış

vermek suretiyle mani olunur. Süspansiyondaki katı maddenin çökme hızı, katı maddenin tane iriliği, tanelerin şekli, özgül ağırlığı ve hacim miktarına bağlıdır, süspansiyonu meydana getiren materyelin taneleri in, özgül ağırlığı yüksek ve hacim oranı küçük o zaman çökme hızı yükselmektedir. Böylece ağır sıvının stabilitesine etkileyen faktörleri şöyle izah edebiliriz.

a) 1/Lt. Süspansiyondaki materyelin hacımsal miktarı :

Ağır sıvılarda katı maddenin % ağırlığı ve hacımsal miktarının bilinmesi lüzumludur. Çünkü ağır sıvılar bu iki esasa göre hazırlanır. Süspansiyondaki katı

maddenin ağırlığı "o si olarak $P = 100 \frac{S_s (S_t - 1)}{S_t (S_s - 1)}$ ve süspansiyon yoğunluğu

$St = \frac{100 \cdot S_s}{P + S_s (100 - P)}$ formülleri ifade edilir. [2] Burada $S_s =$ katı maddenin özgül

ağırlığı Gr/cm³. $St =$ ağır sıvının yoğunluğu Gr/cm³ tur.

Pratikten kazanılan tecrübeye göre katı maddenin hacımsal miktarı % 25-40 arasında bulunmaktadır. Normal olarak % 35 geçmemesi lazımdır.

b) Katı maddelerin özgür ağırlığı, süspansiyon yoğunluğu ve sertlik derecesi

Pratikte kullanılan ağır sıvıları yapan katı maddelerin özgül ağırlığı sertlik derecesi ve maksimum yoğunlukları tablo 3 üe gösterilmiştir. [1]

Tablo: 3. Ağır sıvı terkinde kullanılan kau maddelerin özellikleri. [1]

Katı maddeler	Ozgür ağırlık g/cm ³	Maximum yoğunluk Kg/U.	Sertlik derecesi
1. Taşlar (Gesteine) kum taşı Kuarsit	2,60	1,58	5,7
2. Taşlar (Basalt)	3,0	1,64	5,7
3. Barit (BaSo ₄)	4,48	2,05	3-3,5
4. Prit (Fes ₂)	5-5,2	2,38	6-6,5
5. Magnetit (Pe ₃ O ₄)	5-5,2	2,38	5,5-6,5
6. Galen (PbS)	7,2-7,6	2,75	2,5-2,75
7. Ferrosilisyum (FeSi) (öğütülmüş SiO ₂ ihtivası % 12-15 arasındadır)	6,7	3,20	7,3-7,6
8. Ferrosilimyum (püskürtülmüş)	6,7	3,80	7,3-7,6

Bu tabloda da görüldüğü gibi katı maddenin özgül ağırlığı büyüdükçe elde edilecek ağır sıvının yoğunluğu da o nisbette yükselmektedir.

c) Katı maddelerin tane iriliği ve şekilleri :

Ağır sıvıyı elde etmek için kullanılacak katı maddelerin hepsi de % 100 0,20 mm nin altında öğütülmesi lüzumludur. Genel olarak kullanılan katı maddelerin tane iriliği % 95 > 100 mikron ve % 70 ;> 60 mikron olmalıdır.

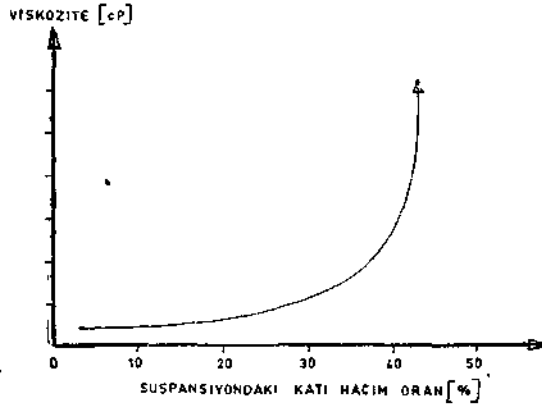
Eğer ağır madde tanelerinin 0,04 mm den ds,ha ince fraksiyonunun yüzdesi büyük olursa, süspansiyonun MsxositeFi artmakta ve dolayısıyla mineral tanelerinin süspansiyon kinde c »Lmcsı rorlışmaktadır. Bu sebepten, çökmesi icap eden bir mineral parçası ymereK hafif minerallere karışmakta ve neticeye menfi yönden tecir et-iekiedı.

Kwe ;eürade oluynn &%'-x madde taneleri de viskositeyi artırarak izah edildiği gibi sepeı asyonu güçleştirmektedirler.

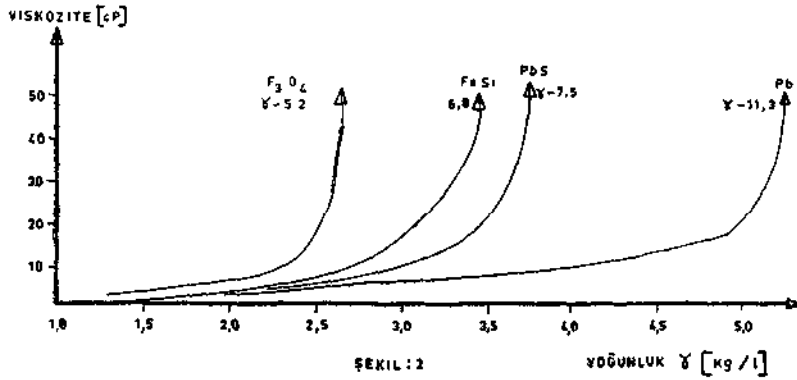
d) Vi. kc aie

Şolul 1 ve 2 de, ağır sıvılarda Viskozitenin süspansiyon içindeki katı madde-sinin hac:m.a! miktarına, tane iriliğine ve süspansiyon yog-anluğuna bağılı olduğu gösterilmiştir. L]

VİSKOZİTENİN AĞIR SIVI İÇİNDEKİ KATI ORANINA GÖRE DEĞİŞİMİ
1 cP = 0,01 Poise = dyn. san / cm².

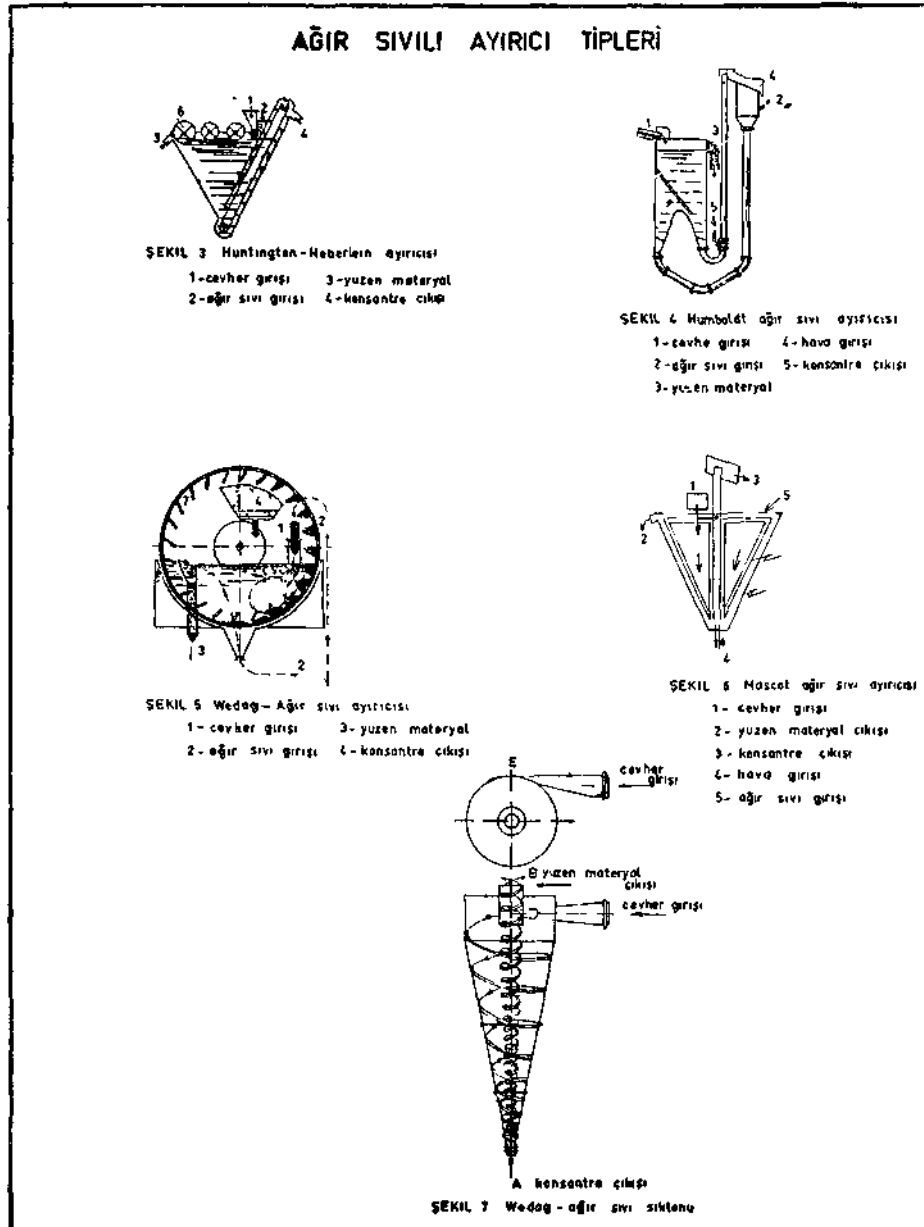


VİSKOZİTENİN ÇEŞİTLİ AĞIR MADDELERLE MEYDANA GETİRİLMİŞ AĞIR SIVI YOGUNLUKLARINA GÖRE DEĞİŞİMİ



Ağır sıvı kullanan cihaz tiplerinin tanıtılması:

Kaba ve ince taneli cevherlerin zenginleştirilmesi için son 20-30 yıl içerisinde takriben farklı 13 tipte ağır sıvı kullanan cihaz yapılmıştır. Bunların en mühimleri şekil 3-7 de şematik olarak gösterilmiştir. Cihaz, tank ya konik (şekil 3) ve köşeli (şekil 5) veya yatay eksenli silindir şeklindedir.



Cevher önce bir elek üstünde yıkandıktan sonra hareket halinde olan ağır sıvının içine verilir. Yüzen mnlzeme bir petal gelberi veya ağır sıvının kendi akışı ile taşınır. Ağır malzeme ise bir Elevator, dönen silindir içine yerleştirilmiş kepçeler veya hava vasıtasıyla tanktan uzaklaştırılır her iki üründe su duşlu eleklerde üzerlerine yapışan ağır maddelerden temizlenirler.

Son zamanlarda tane iriliği 10-0,6 mm arasında bulunan cevher için Wedag ağır sıvı siklonu kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca ağır sıvılarla cevher zenginleştirilmesine, kendine has ayrı özelliği olan İsveç'te tatbikatta bulunan (Stripaverfahren) stripa metodunu ilave etmek lazımdır. Bu metotda kullanılan ağır sıvı içerisindeki katı maddenin hacimsal miktarı % 60 oranındadır.

1961 senesinde işletmede bulunan ağır sıvı tesis tipleri	
Konik ve köşeli tank şeklindeki tesisler :	80 42
Tromelli tesisler :	% 42
Diğer tip tesisler :	% 16

Aşağıda ağır sıvı ile cevher zenginleştirme metodunun tatbikatından misaller verilecektir.

Batı Almanya'da kurşun, çinko maden ocağı Luderich'in ve Konsantretöründe mevcut olan ağır sıvı tesisinin (Humboldt Kastenscheider) tanıtılması. [3]

Maden ocağı Luderich Köln şehrinin takriben 20 km doğusunda bulunmakta-
dır. Günlük istihsal 600 ton civarındadır. Ham cevher bir çeneli kırıcı da 100 mm
nin altında kırılır. Ve silolanır. Cevher silolardan 25 mm lik duşlu, titreşimli bir
eleğe verilir. Elek üstü bir konik kırıcıda 40 mm kadar kırılır. Kırılan cevher ile
-25 mm lik cevher birleşerek ağır sıvı tesisindeki duşlu titreşimli bir eleğe gelir.
Bu eleğin ilk yarısı 2 mm ve 2 ci yarısı ise 8 mm elek açıklığında olduğundan, bu-
rada ham cevher 40-8 mm, 8-2 mm ve 2-0 mm Fraksiyonlara ayrılır. 8-2 mm fraksi-
yonu bir merdaneli kırıcıdan geçirildikten sonra flatasyon değirmen silosuna sev-
kedilir. 2-0 mm fraksiyonu ise değirmen Klasifikatörüne verilir.

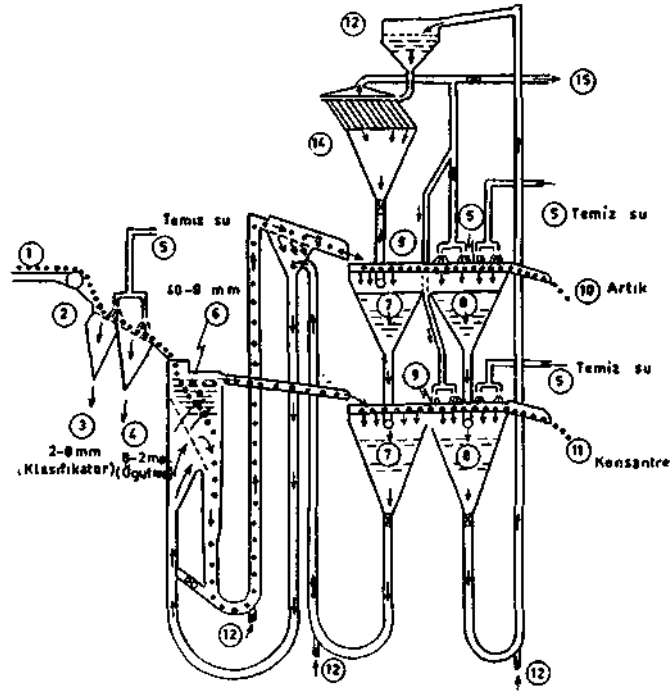
40-8 mm fraksiyonu şekil 8 de gösterilen 40 ton/saat kapasiteli bir Humboldt
ağır sıvı tesis (cihazında) işlenmektedir. [4] Ağır sıvı olarak galen (PbS) flotas-
yon konsantresinin sudaki süspansiyonu kullanılmaktadır. Yoğunluk 2,7 ile 2,8
kg/Lt arasında ayarlanmıştır. Ağır sıvıdaki katı maddenin çökmesi, daimi bir sir-
külasyon sayesinde mani olunur.

Ağır sıvı cihazı (Humboldt Kaste:- ^eheid) şekil. 8 de görüldüğü gibi köşeli
ve alt taraftan iki koni şeklini gösteren bir tanktır. Cihaz Konsantre ve artık
yıkamak için titreşimli elekler, ağır sıvı, seyreltik sıvı ve şlam atma tankları,
2 flatasyon selülünden ve pompalardan teçhiz edilmiştir.

Yukarıda bahsedildiği gibi 40-8 mm lik fraksiyon ağır sıvı cihazına verilmekte
ve yoğun süspansiyon içinde yüzen ürün (artık) ve batan ürün (konsantre) ola-
rak ikiye ayrılmaktadır.

Yüzen ürün ağır sıvı akımı ile cihazdan taşmakta, batan ürün ise düşey bir
borunun altında verilen basınçlı hava ile taşınmaktadır. Her iki ürün ayrı ayrı
bire titreşimli eleğe verilir. Eleklerin ilk yarısında ağır sıvının büyük bir kısmı
elek altına geçer ve doğrudan doğruya cihaza geri gider. Eleklerin ikinci yarısında
konsantrenin ve artığın üzerine yapışan ağır madde, yani galen tanecikleri su

HUMBOLDT TİPİ AĞIR SIVI TESİSİ AKIM ŞEMASI



- ① Cevher iletgeci
- ② Vibrasyonlu elek
- ③ 2-0 mm Fraksiyon çıkışı (Klasifikatöre gider)
- ④ 0-2 mm Fraksiyon çıkışı (Bilyalı değirmene gider)
- ⑤ Su düşü
- ⑥ Humbolt köşeli tankı (Kastenseheider)
- ⑦ Konik toplayıcı (Yoğunluğu yüksek süspansiyon için)
- ⑧ Konik toplayıcı (Yoğunluğu düşük süspansiyon için)
- ⑨ Konsantr ve artık vibratörlü yıkama elekleri
- ⑩ Artık (yuzen malzeme)
- ⑪ Konsantr (çöken malzeme)
- ⑫ Basıncılı hava vanası
- ⑬ Durultma tankı besleyicisi
- ⑭ Durultma tankı
- ⑮ Durultma tankı şlam çıkışı

Şekil-8

duşları ile yıkanarak suyundan ve şlammdan ayrılmak üzere bir durultma tankına sevk edilir. Burada tankın dibinden çekilen yoğunlaşmış ağır sıvı tekrar devreye girer.

Tankın üstünden taşan şlamın içindeki galen flotasyona tabi tutularak geri karanılır. Tablo 4 de ağır sıvı tesisi ürünlerinin neticeleri gösterilmiştir. [3]

Ürünler	Ağırlık		Tenor		Randıman	
	%	Pb %	-	Zn %	Pb %	Zn %
Artık (Yüzen ürün)	61,30	0,04		0,37	1,16	2,58
Konsantre (Batan ürün)	38,70	5,54		22,20	98,84	97,42
40-8 mm Fraksiyonu	100,00	2,2 +		8,8 +	100,00	100,00

Bu suretle tablo 4 de gösterildiği gibi, 40-8 mm fraksiyonundaki kurşun ve çinko minarallerinden müteşekkil bir ön konsantre kazanılmaktadır. Randıman % 97 nin üstündedir.

Pb-Zn yüzdesi 0,5 in altında olan artık başka bir işleme tabi tutulmadan atılır. On konsantre ise 10 mm nin altında kırılarak flotasyon değirmen silolarına sevk edilir. Netice olarak denilebilir ki günde konsantretöre giren 580 ton cevherin % 48 ni teşkil eden 280 ton cevher ağır sıvı tesisinde işlendikten sonra ağırlığının % 61,30 olan 170 tonu artık olarak ayrılmakta ve flotasyona sadece 110 tonu sevk edilmektedir. Böylece tüm ham cevherin % 30 kadarı flotasyona girmeden atılmakta ve bu suretle 40-8 mm lik artık ayrıca kırılıp öğütülmediğinden hemen kırıcı ve değirmenlerin kapasiteleri ham cevher yönünden artmakta ve hem de ham cevher ton basma düşen masraflar azalmaktadır. Ayrıca ağır sıvı tesisi artıkları yol inşasında kullanılmak üzere satılmaktadır.

Ağır sıvı tesise sadece 40-8 mm fraksiyonunu işleyebilmekte, geri kalana bsmı ise direk flotasyona tabi tutulmaktadır. 8 mm den daha ince fraksiyonlardan da ağır sıvı ile ön konsantre edilmesi faydalı olduğundan, tüm ağırlığın % 37 ni teşkil eden 8-2 mm fraksiyon için ağır sıvı siklonu düşünülmüştür. Aşağıda Wedag ağır sıvı siklonunun çalışma tarzı tarif edilmektedir. [3]

Ağır sıvı ile çalışan Wedag siklonu:

Wedag ağır sıvı siklonu, üstte bir silindirik kısım, altta koni sekimde, bulunan bir gövdeye giriş ve iki çıkış ağızlıklarından müteşekkil bir cihazdır. Bu siklon ayrıca şekil 9 daki akım şemasında görüldüğü gibi titreşimli elek, ağır sıvı tankı santrifüj lü pompa, kıvamlaştırıcı, bir magnet ayırıcı ve bir magnetik tesiri giderici bobin ile teçhiz edilmiştir.

Bir ağır sıvı siklonunun karakteristik ölçüleri şunlardır.

Siklon çapı: 150 mm

Konik açısı : 20°

Giriş ağız açıklığı: 27 mm 0

Alt çıkış ağız açıklığı : 30 mm 0

Üst çıkış ağız açıklığı : 65 mm 0

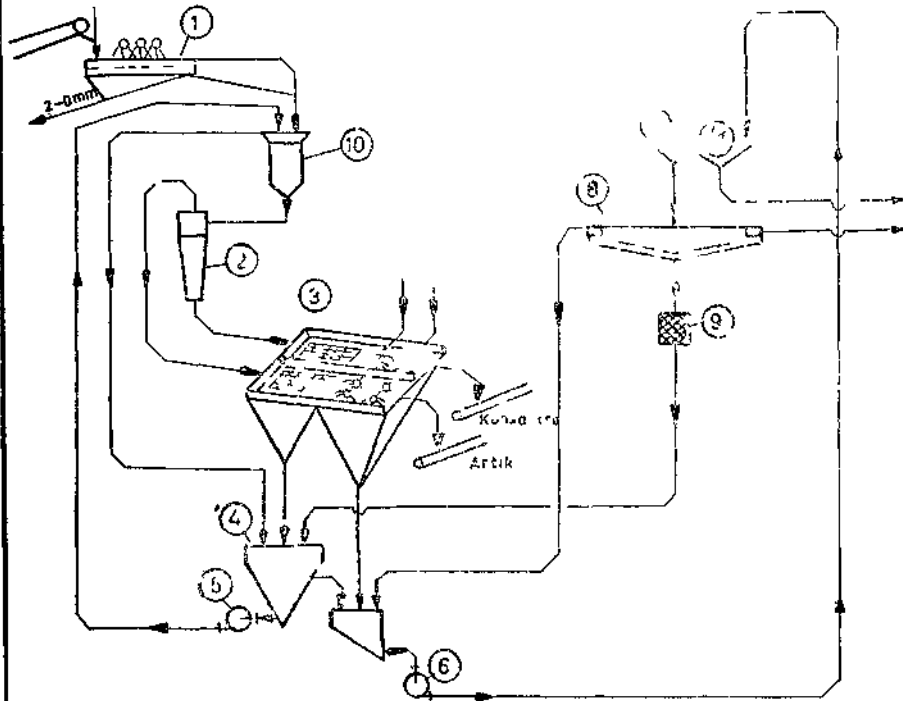
Siklona giren ağır sıvının basıncı : 0,7 atü (kg/cm²)

Siklonun kapasitesi : 15 ton/saat.

+ (işaretli rakkamlar hesapla bulunmuştur.)

WEDAG AĞIR SIVI SIKLONU AKIM SEMASI

Kapasite 10-15 t/s.
Tane büyüklüğü 50-100 mm



- ① TITREŞİMLİ ELEK (DUSLU)
- ② SIKLON
- ③ KONSANTRE VE ARTIK YIKAMA ELEKLERİ
- ④ AĞIR SIVI TOPLAYICI TANK
- ⑤ SANTRİFUJ POMPASI (AĞIR SIVI İÇİN)
- ⑥ SANTRİFUJ POMPASI (SEYRELTİK SIVI İÇİN)
- ⑦ İMJEJLİ MANYETİK SEPARATÖR
- ⑧ KIVAYATISMA TANKI
- ⑨ MİKNATIS İÇİ GİDERİMLİ BİTİNİ
- ⑩ CEVHER SİBİCİ

Şekil-9

Ham cevher ağır sıvı ile bir tank içinde karıştırıldıktan sonra bir santrifüjlü pompa vasıtasıyla 0,7 kg/cm² basınç altında siklonun silindirik kısmına tangensiyel olarak verilmektedir.

Böylece ağır sıvılı cevher karışımı siklon içinde bir dairesel hareket yaparak merkez kaç kuvvet ile yer çekimi tesiri altında ayrılmaya tabi olmaktadır. Özgül ağırlığı büyük olan mineral taneleri siklonun konik iç duvarında helezoni bir yol takip ederek alt çıkış ağızlığından çıkmakta ve özgül ağırlıkça hafif olan mineraller (Artık) ise siklonun orta eksenini etrafında helezoni bir yol takip ederek üst çıkış ağızından atılmaktadır. Bu suretle elde edilen ürünler ağır sıvı tesisinde olduğu gibi aynı muameleye tabi tutulmaktadır.

Ağır sıvı olarak galen süzpanasyonu kullanıldığı halde, ağır madde olan galenin geri kazanılması ağır sıvı tesisinde izah edildiği gibidir. Ferrosilisyum kullanıldığında yukarıdaki işleme ilâve olarak durutma tankında yoğunlaştırılan Ferrosilisyum manyetik özelliği dolayısıyla bir magnetik ayırıcıda toplanır. Sonra mıknatıslığını gidermek için alternatif akım bobininden geçirilerek birbirlerinin çekmeleri önlenir. Bu suretle Ferrosilisyum % 99,97 civarında tekrar kazanılır. Ve ağır sıvı tankına iltihak ettirilir.

Ağır sıvı ile çalışan Wedağ siklonunda yapılan deney neticesi :

Ldderich kurşun-çinko ocağının 8—2 mm fraksiyonundan 300 kg kadar numune wedağ ağır sıvı siklonunda işlenmiştir. Burada ağır sıvı katı maddesi olarak Fersolisyum (Fesi) kullanılmıştır. En iyi ağır sıvı yoğunluğundan 2,13 kg/dm³ de alınan neticeler tablo 5 de gösterilmiştir. [3]

Tablo : 5

Ürünler	Ağırlık	Tenor		Randıman	
	%	Pb %	Zn %	Pb %	Zn %
Artık (yüzen ürün)	49,6	0,08	0,32	1,9	1,4
Konsantre (batan ürün)	50,4	4,07	21,21	98,1	98,6
8—2 mm. fraksiyon	100,0	2,09 +	10,85 +	100,0	100,0

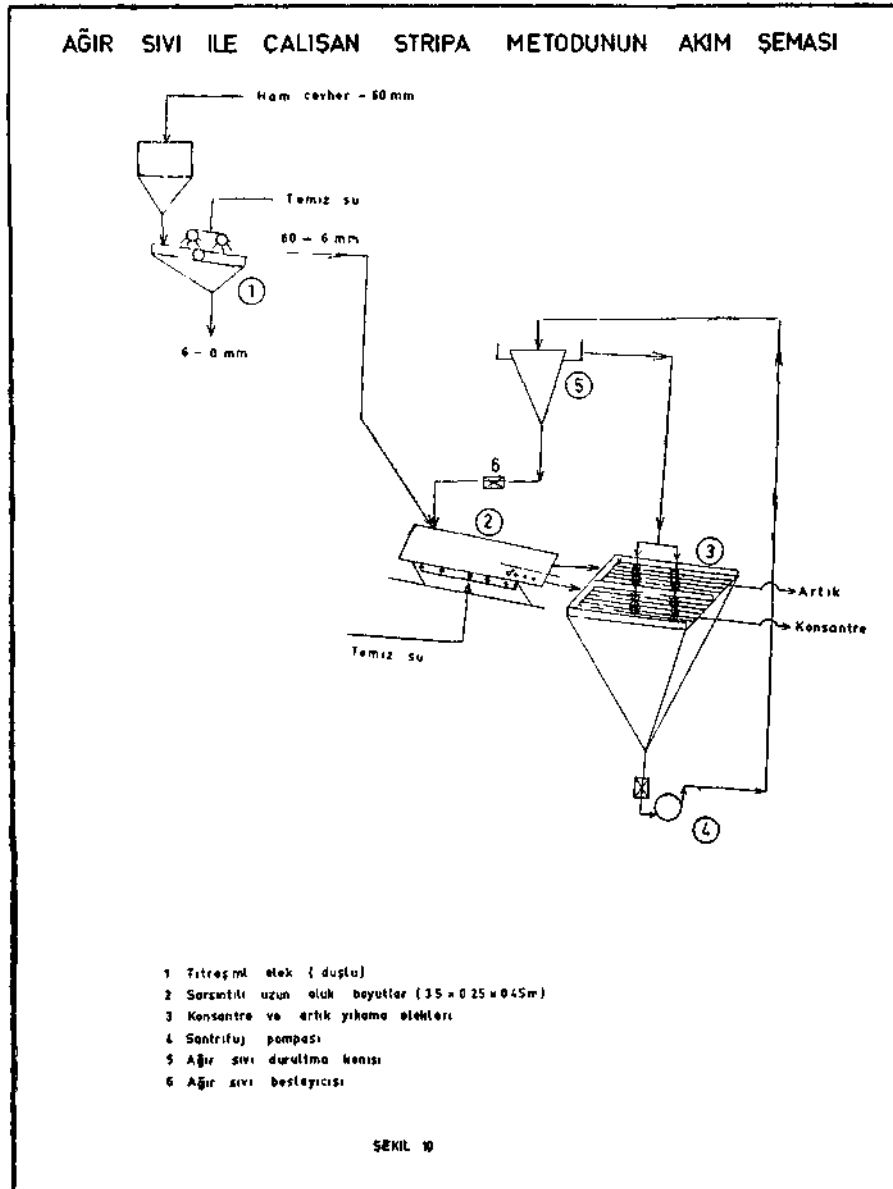
Tablo 5 de görüldüğü gibi 8—2 mm. fraksiyonun ağırlığının takriben yarısı artık olarak atılmakta ve cevherin % 13 Pb - Zn tenörü de 2 katına çıkarılmaktadır. Randıman ise % 98 in üstünde olup Pb - Zn kaybı çok azdır.

Stripa metodu ile cevher zenginleştirme :

İlk defa ağır sıvı ile çalışan stripa metodu, İsveç de demir cevherlerinin zenginleştirilmesinde tatbik edilmiştir. Bu metodla cevher zenginleştirme, için de ağır sıvı bulunan vibrasyonlu uzun bfr oluk ile yapılmaktadır. Bu oluğun tabanındaki ince delikten su inceksiyonu sayesinde cevherin oluk tabanına oturmayıp, akması temin edilmektedir. Stripa tesisinin akım şeması Şekil : 10 da görüldüğü gibi cevher silosu, titreşimli elek, ağır sıvı konisi, vibrasyonlu uzun oluk, konsantre, artıkları yıkıyan vibrasyonlu elek ve ağır sıvıyı daimi hareket ettiren santrefüj ponpasmdan teşekkül etmektedir.

Ağır sıvı tane iriliği 2— 0 • 1 mm. arasında cevherin kendisinden yapılmaktadır. Ağır sıvı içinde katı maddenin hacımsal miktarı % 60 oramndadır. Ağır sıvının

+ (İşaretili rakkamlar hesapla bulunmuştur.)



yoğunluğu 3,0 - 3,4 kg/l t. bu metod ile demir, mangan, krom ve bakır ihtiva eden prit cevherleri zenginleştirilmektedir.

Stripa metodu ile cevher zenginleştirilen işletmelerin konsantrasyon neticeleri aşağıya çıkarılmıştır. [5]

Tablo : 6

isveç Grangesberg Demir cevheri •
 Magnetit, Hematit ve Gang (Apatit ve Kuarz)
 Tenor 34,2 % Fe
 Tane iriliği 70—8 mm.

Ağır sıvı yoğunluğu 3,24 kg/it. ve katı maddesi (magnetit hematit).

Ürünler	Ağırlık %	Fe Tenor %	Fe Randıman %
Artık (yüzen ürün)	48,9	7,1	10,1
Konsantre (batan ürün)	51,1	60,3	89,9
70—8 mm. fraksiyon	100,0	34,2 +	100,0

Norveç Orkla maden ocağının kompleks sülfürlü cevheri :

Prit, Kalkoprit, Sfalerit ve gang kuarz.

Tenor: % 35 S, % 2 Cu % 1,8 Zn.

Tane iriliği : 50—6 mm.

Ağır sıvı yoğunluğu: 2,95-3,15 kg/I t. (katı maddesi prit).

Tablo : 7

Ürünler	Ağırlığı %	Tenor	Randıman %S	Tenor %oCu	Randıman %Cu
Artık (yüzen ürün)	21,4	3,7	2,3	0,19	2,8
Konsantre (Batan ürün)	78,6	42,9	97,7	1,77	97,2
50—6 mm. Fraksiyon.	100,0	35,5 /	100,0	1,43 +	100,0

Humboldt Pilot tesisinde Stripa metodu ile Türk kromitlerinin zenginleştirilme neticesi :

Cevherin tane iriliği : 60—6 mm.

Ağır sıvı yoğunluğu : 3,2 - 3,4 kg/I t. (katı madde kromitin ince taneleri.)

Tablo : 8

Ürünler	Ağırlık %	Tenor % Feo	Randıman % SiC	Randıman % Cr	Randıman % FeO	Randıman % SiO _a	
Artık (yüzen ürün)	12,1	6,0	6,9	31,5	1,6	7,0	45,1
Konsantre (Batan ürün)	87,9	51,0	12,6	5,5	98,4	93,0	54,1
60—6 mm. Fraksiyon	100,0	45,6 +	11,9 +	9,1 +	100,0	100,0	100,0

Ağır sıvıların temizlenmesi ve katı madde kaybı :

Ağır sıvılardan geçirilen ham cevher çalışma esnasında ağır sıvı içerisinde % 0,7 - 7 kadar şlam bırakmaktadır. Bu ise süspansiyonun yoğunluğunu değiştirir. Bunun için kullanılan ağır sıvı ayırıcıları manyetik separator, flotasyon ve ıslak mikrosüzatör (Spiralkülör, kıvamlaştırıcı ve durultma tankları) usullerle temizlenir. Şlamdan temizlenen seyrek ağır sıvılar tekrar devreye iltilhak ettirilir. Katı madde kaybı mineral tanelerinin yüzey büyüklüğüne, şekline (porozite) yüzen - batan ürünlerin duşla yıkanma tarzına ve ağır sıvıyı teşkil eden katı madde tanelerinin şekline bağlıdır.

Mesela yuvarlak tanelerde kayıp, köşeli ve kübik tanelere nazaran daha azdır. Genellikle ağır sıvılarda katı madde kaybı 100 - 1200 gr/ton dur.

Stripa metodunda katı madde kaybı ağır sıvılara nazaran daha azdır.

Ağır sıvı tesislerinin işletme masrafları* :

Butun ham cevheri kırıp, öğütüp flotasyona tabi tutmaktansa, önce ağır sıvı ile bir ön konsantrenin kazanılması büyük ekonomik faydalar sağlamaktadır. Bu durum tablo 9'da bir misalle belirtilmiştir.

+ işaretli rakamlar hesapla bulunmuştur.

Tablo : 9
Lüderich Maden Ocağının doğrudan doğruya flotasyon ile ağır sıvı ve flotasyon kombinasyonu işletme masraflarının karşılaştırılması.

Flotasyon	İşlem	Ham cevher 40-8 mm		Ham cevher 8 - 2 mm		Ham cevher 2 - 0			Toplam		
		Ağırlık %	DM/t.	DM/100 t.	Ağırlık %	DM/t.	DM/100 t.	Ağırlık %	DM/t.	DM/100 t.	DM/100 t.
		Merdaneli kırıcı öğütme ve flotasyon	48	0,4	19	37	0,4	15	—	—	—
Toplam	—	—	355	—	—	274	—	—	105	724	
Ağır sıvı + Flotasyon	Ağır sıvı	48	1,35	—	—	—	—	—	—	—	—
	Konsantre	18	1,35	24	—	—	—	—	—	—	—
	Artık	30	1,35	41	—	—	—	—	—	—	—
	Siklon	—	—	—	37	1,35	—	—	—	—	—
	Konsantre	—	—	—	19	1,35	26	—	—	—	—
	Artık	—	—	—	18	1,35	24	—	—	—	—
	Merdaneli kırıcı	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ağır sıvı kons.	18	0,4	7	—	—	—	—	—	—	—
	Siklon kons.	—	—	—	19	0,4	8	—	—	—	—
	Flotasyon	18	7.	126	19	7	145	15	7	105	—
	Toplam	—	—	198	—	—	203	—	—	105	506
Fark	—	—	—	—	—	—	—	—	—	218	
Ağır sıvı	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Artık satışı	30	4	120	18	4	72	—	—	—	192	
Geliri.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ağır sıvı kârı +	—	—	—	—	—	—	—	—	—	410	

I+ Silisli artık yol inşasında kullanılmaktadır.

Netice :

Netice olarak ağır sıvılarla cevher zenginleştirme prensibi, gelişmesi, özellikleri, ağır sıvı ile çalışan cihaz tipleri izah edilerek, Batı Almanya'da ağır sıvılarla cevher zenginleştiren maden ocaklarından Lüderich misal olarak alınmıştır.

Lüderich maden ocağı konsantretöründe işlenen ham cevherin % 48 - 50 sini ağır sıvılı tesisler vasıtasıyla artık olarak atıldığı ve bu suretle ham cevher tenorunun iki katı bir tönere ön konsantre elde edildiği ortaya konulmuştur. Ayrıca atılan artık merdaneli kırıcıda, değirmende ve flotasyon tesisinde işleme tabi tutulmadığından kapasitelerinin yükseltildiği bariz bir şekilde belirtilmiştir.

Son olarak doğrudan doğruya flotasyon ile ağır sıvı ve flotasyon kombinasyonu işletme masrafları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada flotasyon masraflarının ağır sıvı ile flotasyon kombinasyonu işletme masraflarından 2,18 DM/ton başına daha pahalı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Böylece flotasyon konsantratörlerinde ham cevherin ağır sıvılarla bir ön konsantre edilmesinin kârlı olduğu anlaşılmaktadır.

R E F E R A N S L A R

- [1] Salzmann. G. Die Sing - Schwimmaufbereitung von Erzen Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen 1962. Heft Io. S. 499 - 511.
- [2] Quittkat. O. Erzaufbereitung Carl Hanser Verlag, München 1961.
- [3] Beycan. N. Diplomarbeit, 1963/64 Technischen Hochschule Clausthal. Aufbereitung Institut.
- [4] Gehrt. G. Salzmann. G. Leitfaden der Erzaufbereitung, Verlag Hamann. Gebr. Scheur Gmb, Bonn 1952.
- [5] Humboldt Firmasından alman bilgiler 1963/64.
- [6] Clemen. Vorlesung Aufbereitung II Sommer Semester 1963. Technischen Hochschule Clausthal..
- [7] Gründer. W. Aufbereitungskunde Bd. I Herman Hübner Verlag, KG 1965 Goslar.