

MAGNEZİT TUĞLA İMALİNDE KULLANILACAK MAGNEZİTİN KALİTESİ, EMPÜRİTELERİN TESİR VE TEMİZLEME İMKÂN LARI

Şaban Şükrü ERDİNÇ

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET.— Magnezit tuğlalar, yüksek hararet derecelerine ve izabe fırınlarında cürufun kimyevi tesirlerine karşı mukavim olduğundan, metalürji ve diğer yüksek hararete çalışan endüstri sahasında önemli bir yer işgal ederler. Bu tuğlaların ham maddesi ya tabii magnezit minerali yahut deniz suyundan elde edilen magnezittir. Tabii magnezitin ihtiva ettiği empüriteler mamul tuğlanın hususiyetlerine mühim tesirler yaparlar.

Bu yazımız, refrakter tuğla imalâtında kullanılmaya elverişli magnezitin hususiyetlerini, empüritelerin tesirlerini, diğer memleketlerde aynı maksatla kullanılan magnezitlerin kimyevi analizlerini, empüritelerin temizleme usullerini içine alan bir literatür çalışmasından elde edilen bilgiyi ihtiva etmektedir. İstifade edilen eserler yazının sonunda bibliyografya kısmında sıralanmıştır.

MAGNEZİTLE İLGİLİ BAZI TÂBİRLER

Magnezit — Mineral $MgCO_3$.

Magnezi — Saf magnezyum oksit.

Kalsine magnezit — Magnezitin yüksek hararete kalsine edilmesi ile elde edilen zinternleşmiş mamul. Umumiyetle % 0.5 den daha az nispete CO_2 ve % 4.5-8 civarında Fe_2O_3 ihtiva eder. Kalsinasyon harareti $1450^{\circ}C$ civarında.

Kostik kalsine magnezit — Magnezitin nispeten daha düşük hararete kalsine edilmesi ile elde edilen ve umumiyetle % 2-5 civarında CO_2 ihtiva eden mamul. Kalsinasyon harareti $850^{\circ}C$ civarında.

Brennerit veya jeobertit — % 5-30 nispetinde izomorf halde $FeCO_3$ ihtiva eden kristalin magnezit.

MAGNEZİT VE HUSUSİYETLERİ

Magnezit minerali, saf halde iken % 47.6 MgO ve % 52.4 CO_2 ihtiva eden normal magnezyum karbonattır, $MgCO_3$, ya kristalin veya amorf halde olabilir.

Kristalin magnezit çok nadir saf halde bulunur ve umumiyetle değişik miktarlarda demir, kalsiyum oksit, silis ve bazan mangan ihtiva eder. Demir karbonat ihtiva eden breunnerit veya jeobertit de bir kristalin magnezittir.

Amorf magnezit kriptomkristalin tip olup kristalin nevine nazaran daha küçük yataklar halindedir. Küçük taneli kompakt bir manzara arzeder. Amorf magnezitte silis serpantin, talk, olivin ve kalseduan gibi mineraller empürite olarak bulunabilir. Kalsiyum oksit ve demir muhtevası umumiyetle düşüktür ve dolayısıyla bu nevi magnezit kristalin nevine nazaran daha saftır.

Isı muvacehesinde magnezit CO_2 i kaybederek dekompoze ve bu esnada veya ısıtmağa devam edildikçe kristalin bir yapıya sahip olur ve periklaz minerali teşekkül eder. Bu mineral nadiren tabii olarak tabiatda da mevcuttur, fakat işletilecek cesamette yoktur. Zinternleştirilen veya kalsine edilen magnezit atmosferik tazyik ve hararete karbonatlaşmaya ve hidratasyona mukavimdir.

Magnezit, kalsit ve dolomit ile izomorf serileri teşkil etmez ve magnezit yataklarının ihtiva ettiği bu mineraller magnezitle mekanik bir karışım halinde dirler. Demir karbonat ve magnezit izomorf serisi teşkil eder ve dolayısıyla mekanik olarak birbirinden ayırdedilemezler. Jeobertit demir ve magnezium karbonatın izomorf bir karışımıdır (1, 2).

Brunnerit tabii olarak demir ihtiva etmesi ve daha ziyade büyük kristallin olması bakımlarından refrakter tuğla imalâtı için kriptokristalin nevine nazaran daha müreccaktır. Zira kaba olarak dahi kırılma esnasında empüriteler daha kolayca ayrılabilir ve ihtiva ettiği CO_2 i saf magnezitten daha çabuk bırakır. Bu suretle kalsinasyon ameliyesi daha ucuzdur. Tabii olarak ihtiva ettiği $FeCO_3$ mütecanis olarak karışmış haldedir. Suni olarak saf magnezite demir cevheri ilâve etmek masrafları ve müşküleri yoktur. Diğer bir avantajı da brunnerit serpan-tin ve kuvars gibi empüriteler ihtiva etmediğinden ayrılması çok zor olan bu empüriteleri havi diğer nevi magnezitlerden daha saf oluşudur (3).

Kristalin magnezit umumiyetle kal-ker ve dolomitik sahereerde masif tabakalar halinde tezahür eder ve intruzyon da mevcut magnezi solüsyonları tarafından bu kayaların tahavvül etmesiyle teşekkül etmişlerdir.

Masif veya amorf (kriptokristalin) magnezitler kütleler veya damarlar halinde magnezi bakımından zengin peridotit grubu ultra-bazik kayaların alterasyonuyla teşekkül etmişlerdir. Genel olarak bu nevi daha küçük rezervler gösterir. Amerika'da Kaliforniya, Yunanistan, Hindistan, Venezuelâ, Meksika ve Küba magnezitleri bu nevidendir. Kristalin magnezite misal olarak Washington

(Amerika), Avusturya, Mançurya, ve Rusya magnezit yataklan gösterilebilir. Umumiyetle kristalin magnezit refrakter mamuller, amorf magnezit ise kostik kalsine magnezit için tercih edilir.

REFRAKTER MAGNEZİT

Magnezit yataklarının değerlendirilmesinde en fazla nazarı itibara alınması lâzımgelen empüriteler SiO_2 , CaO , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 muhtevası ve bunların magnezit içinde dağılış şekilleridir. Ateşe mukavim malzeme imaline elverişli olabilmesi için magnezitin saflık derecesi hususunda muhtelif yazarlar katî rakamlar vermemekle beraber, kalsiyum, silis ve alümin muhtevasının mümkün mer-tebe az ve demir oksit miktarının ise kalsine magnezitte % 4-8 nispetinde olması üzerinde mutabıktırlar.

Magnezitin normlaştırılması sadece Rusya'da ele alınmıştır. Bu norma nazaran zintern magnezit en çok % 3.5 SiO_2 ve % 3 CaO ihtiva edebilir ve dansitesinin de 3.5 un üzerinde olması lâzımdır (16).

Searles (3), ham magnezitin kâfi nispette refrakter olabilmesi için demir, silis ve alüminin düşük olması lâzım geldiğini ifade etmekte ve bunların aşğıdaki limitin altında olmasını ileri sürmektedir. Bu nispetlerin verilen limitlerin yarısı kadar olması halinde kalitenin daha iyi olacağını ilâve etmektedir: CaO - % 5, SiO_2 - % 5, alümin - % 5, demir oksit-% 8, potas ve soda (alkaliler)-% 3. Lange (6), tipik bir magnezit tuğla kompozisyonu olarak şu terkibi vermektedir : MgO -% 85, CaO -%3, Fe_2O_3 -% 7, SiO_2 -%3.

Magnezit tuğla imalâtında kullanılacak magnezitin kimyevi evsafı meyanında muhtelif muharrirlerin verdikleri analiz örnekleri aşğıdadır.

Ladoo and Myers (12), ham ve kalsine magnezit :

<i>Ham magnezit</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	<i>CO₂</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>SiO₂</i>	<i>H₂O</i>
1. Avusturya-Macaristan, vasati	38.44	1.3	—	2.7	2.7	1.50	
2. Euboea, Yunanistan, vasati	46.94	0.55	51.10	0.55	0.55	0.86	
3. Finch, Washington, Amerika	42.48	2.45	—	1.84	1.84	3.28	
4. Red Marble » »	45.02	1.07	49.51	0.78 FeO	—	4.27	
5. Grenville, Kanada	39.25	7.89	49.72	1.81	1.81	1.60	
6. Porterville, Kaliforniya	45.17	1.32	50.74	0.26	0.03	2.28	
7. Red Slide » »	43.42	0.04	48.08	0.29	0.26	7.67	
8. Salem, Hindistan	46.28	0.78	50.10	0.14	0.14	1.17	1.30

<i>Kalsine magnezit</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>SiO₂</i>	<i>H₂O</i>
9. Avusturya - Macaristan, vasati	85.57-90.0	0.96-3.52	7.43-9.96	0-2.22	0.26-1.34	
10. Euboea, Yunanistan, kostik vasati	91.00	2.50	2.85	2.85	2.55	1.10
11. Euboea, Yunanistan, kalsine vasati	90.62	4.10	1.57	1.57	3.00	0.71
12. Northwest Mag. Co., Washington	83.04	3.11	7.02	7.02	6.78	

Searle (3), verdiği magnezit analizlerinden bazıları :

	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>Demir oksit</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>SiO₂</i>	<i>CO₂</i>	<i>Zayıf</i>
Güney Afrika	—	45.3	0.8	—	2.3	49.8	0.2
Mittendorf, Styria	1.7	42.4	3.9	0.4	0.9	49.3	1.4
Vietsch, »	1.3	42.9	3.5	0.3	1.9	47.3	2.8
Breitenau, Avusturya	2.8	41.3	5.5	0.7	2.0	46.6	—
Salzburg, »	2.0	40.9	5.9	1.1	2.2	45.0	—
Makedonya, Yunanistan	1.1	47.0	0.4		2.5	52.6	—
Kymi, »	3.4	43.8	0.5		1.3	50.9	—
Ural, Rusya	0.9	46.1	1.6		0.3	51.1	—
Pisa, İtalya	5.4	40.9	2.63		1.1	42.3	—
Paturkorso, İsveç	4.6	34.8	10.9	—	4.1	44.3	1.3

Norton (4), kalsine magnezit analizleri :

	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>A. Z.</i>
Avusturya	5.8	1.7	4.0	5.0	83.0	0.2
Avusturya	1.0	1.0	6.9	2.1	88.6	0.3
Mançurya	3.7	1.0	1.5	1.6	92.0	0.1
Washington	4.9	1.5	3.4	2.8	87.1	0.1
Yunanistan	6.6		4.4	2.4	86.4	0.2
California (denizsuyu)	5.1	0.5	0.2	1.8	91.7	0.3

Koepfel (16), kalsine magnezit :

	<i>MgO</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>CaO</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>SiO₂</i>
Veitsch	84.20	8.40	2.25	—	3.80
Breitenau	87.89	5.47	2.77	0.69	2.00
Sunk	85.91	6.83	4.51	1.44	0.63
Semmering	85.86	5.29	3.00	0.10	5.06
Salzburg	86.69	5.92	2.00	1.14	2.16

King (11), magnezit tuğla ve kalsine magnezit :

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃
Magnezit (tuğla)	82.04	3.22	5.40	5.03	4.98
»	87.30	0.04	2.70	6.80	3.60
»	88.10	0.04	4.90	4.80	2.00
» (Radeks)	83.54	4.07	3.60	2.60	5.17
» yüksek kalsine	91.06	0.37	4.20	2.86	2.38
» kalsine	84.51	0.09	5.20	2.25	7.60

Comber (2) şu analizleri vermektedir :

A. Kristalin magnezit ve hususi olarak breunnerit için vasati terkipler :

	Kristalin (U. S. A.)	Breunnerit (Avusturya)
MgCO ₃	94-97	MgCO ₃ 83-94
CaCO ₃	1-3	CaCO ₃ 0.5-4.5
Fe ve Al oksit (takriben)	1	FeCO ₃ 4-12
Gayrimünhal bakiye en çok	4	Al ₂ O ₃ en çok 1 Gayrimünhal bakiye en çok 3

B. Birinci kalite kompakt magnezit için ticari standard :

MgCO ₃	: % 96-97
CaO	: % 1-1.5

C. Bağlayıcısız kalsine magnezit (aynı zamanda tuğla terkipleri) :

	Breunnerit	Kristalin magnezit (demir oksit ilâvesi ile) (takribî)
MgO	85-88	83
CaO	2-3.5	3
Fe ₂ O ₃	5-8	5
Al ₂ O ₃	1-1.5	2
Gayrimünhal bakiye	2.5-4.5	7

D. Kompakt magnezitten kalsine veya tuğla terkipleri :

	Demir oksit ilâvesiyle	Demir oksit ilâve edilmeden
MgO	87-90	90-92
CaO	1.5-2.5	2-3
Fe ve Al oksit	6-8	2-3
Gayrimünhal bakiye	2.5-3.5	2.5-4

Mitra (8) magnezit tuğla imal edilerek Tata Demir ve Çelik fabrikalarında kullanılan Hindistan (Jamshedpur) magnezitinin terkipleri olarak şu analizi vermektedir :

SiO ₂	% 2.44	MgO	% 89.80
Fe ₂ O ₃	% 5.86	CaO	% 1.70
Al ₂ O ₃	% 1.70	Zayıt	% 0.06

Palmer (5), kalsine magnezitin CO₂ ihtiva etmemesi ve CaO ın % 2.5 dan

SiO₂ nin % 5 den az olmasını ve % 7-10 nispetinde demir oksit ihtiva etmesini yazmaktadır.

EMPÜRİTELERİN TESİRİ

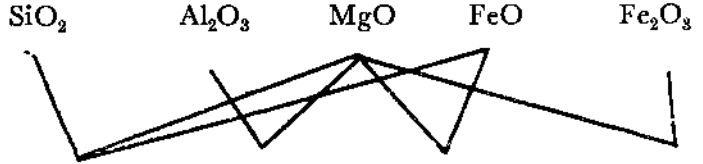
Magnezit tuğla imalinde kullanılacak magnezitin değerlendirilmesinde, empürite olarak bulunan demir oksit, kalsiyum oksit ve silis mühim rol icra ederler. Evveleminde bu empüriteler

magnezite umumi olarak fondan tesiri yaparlar ve sıcaklık muvacehesinde yeni bileşimler meydana getirirler ki bunla-

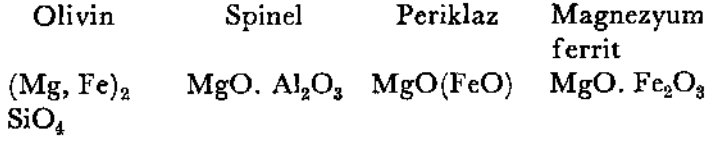
rın teşekküllerini takibetmek güçtür. Aşağıdaki şemalarda bu reaksiyonlar hulâsa edilmiştir (16).

1. Kristalin teşekküler :

Bidayette :

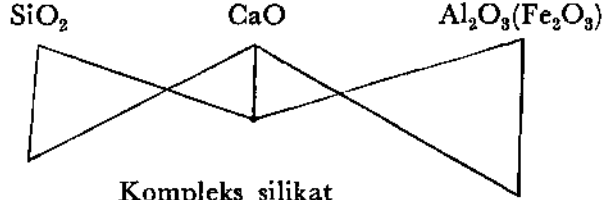


Yeni teşekkül :



2. Amorf teşekküler :

Bidayette :



Yeni teşekkül :



Magnezitin yüksek hararete kalsine edilmesinin sebebi, kalsinasyon ameliyesi esnasında teşekkül eden periklaz kristallerinin silikatlaşma dolayısıyla âzami derecede büyümelerini temin etmek ve sonradan kullanma esnasında mâruz kalacakları yüksek hararete yeniden büyüme yapmıyarak fırın duvarlarının bozulmamasını temin etmektir.

Demir oksidin tesiri : İyi bir zinternleşme için magnezit tuğlasının % 4-8 nispetinde demir oksit ihtiva etmesi kâfidir. Bu nispetin % 2-3 olması halinde tuğlanın ateşe ve ani hararet değişmelerine karşı mukavemeti artar. Nispet % 10 civarında ise tuğlanın erime noktası 2000°C ye kadar düşer. Demir oksitin zinternleşme esnasında mineralizatör olarak tesir etme hassası da mevcuttur.

1200°C den sonra demir oksit magnezyum oksit ile spinel tipinde magnezyum ferrit (MgO. Fe₂O₃) teşekkülüne

sebepl olur. Bu bileşim % 79.8 Fe₂O₃ ve % 20.2 MgO ihtiva eder. % 95 MgO ve % 5 Fe₂O₃ karışımının yumuşama başlangıcı 1455°C dir ve az miktar CaO ile bu sühnet yükselir (meselâ, % 5 CaO ile yükselme 142°C dir), Buna mukabil az miktarda Al₂O₃ ve SiO₂ ilâvesi yumuşama başlangıç noktasını düşürür.

Magnezitin zinternleşmesi demir nispeti azaldıkça güçleşir. Saf magnezit 1750°C de zintern olmaktadır. Bu sebeple bu nevi magnezitlere demir oksit sonradan ya demir cevheri veya okside hadde artıkları halinde ilâve edilir. Böyle bir karıştırmada demirin reaksiyon kabiliyeti, tabîî olarak demir ihtiva eden magnezitlere nazaran daha azdır ve periklaz kristalizasyonu daha yavaş olur ve bu husus imalât esnasında nazan itibara alınmazsa duvarlarda çatlamalara sebebiyet verir. Bundan dolayı magnezitin ihtiva ettiği demire ticari ve teknik

bakımdan empürite nazarı ile bakmak doğru olmaz (16, 15).

Silis tesiri : Silis, magnezit cevherlerinde umumiyetle az miktarda bulunursa da tuğla üzerinde bâriz tesirler icra eder. Al_2O_3 yumuşama noktasına pek az tesir eder, fakat CaO muvacehesinde yumuşama noktasını düşürür. Silis miktarının artması ise gene aynı tesiri yapar ve tuğlanın erime noktasının düşmesine sebep olur. SiO_2 ve CaO 1000° de reaksiyona başlar, fakat MgO ve SiO_2 arasında bu derecede bir birleşme vukubulmaz. Yüksek hararete silis ve MgO iki nevi silikat teşkil ederler :

1. Metasilikat (klinoenstatit, MgO. SiO_2 , %59.9 SiO_2 , %40.1 MgO, erime noktası $1557^\circ C$).
2. Ortosilikat (fosterit, 2 MgO. SiO_2 , %42.8 SiO_2 , % 57.2 MgO, erime noktası $1890^\circ C$).

Periklazın erime noktasının yüksek olması ($2800^\circ C$) dolayısıyla bunun silisle meydana getirmiş olduğu bileşimin de erime noktası nispeten yüksektir. Bu sebeple magnezit tuğlasının ihtiva ettiği silis tatbikatta tuğlanın ateşe mukavemeti bakımından müessir değildir. Fakat magnezit tuğlasının sadece ateşe mukavim olması kâfi olmayıp, aynı zamanda tazyik altında yumuşamağa ve ani hararet tahavvüllerine karşı da mukavim olması lâzımdır ki, her iki bakımdan da silis muzır tesirler yapar.

Periklaz kristalleri ile erimiş fondan silikat kısım arasında, periklazın hararetle değişmemesi fakat silikatın küçülme ve büyümesinden dolayı gerilimler husule gelir ve bu sebeple sıcaklık artınca tuğla zayıflar. Kristaller arasındaki bu bağlar serttir, elâstikî değildir ve tuğlanın hararet değişmelerine karşı mukavemetini azaltır. Buna mâni olunmak için silis bakımından zengin magnezit tuğlaları daha hafif bir pişirmeye tâbi tutularak bağlama dereceleri düşürülür.

Bu, tabîî, tuğlanın ticari imkânlarını azaltır, fakat şekillendirme esnasında daha yüksek pres tazyiki tatbik edilmek suretiyle nispeten bu mahzur da tashih edilmiş olur.

Hernekadar silis magnezitin termik hassalarında menfi tesirler yaratıyorsa da zinternleşme ve periklaz kristalizasyonuna yardım eder. Buna göre, % 3 nispetinde silis ihtiva eden bir magnezit silis bakımından daha fakir cevherlere nazaran daha düşük derecelerde pişirilir. Bundan başka silisli bağlayıcılar muvacehesinde demir oksitin magneziyaferrit teşekkülü daha kolaylaşır. Demir oksit ve Al_2O_3 olmadan silisin yalnız başına $1600^\circ C$ ye kadar magnezite tesirine yok nazarı ile bakılabilir. Eğer magnezit tuğladaki silis miktarı muayyen bir hududu aşarsa — meselâ fazla miktarda serpantin ihtiva eden ve içinde % 20 kadar SiO_2 bulunan Norveç Snarum magnezitlerinde olduğu gibi— bu takdirde tuğlanın bazik cüruflara karşı hassasiyeti süratle artar (16).

Kalsiyum oksidin tesiri : Magnezit tuğla imalinde magnezit cevherinin ihtiva ettiği kalsiyum oksidin serbest halde tuğlaya geçmemesi lâzımdır. Kalsiyum oksit magnesia ile hiçbir birleşim yapmaz ve hava tesirlerine karşı tuğlanın metanetini imha eder. Bu mahzuru yok etmek için kalsinasyon esnasında cevherin hususi olarak kalsiyum oksidi zararsız hale sokacak fondan bir madde ihtiva etmesi lâzımdır. Kalsiyum oksit bu şekilde zararsız hale getirilirken meydana gelen fondan bileşimin tuğlaya zarar vermeyecek bir bileşim olması icabeder.

Kalsiyum oksit SiO_2 ile inaktif hale konulurken dikalsiyum silikat (2 CaO. SiO_2) teşekkül eder. Bu bileşim tuğlanın sağlamlığına menfi tesir icra eder ve tuğlanın ufalanmasına sebebiyet verir. Buna mâni olmak için biraz Al_2O_3 ilâve edilir ve böylece CaO daha stabil bir

birleşim olan CaO. Al₂O₃ halinde bağlanmış olur. Fazla MgO muvacehesinde CaO demir oksitle (meselâ kalsiyum ferrit halinde) stabl bir birleşim yapmaz ve 1300° nin altında yumuşamağa başlar. MgO, demir oksite karşı CaO dan daha aktif olduğundan serbest CaO ayrılmasına sebebiyet verir.

Magnezitin ihtiva ettiği CaO tuğlaya herhangi bir faide temin etmediğinden ve daha çok zararlı tesirler icra ettiğinden muhtelif usullerle mümkün mertebe CaO in temizlenmesi cihetine gidilir (16).

MAGNEZİTİN TEMİZLENMESİ

Kompakt veya kristalin halde magnezit, empürite olarak kalsit, dolomit, kuvars, talk, serpantin, kil, demir v.s. ihtiva edebilir. Refrakter mamuller için kullanılacak magnezitte SiO₂ cüzi ve CaO in bulunmaması icabetmekte olduğundan, bunların temizlenmesi lâzımdır. Muhtelif temizleme usulleri şunlardır :

1. *Tavuklamak yoluyla.* — Cevher ocaktan çıkarılırken renk ve Struktur bakımından magnezitten farklı olan empüriteler işçiler tarafından ayıklanır ve daha saf magnezit fabrikasyona tâbi tutulur. Bu metodun müessir olabilmesi için empürite ile magnezit arasında bâriz görünüş farkları olması lâzımdır. Styrien (Avusturya) magnezit işletmesinde bu usul tatbik edilmekte ve sarımtırak renkte iri kristalin dolomitik empürite bu suretle magnezitten ayrılmaktadır. Bu usulle ancak üç ton ham cevherden bir ton tavuklanmış magnezit elde edilebilmektedir (3). Hindistan'da, Mysore magnezitleri de aynı ameliye ile tatmin edici saflığa irca edilmektedir (15).

2. *Kırma yoluyla.* — Bazı magnezitlerde empüriteler saf magnezit kadar sert olmadıklarından öğütme esnasında daha fazla ufalanarak toza geçerler.

Bu hususiyetten magnezitin kaba olarak temizlenmesinde istifade edilir ve bu suretle SiO₂, Al₂O₃ ve demir muhtevası mühim miktarda azalır (12 ve 1).

3. *Hidratasyon yoluyla.* — Kalsine magnezit, su veya su buharı ile ıslatıldıktan ve birkaç gün bu vaziyette bekletildikten sonra delikli bir silindirden geçirilmek suretiyle kısmen temizlenebilir. Magnezitin ihtiva ettiği CaO hidratlasarak toz haline gelir ve silindirin deliklerinden geçerek daha iri taneli olan zinternleşmiş magnezitten ayrılır ve magnezit kolayca zenginleşmiş olur (3).

4. *Dereceli kalsinasyon yoluyla.* — Magnezit, kalsit ve dolomitten daha aşağı hararet derecelerinde kalsine olur. Cevher, magnezitin kalsine olduğu sıcaklıkta kalsine edilir. Bu esnada magnezit muhtevası sertliğini kaybeder ve daha sert bir durumda olan kalsit, dolomit ve silikatlardan öğütülmek ve klâsifiye edilmek suretiyle ayrılmış olur (13).

5. *Flotasyon yoluyla.* — Magnezit, silisli empüritelere flotasyon yoluyla temizlenebilir. İnce öğütülmüş cevher, asit veya asit tuzları muvacehesinde sodyum silikat, kuvars ve serpantin için depresör ve oleat veya oleik asit magnezit için kollektör olarak kullanılarak flote edilir. Bazı hallerde kreozot yağı kullanmak suretiyle gang da flote edilebilir (10).

Magnezitin, kalsitten flotasyon yoluyla ayrılması mümkün olmakla beraber, tatbikatı güç ve hassasiyet isteyen bir ameliyedir (14).

6. *Sink and float (Heavy-Media) yoluyla.* — Dansiteleri arasındaki farktan istifade ederek magnezit, dolomit ve kuvars gibi empüritelere «sink and float» metodu ile de ayrılabilir.

7. *Kimyevi usullerle ayırma.* — Düşük tenörlü magnezitlerden veya dolomitlerden daha saf magnezyum oksit

elde etmek için kimyevi usuller vardır. Refrakter magnezit imaline tatbikatı ekonomik ve teknik bakımından güç olan bu usuller şunlardır :

A. Ham cevher, magnezyum karbonat tamamen kalsine oluncaya kadar ısıtılır. Bu esnada kalsiyum kısmen dekarbonize olmuştur. Kalsinasyon mahsulü, su ve kalsinasyon ameliyesinden elde edilen CO₂ ile karbonatlaştırılır. Karbonatlaştırma iki merhalede tamamlanır: evvelâ kalsiyumun tamamen karbonatlaşması için pH 10 da ve bunun tamamlanmasından sonra magnezyum hidrokarbonat, MgCO₃. 3 H₂O teşekkülü için pH 7.2 de. Magnezyum hidrokarbonat nispeten büyük kristaller halindedir. Kalsit ise mikrokristalindir. Bu sulu karışımdan magnezyum minerali karboksil kollektörü kullanılarak pH 8 civarında flote edilir ve böylece kalsitten ayrılmış olur. Magnezyum ve kalsiyum konsantreleri kurutulur ve kalsine edilerek oksit hale irca edilir (14).

B. Dolomitten kimyevi usulle magnezit, dolomitin kısmen kalsine edilmesi ve birkaç atmosfer basınç altında CO₂ ihtiva eden su ile muamele edilmesi ile ayrılabilir. Sulu magnezyum karbonat mahlülü kaynatılmak suretiyle çöktürülür (13).

C. Zayıf asitte CaCO₃ inhilâl ettiğinden ve bu esnada MgCO₃ reaksiyona girmediğinden ham cevher sulu tuz asidi, nitrik asit veya asetik asitle muamele edilerek CaCO₃ ayrılır (16).

MAGNEZİTİN TEMİZLENME USULLERİNE AİT BAZI FABRİKASYON ÖRNEKLERİ

Magnezitin temizlenmesi hususunu daha etraflıca anlatabilmek ve operasyonun mahiyet ve cesametini tebarüz ettirmek maksadiyle bazı işletmelerin çalışma tarzı ve bunlarda tatbik edilen usuller aşağıya çıkarılmıştır.

Washington Eyaleti (A.B.D.). — Magnezit, dolomitler içinde masif halde

bulunur ve kaliteyi bozacak şekilde şerit ve adeseler halinde silisli ve kalkerli empüriteleri ihtiva eder.

1943 den önce magnezit elle tavuklamak suretiyle temizlenmekte idi. Heavy-Media konsantrasyon ameliyesinin tatbik edilmesi üzerine bu şekilde temizlemeye nihayet verilmiştir.

Ham cevher aşağıdaki şekilde muamele edilir : Muhtelif ocaklardan havai hat, dekovil ve transportlarla gelen cevher kaba cevher silosunda depo edilir ve muhtelif kırıcılarda kırıldıktan sonra yıkanır ve vibratör tipi eleklerden elenir. Elenen cevherin $1 \frac{1}{2} + \frac{1}{8}$ inç ebadındaki kısmı Heavy-Media konuna ait siloya, $\frac{1}{8}$ inç elek altı ise daha sonraki ameliyeler için bir tarafa istif edilir; Heavy-Media separatöründen elde edilen flot dolomit, kuvars ve sair gang materyeli ihtiva eder ve atılır. Sink kısım ise magnezittir ve silindir veya diğer tip kırıcılardan geçirilerek bu kısımlarla kapalı devre halinde çalıştırılan ince eleklerde elenir. Elek altının ekseri kısmı kalsinasyon fabrikasına sevk edilerek burada demir cevheri ile karıştırılır ve 2900° F derecede kalsine edilir; standart kalsine magnezit klinkeri haline sokulur. Bu klinker daha sonra tekrar kırıcılardan ve eleklerden geçirilerek muhtelif tane büyüklüklerine ayrılır ve böylece muhtelif refrakter tatbikatına hazırlanmış olur.

Doğrudan doğruya kalsinasyon fabrikasına sevkedilmeyen magnezit, Heavy-Media ameliyesinin $\frac{1}{8}$ inç artıkları ile beraber zenginleştirilmek üzere flotasyon fabrikasına gider. Burada evvelâ bilyalı değirmenler vasıtasıyla 65 meş elekten geçinceye kadar öğütülür ve magnezit muhtevası flote edilerek empüritelerden ayrılır. Konsantre magnezit mahsulü koyulaştırılır, filtre edilir ve

döner kurutucuda kurutulur ve kalsinasyon fabrikasına sevk edilir. Kalsinasyonundan sonra sevkiyat için siloda depo edilir (1).

Califomia (A.B.D.). — Kaliforniya magnezitleri kriptokristalin veya amorf tipinde, serpantinlerin tahavvülâtından teşekkül etmiştir. Yataklar, şeritler ve adeseler halinde empüriteler ihtiva etmelerine rağmen magnezitin kendisi safır.

Bu nevi magnezitler kırma ve eleme ameliyelerinden ibaret bir usulle empüritelerden temizlenmektedir. Kalsiyum muhtevası hariç diğer empüriteler magnezit kadar sert olmadıklarından, SiO_2 , Al_2O_3 ve demir empüriteleri $\frac{1}{8}$ inç elek altında konsantre olmaktadır. Bu sebeple bu eleğin altı atılmakta üstünde kalan iri magnezit parçaları kalsinasyon ameliyesine tâbi tutulmaktadır (1).

Quebec (Kanada). — A. Kılmar yataklarının ihtiva ettiği yüksek kalsiyumlu magnezit tabanda kuvars monzonit tavanda serpantin, diyopsit ve kuvarsit arasında bulunmaktadır. Ocaklardan gelen cevher 5 inç büyüklükte kırılmak-

ta ve transportlar üzerinde tavuklamak suretiyle temizlenmekte ve mütecanis bir karışım elde etmek üzere yığınlar halinde bir yerde istif edilmektedir. Buradan alınan karışım kırıcılardan ve kuru bilyalı değirmenlerden geçirildikten sonra, toz haline irca edilmekte ve kalsinasyona tâbi tutulmaktadır. Son zamanlarda kalsine magnezitin kalitesini daha iyi kontrol etmek maksadiyle bir Heavy-Media ünitesi faaliyete geçirilmiştir (1).

B. Wakefield brusit, Mg(OH)_2 , yataklarında brusit $\frac{1}{16} - \frac{1}{8}$ inç büyüklüğünde kalker matrisi içinde dağılmış kaba taneler halinde tezahür eder ve brusit nispeti % 29 civarındadır. Ocaklardan elde edilen cevher kırıcılardan ve öğütücülerden geçirildikten sonra kalsine edilir. Kalsinasyon mahsulü tekrar kırılır elenir ve hidrasyona tâbi tutulur. Bütün ameliye öyle kontrol edilir ki, hidrasyon mahsulü toz halinde kalsiyum hidrat ve taneler halinde manyeziden ibaret olsun. Bu karışım bir hava separatöründen geçirilerek birbirinden ayrılır ve magnezi su ile yıkanır ve eğer tuğla imali için kullanılacaksa kalsinasyona tâbi tutulur (1, 12).

Neşre verildiği tarih 12 Aralık, 1958

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- A. I. M. M. E. (1949) Industrial Minerals and Rocks. *The Maple Press Company*, New York.
- 2 — GOMBER, A.W. (1937) : Magnesite as a Refractory. *J.B. Lippincott Company*, Philadelphia and New York.
- 3 — SEARLES, A.B. (1924): Refractory Materials. *Charles Griffin and Company Limited*, London.
- 4 — NORTON, F.H. (1949): Refractories. *McGraw-Hill Book Company, Inc.*, Nevv York.
- 5 — PALMER, L.A. (1927) : Magnezite Mining in Califomia. *Transactions of the A.I. M. M. E.*, vol LXXV, P. 743, *The Maple Press Co.*, Nevv York.
- 6 — LANGE, N. A. (1949) : Handbook of Chemistry. *Handbook Publishers, Inc.*, Sandusky, Ohio.
- 7 — TAGGART, A. F. (1956) : Mineral Dressing Handbook. *John Wiley and Sons. Inc.*, Nevv York.

- 8 — MITRA, H. K. (1934) : The Manufacture of Refractories from Indian Magnesite. *The Quarterly Journal of the Geological, Mining and Metallurgical Society of India*, vol. VI, No. 1. Calcutta.
- 9 — U. S. TARIFF COMMISSION (1945) : Refractory Magnesia (Magnesite), *United States Government Printing Office*, Washington.
- 10 — KIRK, R. E. and OTHMER, D. F. (1952) : Encyclopedia of Chemical Technology. *The Interscience Encyclopedia, Inc.*, New York.
- 11 — KING, R. M. (1949-1950) : Unpublished class notes on Refractories, *Ohio State University, Columbus*, Ohio.
- 12 — LADOO, R.B. and MYERS, M.W. (1951) : Nonmetallic Minerals. *McGraw-Hill Book Company, Inc.*, New York.
- 13 — DOENER, H. A. and others (1946) : The Bicarbonate Process for the Production of Magnesium Oxide. *Bureau of Mines*, Technical Paper 684, Washington.
- 14 — GAUDIN, A. M. (1957) : Flotation. *McGraw-Hill Book Company, Inc.*, New York.
- 15 — GREEN, A. T. and STEWART, G. H. (1953) : Ceramics, a Symposium. *The British Ceramic Society*, Stoke - On - Trent.
- 16 — KOEPEL, C. (1938) : Feuerfeste Baustoffe. *Verlag von S. Hirzel in Leipzig*.