

Garnir Cevherinde Empüriteler''''

Yazan :

Jack Robert MILLER

(Batteile Memorial Institute

Columbia, Ohio, USA)- -

Demir cevherinin birçokları pik-demir elde etmek için kullanılabilir. Pratikte «demir cevheri» terimi belli bir zaman ve yerde ekonomik olarak pik-demir elde edilmesinde kullanılabilen her türlü demirli ham madde için kullanılmaktadır. Cevher içindeki bütün istenmeyen bileşenler empüriteler olarak adlandırılmaktadır. Fakat demir cevherlerinin mineralojisi bu empüritelerin bilinen cevher zenginleştirme metodları ile kolayca ayıklanmasına imkân vermeyebilir. Bu sebepten empüritelerin cins ve miktarının tesbiti ve buna göre de izabede cevher kompozisyonunu kontrol etmek gereklidir. Değişik yataklardan elde edilen cevherlerin yapısal ve mineralojik farkları yüzünden empüriteleri yok etmek veya belli bir düzey altına düşürmek için birbirinden çok farklı zenginleştirme metodları ortaya çıkmaktadır.

Demir cevherinin ön zenginleştirmesinde amaç empüriteleri minimize etmek ve böylece hem nakliye masraflarını düşürmek ve hem de izabeye girecek olan ham malzeme için bir optimum kalite elde etmektir. Gün geçtikçe daha fazla demir cevheri bu şekilde bir ön zenginleştirmeye tabi tutularak veya birbiri ile karıştırılarak demir endüstrisinin gerektirdiği kalite standartlarına uydu olarak kullanılmaktadır.

Silis, alümina ve kalker gibi bazı empüriteler diğer empüriteleri ergimiş demirden ayırmada faydalı olurlar.

* Bu yazı «Survey of World iron Ore Resources» (United Nations New York 1970) isimli kitaptan Dr. Tuncel Yegülalp (M.T.A.) tarafından tercüme edilmiştir.

Buna rağmen demir üreticisi yüksek tenörlü ve impürites' az olan cevherleri kullanır bu faydalı impüriteleri gerektiği zaman kontrollü bir şekilde ilâve etmeyi veya impüriteleri belli cevherleri karıştırmayı tercih eder.

Bu sebepten bazı özel durumlar dışında, demir cevheri içindeki elementer demir «impürite» sınıfına sokulmaz. Dünya piyasasında demir cevheri fiyatları cevherdeki elementer demir muhtevasına bağlıdır. Diğer taraftan diğer kimyasal bileşikler oranındaki değişmelere göre prim veya ceza kuralları uygulanması gelenek haline gelmiştir. Bu uygulama son yıllarda fiziksel özellikler için de yapılmaya başlanmıştır.

Cevher hazırlama metodları ile bir çok cevherlerde demirle beraber bulunan kimyasal bileşiklerin çoğunu elimine etmek mümkündür. İstenmeyen silis, killer ve diğer bazı bozucu unsurlar sadece yıkama veya biraz daha ileri zenginleştirme teknikleri ile (örneğin, ağır sıvılarla ayırma, flotasyon veya manyetik ayırma gibi) cevherden ayrılabilir. Fiziksel yapıdaki geliştirme için cevherler kırılır, elenir, genellikle sinter peme, peletleme nodülize etme veya briketleme ile aglomere edilir ve ekseriya mekanik olarak birbirî ile karıştırılır. Elenmiş veya aglomere edilmiş halde tane iriliği fazla değişmeyen demir cevheri yüksek fırın randımanına faydalı tesirler yapar ve demir istihsal oranını arttırır.

Genellikle demir cevherinin bozucu, demir taşımayan unsurları çelik yapımında prob-

lemler doğurur. Buna rağmen bunların bazıları belli şartlar altında faydalı tesirler meydana getirebilir. Aşağıda demir cevherlerinde en çok rastlanan kimyasal bileşenlerin önemli açıklanmıştır.

Ana bileşenler :

Demir bileşikleri :

Yüksek fırında kullanılan demir cevherlerinde demir muhtevası % 30 dan j% 71'e kadar değişmektedir. Fakat bir demir cevherinin değeri sadece demir muhtevasına bakılarak tayin edilemez. Cevher içinde demirin ne şekilde bulunduğu kadar cevherdeki uçucu maddelerin miktarı ve muhtelif cüruf yapıcı bileşiklerin oranı da dikkate alınmalıdır. Hematitler, genel bir kural olarak manyetik nazaran daha fazla oksijen ihtiva etmelerine rağmen fırında daha kolay indirgenebilirler. Yoğun manyetitler önceden oksidan bir atmosferde kavrulup hemen hemen saf ferrik oksit haline geldikten sonra daha kolay indirgenebilirler. Bu sebepten ince taneli manyetit konsantrasyonlarının sinterieme, aglomerasyon veya peletlenmesinde manyetitin yüksek derecede bir oksitlenme seviyesine ulaşması önemli olmaktadır.

Diğer taraftan, semitakonit cevherinin büyük bir kısmı ve diğer manyetik olmayan demirli formasyon maddeleri kavurma ile hematitin manyetit haline dönüştürülmesinde indirgeyici bir atmosferde daha iyi sonuç vermektedirler. Bu şekilde elde edilen manyetit öğütülür ve manyetik metodlarla silisli gang'tan ayrılır. Bu metodla elde edilen konsantreler % 62-67 demir ve % 5-9 silis ihtiva eder. Bunlar apıomere edildiği zaman fırında aranan iyi kaliteli bir hammadde haline gelir. Manyetik- kavurmada gerekli ısı miktarı genellikle bu prosesin ekonomik olmamasına sebep olduğu halde bunun aksini iddia edenler de mevcuttur. Manyetik kavurma Sovyetler Birliği'nde bir tesiste halen tatbik edilmektedir. Bu tesis Krivoi Rog yatağından elde edilen okside demirli kuarsiti işlemektedir. İtalya'da piritlerden kükürt elde edilmesinden sonra geriye kalan sıcak demir oksit manyetit haline getirilip sonra manyetik seperasyonla konsantr edilmekte-

dir. Bu ikinci örnekte kükürt istihsalinden sonra artan demir oksitin sıcaklığı bunu takib eden prosede gerekli ısı ihtiyacına önemli bir katkıda bulunmaktadır.

Fazla miktarda demir silikat mineralleri ihtiva eden cevherler düşük derecede okside oldukları için yüksek fırında indirgenmeleri güçtür. Götite ve karbonatlı cevherler yüksek fırının üst kısmında ayrılabilen su ve karbon dioksit ihtiva ederler. Bunlar, kavurma veya sinterieme ile ayrılabilirler, böylelikle cevherdeki demir yüzdesi arttırılmış ve fırındaki yakıt sarfiyatı da azaltılmış olur.

Değişik oranlarda demir ihtiva eden cevherleri mukayese etmek için etkin yollardan birisi 1 ton pik-demir istihsalı için teşekkül eden cüruf miktarını tahmin etmektir. Bu tahminde yakıtın bıraktığı külün ve cüruf teşekkülü için ilâve edilen kalker veya yanmış kirecin de hesaba katılması gerekir. Cevherdeki silis oranı fırında meydana gelen cüruf miktarını önemli derecede etkiler. Cevherdeki silis miktarının % 1,5 düşmesi cüruf hacminde ton başına 65 Kg. ılık bir düşmeye sebep olur. Batı Almanya'dan, İngiltere'den ve Kuzey İrlanda'dan derlenen istatistik değerler göstermektedir ki 1 ton pik-demir için elde edilen cüruf miktarında 100 Kg. ılık bir artma yakıt sarfiyatını ortalama olarak ton başına 40 Kg. kok veya bunun eşdeğeri kadar arttırmaktadır. Kanadada elde edilen son bilgilere göre ton başına 100 Kg. cüruf azalması 31 Kg. ılık kok tasarrufuna sebep olmaktadır. Buna paralel olarak Birleşik Amerika'daki deneysel çalışmalarda da aynı miktar cüruf için, 29 Kg. kok tasarrufu olacağı anlaşılmıştır. Bu değerler, tabiidir ki, bir çok faktörlere bağlıdır. Örneğin, fırın sıcaklığı, cüruf bileşimi, kayıtsız şarj içindeki kalker miktarı ve cüruf için kalker veya yanmış kireç kullanılması gibi.

Fırının yakıt sarfiyatının az olması için cevher yüksek tenörlü olmalı ve dolayısıyla daha az cüruf husule gelmelidir. Yüksek fırınlarda elde edilen cüruf azalmaktadır. Bunun nedeni sadece yüksek tenörlü cevher kullanmada değildir. İzabeciler büyük bir kısmı fazla kükürt ihtiva etmeyen kok kullanmakta ve kok miktarını da azaltmaktadırlar.

Kükürdün azalması ile cüruf miktarı arasında da bir korelasyon mevcuttur. Buna rağmen minimum bir cüruf miktarı da istenen bir husustur. Örneğin, % 0,8 den fazla kükürt ihtiva eden koklar için ton başına 250 Kg'dan daha az bir cüruf miktarı yeterli derecede bir kükürtten arınma sağlayamamaktadır. Bu şekilde olan sınırlamalar gözönüne alındığı zaman görülmektedirki çok az cüruf-la çalışma halinde tatminkâr bir seviyede kükürt muhtevası olan pik-demir istihsalinde gerek yakıtsız şarjın saflığı için 'hakiki bir üst limit olamayacağı anlaşılmaktadır.

Yakıtın çok az kükürt ihtiva ettiği odun-kömürü fırınında, cevher çok az kükürt ihtiva ediyorsa çok az cüruf-la çalışmak mümkündür. Odun kömürü fırınlarında yüksek tenörlü sinterlenmiş manyetit konsantresi ile yüksek kaliteli pik-demir elde edildiği ve ton başına ancak 100 Kg. lık bir cüruf elde edildiği bilinmektedir. Bu halde bile daha az cüruf-la çalışılırsa cüruf ve pik-demir kompozisyonunu kontrol etmek zorlaşmaktadır.

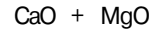
SÜİs :

Silis, demir cevherinin en önemli gang malzemelerinden birisidir, Alümina ile birlikte izabe sırasında asit cürufunu ana bileşeni teşkil eder. Silis, kuvars halinde, klorit, grönal, amfibol ve proksenler gibi demir-alüminyum silikatlar halinde; veya kil mineralleri halinde bulunabilir. Kuvars olarak bulunan silis bir çok cevherlerden cevher zenginleştirme metodları ile kolayca ayrılabilir. Fakat demirce zengin silikatların büyük miktarda mevcudiyeti halinde klasik metodlarla silis ayırması önemli miktarda demirin ziyan edilmesine yol açar.

Yıllardır yapılan araştırma ve deneyler sonucunda bir çok düşük tenörlü demir cevherlerinden ekonomik olarak silisin ayrılması ve iyi kalitede bir fırın girdisi olabilen bir konsantre elde edilmesi için metodlar geliştirilmiştir. Bu metodların hepsi silis tanelerinin demir oksitten ayrılabilmesi için ince öğütmeyi gerektirir. Burada tane iriliği cevher içinde mevcut bileşenlerin tane iriliğine bağlı olarak değişir. Demir cevherlerinin zenginleştirilmesinde değişik prensiplere

dayanan değişik metodlar başarı ile kullanılmaktadır. Bu metodlardan klasik olanları jig ile ayırma, ağır sıvılarla ayırma, flotasyon ve manyetik ayırma metodlarıdır. Her metod, ayırmaya tabi tutulan cevherde mevcut minerallerin bazı özelliklerinden faydalanmaktadır. Silisin cevher zenginleştirme metodları ile ayrılamadığı hallerde ayırma ancak izabe safhasında cüruf yapıcı malzemenin uygun oranlarda karıştırılması suretiyle mümkün olur. Demir istihsalinde kullanılan demir cevherleri her zaman bir miktar silis ihtiva ettikleri için bunun bir kısmı her zaman izabe sırasında cüruf ve metal kok üzerinden geçerken silisyuma dönüşür. Böylece teşekkül eden silisyum metal içinde çözünmüş olur.

Cevher fazla miktarda silis ihtiva ediyorsa, büyük miktarlarda cüruf teşekkül eder. Bu, kısmen doğrudan doğruya silisten kısmen de silisi nötralfize için katılan kireçten meydana gelir. Fırında fazla cüruf yakıt sarfiyatının artmasına sebep olur. Yakıt sarfiyatı kirecin kalker formunda katılması ile kalkerin karbon dioksit ve sönmemiş kireç haline gelmesi için gereken ısı ihtiyacı yüzünden daha da artar. Cevher içindeki silisi nötralfize edecek kireç miktarını tahmin etmek için cürufun aşağıdaki gibi tarif edilen baziklik derecesinden başlamak gerekir :



Cevher içinde bulunabilecek silis miktarı uygun cüruf hacmine göre hesaplanır. Buda öncelikle şarj içindeki kükürt ve ikinci derecede ergimiş demiri alabilmek için yeterli cüruf sıvısı miktarına göre değişir. Uygun olarak dengelenmiş bir şarj (yakıt hariç) ile bu şartları yerine getirmek hiç de zor değildir. Fakat uygun bir cüruf hacmi için gerekli silis miktarını hesaplarken kok içindeki kükürtten başlamak gerekir. Çünkü kok normal olarak şarj içindeki kükürdün başlıca kaynağını teşkil eder. hesaplarda şarjın alümina yüzdesi ve kireç - silis oranı da gözönünde tutulmalıdır.

Bir çok fakir cevherler fazla miktarlarda silis ihtiva ederler ve bu yüzden fazla miktarlarda kireç kullanmak gerekir. Bunlar o

kadar fazla cüruf meydana getirirlerki demir istihsali için sadece bu tip cevherden meydana gelen bir şarj kullanmak ekonomik olmaz. Böyle cevherler, eğer mümkünse, zenginleştirilmelidir. Düşük tenörlü manyetit cevherleri kural olarak, zenginleştirildiğinde iyi sonuçlar alınır, Kanada, Norveç, İsveç, Sovyet Rusya ve Birleşik Amerika ve bazı başka memleketler % 25 - 35 demir ihtiva eden manyetit ve takonitlerin işletilmesi olağan hale gelmiştir. Bazı fakir hematitler, götitler ve karbonatlı cevherlerin zenginleştirilmesi daha güçtür. İngiltere, Fransa ve Batı Almanya'da Minette tipi cevheri olan büyük yataklar vardır. Bunların bazıları için zenginleştirme metodlarını geliştirmek üzere yoğun bir araştırma faaliyeti yapılmıştır. Örneğin, özellikle Fransa'da Lorraine'deki asit minetteler ve Batı Almanya'daki Salzgitter cevheri için böyle çalışmalar yapılmıştır. İngilteredeki Minette tipi cevherlerin de zenginleştirilmesi güçtür.

Zengin cevherlerle veya hurda ile karıştırılarak da fazla silisli fakir cevherlerin zenginleştirilmeden kullanılması mümkündür. Örneğin, İngiltere, Fransa ve Batı Almanya'daki fakir cevherler İsveç'ten ithal edilen zengin cevherlerle karıştırılabilir. Fakir, cevherler kireçli cevherlerle karıştırılabilir ve böylece kendi kendine ergiyen (Self - Fluxung) bir şarj elde edilebilir. Bu metod örneğin Lorraine'de kullanılmaktadır. Burada biri silisli öbürü kireçli iki minette karıştırılmaktadır. Bu Metod İngiltere'de Froding Ham'da o/o 20-21 demir ihtiva eden kireçli cevherler için kullanılmaktadır. Bu cevher 100°Cde kurutulduğu zaman demir muhtevası % 25 olmaktadır. Böyle cevherlere demirli kalkerler de denebilir.

Zengin ve fakir cevherleri karıştırmak veya cevheri zenginleştirmek imkanı yoksa fırındaki cüruf miktarı daha az kireç kullanmak ve bazıklığı 1,2 nîn altında olan asit bir cürufu çalışmakla azaltılabilir. Kok kullanan fırında bu, pik demirinin fazla kükürtlü olmasına sebep olur. Bazıklığı 1,1-1,2 olan bir cürufu (bu cevher için normal olarak 1,5-1,7 olması gerekirken) Thomas pik-demirinde % 0,5 -1 kükürt ve % 0,3 - 0,4 silisyum olmaktadır (İngiltere'de Corby'de oldu-

ğu gibi). Bu kükürt miktarı, pik demiri kepçede iken sıcak metal karıştırıcısına ulaşmadan % 0,7 soda külü ve % 0,4 kalker tozu ile ve karıştırıcıyı terkettikten sonra da % 0,5 soda külü ile desülfirize etmek suretiyle % 0,06'ya düşürülebilir.

Alümina :

Alumina genellikle demir cevherlerinde silisten çok daha az miktarlarda bulunur. Alüminanın büyük bir kısmını taşıyan killer yıkama ile ayrılır. Fazla alumina ihtiva eden cevherler ısladıkça kil yapıştığı için yükleme ve taşımada problemler ortaya çıkarır. Alümina nadiren fırında ergitici olarak kullanılır fakat bir çok cevherlere empurite olarak mevcuttur. B usebepten cürufa geçer. Burada alüminanın Amfoterik davranışı asit veya baz fonksiyonu yapmasını sağlar. Fazla silisli cüruflarda alümina silikat olarak, diğer taraftan bazik cüruflarda,, fazla kireç olduğu zaman, kalsiyum alüminat olarak bulunur. Her iki halde de cürufun önemli bir bileşeni olur. Cüruf viskozitesi bakımından, gösterilmıştirkl (Moleküler konsantrasyona dayanarak) alüminanın silika eşdeğeri, alümina -kireç oranına tesir eder.

Kok kullanan bir fırında cürufun alümina muhtevası çok düşük olmalıdır. % 10-15 alümina bazik cürufun akışkanlığını artırır, ve böylece daha bazik ortamda çalışmaya ve kükürdün ayrılmasına imkân verir. Cevher alümina bakımından zengin ise cürufun içindeki alümina % 25 - 30 gibi yüksek oranlara çıkabilir. Böyle bir cüruf fırında gereken akışkanlığı sağlamak için daha fazla ısıyı gerektirir ve bu sebepten fazla alümina ihtiva eden cevherler en iyi olarak Bessemer pikli veya döküm piki yüksek silisli pik istihsalinde kullanılır. Böylece alüminaca zengin cevherler örneğin Hindistan'da kullanılmaktadır. Sovyet Rusya'da Magnitogorsk'da ve İngiltere'de bazı yerlerde fırınlar cürufta % 20 den fazla alümina ile çalıştırılmaktadır.

Eğer cüruftaki alümina miktarı daha da fazla ise (% 40-45) muhtemelen % 44 alümina, % 49 kireç ve % 7 silis ihtiva eden kalsiyum alüminat cürufları elde edilir. Bunların ergime noktaları nisbeten düşük ve akışkanlıkları da tatminkâr derecededir. Böyle

cüruflar çimento ve alüminyum endüstrisinde kullanılabilir, bazen boksitin kok ve kireçle yüksek fırında veya elektrik fırınında izabesi ile elde edilir ve yan ürün olarak pik elde edilir.

Cüruftaki alümina az ise düzen desülfirasyon gücü magnezyum mikasının arttırılması ile bir dereceye kadar giderilebilir. Cürufta % 8 veya daha az alümina için % 20'ye kadar magnezya tesirli olmaktadır. Cürufta belirli bir alümina muhtevası için belli bir cüruf bazikliğinde en düşük ergime sıcaklığını sağlayan magnezya miktarı optimum miktardır. Bazikliğin ve alümina miktarının artması ile cürufun düşük ergime sıcaklığını temin edebilecek magnezya miktarının değişme aralığı da daralır.

Kireç:

Magnezya ve kireç bazik cürufun başlıca bileşenleridir. Bir çok cevherlerdeki kireç miktarı % 10'un çok altındadır. Fakat bu miktar % 15-20 civarında ise cevhere kendi kendine ergime özelliğini verir. Demir cevherlerinde kalsit veya kompleks silikatların ve alümina silikatların bir parçası olarak bulunan kireç izabede cüruf yaptığı için istenen bir unsurdur. Bunun fonksiyonu kok külü, cevher gangı, ve diğer sarp empüriteleri ile birlikte sıvı bir cüruf teşkil etmek yani pik içindeki cürufu kontrol edecek bir kimyasal bileşik meydana getirmektedir. Kendi kendine ergiyen cevherden meydana gelen sarf dışında, kalker izabe prosesinde genellikle kireç ihtiyacını sağlamak için şarja katılır.

Magnezya :

Cürufun diğer önemli bileşeni de magnezya'dır. Demir cevherlerinde genellikle az miktarlarda bulunur. Normalin üstünde alüminadan dolayı cürufun artan viskozitesi ekseriya magnezya miktarı arttırılarak giderilebilir. Bu özellikle demir cevheri alümina - silis oranı Tin üzerinde olduğu zaman tesirlidir. Fakat, fazla alümina cürufu öldürür, böyle durumlarda sıcaklık normalin üstündeki derecelere çıkartılarak cüruf akışkanlığı sağlanır. Bu prosesin randımanını yükseltmek için bazen kalsiyum magnezyum karbonat yani dolo-

mit şarja karıştırılır. Fakat eğer fazla kükürt varsa kalker tercih edilir.

Manganez Oksitleri :

Manganez demir cevherinde çeşitli oksitlerinden biri halinde fakat bazan bir alümina silikata bağlı olarak bulunur. Genellikle fırına verilen cevherdeki manganezin % 70-75'i pik demire geçer, Pik istihsalinden sonraki rafinasyon sırasında bu manganezin çoğu alınabilirse de yine de nihai mahsule küçük bir miktarı geçmiş olur.

Demir cevherlerindeki manganez miktarı çok azdan çok fazlaya kadar geniş bir değişkenlik gösterir. Eğer manganez demirin 8 misli ve silis % 8 den az ise cevherden % 80'e kadar manganez ihtiva eden Ferro-Manganez elde edilir.

Çelik istihsalı için kullanılan pik demiri % 0,5-2,5 kadar manganez ihtiva eder. Fırında zengin cevherlerdeki manganezin % 70-75'i ve fakir cevherlerdekinin ise ancak % 50-60'ı kazanılabilir. Gereği kadar yüksek manganez ihtiva eden cevherlerden yüksek fırında % 10-30 manganez ihtiva eden Spiegel demiri elde edilebilir.

Tali bileşenler :

Yukarıda sözedilen bileşenlerden dördü (silis, alümina, kireç ve magnezya) fırında cüruf yapımında gereklidir. Beşinci bileşen yani oksit büyük miktarları metal haline dönüştüğü için daha ziyade özel bir bileşen olmaktadır. Silisin de küçük bir kısmı silisyum halinde pik demire geçmektedir.

Demir cevherleri içinde bulunabilen diğer kimyasal bileşiklere talı bileşenler denir. Bunlar indirgenme prosesi sırasındaki reaktivite temayüllerine göre üç grupta toplanır.

a) Fırında hiç bir zaman indirgenmeyen ve dolayısıyla demir üzerinde hiç bir tesiri olmayanlar. Bunlar, Na₂O, K₂O ve diğer alkali ve alkalin toprak elemanların oksitleri gibi kimyasal olarak aktif elemanların bileşikleridir.

b) Fırında kısmen indirgenen impüriteler. Bunlar, sülfatlar, selenatlar, TiO₂; Krom, Vanadyum, kobalt, kolumbiyum, zirkonyum, ve bazı nadir elemanların bileşikleridir.

c) Fırında her zaman tamamen indirgenen impüriteler. Bunlar içine bütün arsenik ve fosfor bileşikleri girer.

Fosfor :

Granüler apatit halinde yüksek miktarlarda fosfor ihtiva eden bazı demir cevherleri kolaylıkla düşük fosforlu demir konsantrasi haline getirilebilirler. Fakat diğer cevherlerde fosforlu mineralleri konvansiyonel metodlarla ayırmak çok zor veya imkânsız olmaktadır. Düşük fosforlu demir cevherleri, asit Bessemer fırınında elde edilen ve ilâve bir defosforizasyon muamelesine tabi tutulmayan düşük fosforlu çelik için gerekli pik demirin istihsalinde aranır.

Demir cevherindeki fosforun hemen hepsi fırından doğrudan doğruya geçerek pik demirin içine girer. Metal içindeki fosforu kontrol etmenin tek yolu şarj içindeki fosfor miktarının sınırlandırılmasıdır. Asit çelik imalatında fosfor çelikten ayrılmaz ve bu yüzden çelikte ayrıca bir defosforizasyon prosesi uygulanmadıkça düşük fosforlu çelik yapımında kullanılacak pik için demir cevherinde % 0,045 den fazla fosfor bulunmamalıdır. Diğer taraftan bazik çelik yapımı pratiğinde defosforizasyon karbonun alınması sırasında veya bundan sonra husule gelir. Defosforizasyon dekarbonizasyon'a nazaran yüksek sıcaklıklarda daha iyi olduğundan metalin yüzey sıcaklığının çok yüksek olduğu oksijen fırınında defosforizasyon dekarbonizasyon sırasında husule gelir. Normal olarak bazik Bessemer ve bazik open-hearth pratiğinde defosforizasyon ancak karbonun metalden ayrılmasından sonra yapılır. Bunun nedeni prosesin ilk safhalarında sıcaklığın çok düşük olması ve bu yüzden içinde fosfor pentoksitin çözülebileceği bir ergimiş bazik cürufun oluşmamasıdır. Çelik yapımında fosforun gösterdiği bu özellik demir cevherlerinin fosfor muhtevasına göre sınıflandırılmasına yol açmıştır. Fosforu yaklaşık olarak % 0,06 nm üzerinde olan cevherler «bazik» veya «bessemere elverişli olmayan» cevherler olarak sınıflandırılırlar. Bu değerden az fosforlu cevherlere «bessemer» cevherleri denilir. Bessemer metodu ile elde edilen sıcak

metal talebinin azalması yüzünden Bessemer ve bessemere elverişli olmayan cevherler arasında yapılan ayırma da önemini kaybetmiştir. Bessemer ve Bessemere elverişli olmayan pik demirlerindeki fosfor limitleri çelik yapan memleketlere göre az çok değişmektedir.

Çelik yapımında Thomas veya Bazik Bessemer metodunun kullanılması halinde pik demirindeki fosfor % 1.7-2.0 olmalıdır. Bu yüzden cevher her demir yüzdesi için % 0.02 fosfor ihtiva etmelidir. Yani fosfor % 30 demirli bir cevherde ,% 0.6 ve % 60 demirli bir cevherde de % 1.2 olmalıdır. Cevherin fosfor yüzdesi bu değerlerin çok altında ve bu cevheri fosforu fazla olan cevherle karıştırıp kullanma olanağı yoksa içinde % 18 fosfor oksit bulunan Thomas cürufunun bir kısmı yüksek fırına geri verilerek pikteki fosforun artırılması sağlanır.

Open - Hearth metodunda pik demirin fosforu % 0.03 den başlayıp % 1,5'un üzerine çıkabilir. Fazla fosfor diğer taraftan bazı kayıplar doğurur. Fazla fosforun elimine edilmesi için daha fazla kireç gerekir ve böylece cüruf ve yakıt artması olur ve sonuç olarak çelik üretimi azalır.

Kükürt :

Kükürdün kaynağı sadece cevher değildir. Kalker ve bilhassa kok kükürt getirir. Cevherlerde kükürt, pirit,, pirotit, markasit ve daha nadiren jips ve barit olarak bulunur. Çok küçük miktarları bile pik demirine ve bundan elde edilen çeliğe zararlıdır. Sülfür mineralleri bazı cevherlerden zenginleştirme metodları ile ayrılabilir. Yüksek fırında şarj içine konan kalker kükürdün atılması için şarjın geri kalan (yakıt hariç) kısmı ile dengelenir.

Gazlarla ancak şarj içindeki kükürdün küçük bir kısmı atılabilir. Geriye kalanı kükürt cüruf ve pik demiri arasında paylaşılır. Kükürdün tatminkâr bir şekilde atılması için demir oranı az bazik bir cüruf, yüksek sıcaklık ve fazla miktarlarda cüruf yapımı gerekir. Kükürdün bu şekilde ayıklanmasını sınırlandıran faktörler sıcaklık ve bazik oksitlerin

yani magnezyum ve kirecin asit oksitleri yani silis ve aiüminaya oranı olmaktadır. Pik demiri içinde yüksek silisyum tercih edilir, ayrıca yüksek manganez oranı da bir avantaj olarak kabul edilir.

Bazik yüksek fırın cürufunda maksimum kükürt miktarı % 3 civarındadır. Cüruftaki kükürt yüzdesinin pikteki kükürt yüzdesine olan oranı ise bazikliği 1.2 olan cüruflar ve pikteki silisyum yüzdesi % 0.5 ise 15 den cüruf bazikliği 1.7 ve silis yüzdesinin % 3 olması halinde 170'e kadar değişir.

Endüstride pik demirin desülfirizasyon pratiği ya kepçede soda külü ve kireç tozu veya kalsiyum karbür ile veya döner bir tambur içinde katı kireç, ve soda külü ile muamele etmek şeklinde olmaktadır. Eğer cevherdeki kükürt yüksek fırın ve bunu izleyen safhada ayrılamıyacak kadar çok ve bu yüzden problemler yaratıyorsa cevher oksidan bî atmosferde kavurma, sinterieme, aglomerasyon veya peletlemeye tabî tutularak kükürt kısmen alınır ve daha sonra yüksek fırına gönderilir.

İnce taneli cevher veya konsantrenin sinterleştirilmesi çok etkili bir kükürtten temizleme tekniğidir. Pirit gibi fazla kükürtlü cevherlerin kükürt yüzdesi bu teknikle % 0.01'in altına düşürülebilir. Burada kükürt yakıt görevini de kısmen yaptığı için yakıt harcaması da az olur. Bu özellikten faydalanılarak sinter yapılırken yakıt yerine çok ince öğütülmüş demirli pirit kullanılabilir ve yine de düşük kükürtlü bir sinter elde edilir. Bu şekilde pirit içindeki demirde sinter içindeki demiri arttırıcı bir katkıda bulunur.

Titanyum :

Titanyum demir cevherlerinde ilmenit ($FeTiQ_3$) ve rütil (TiO_2) olarak bulunur.

Yüksek fırında titan oksitlerinin büyük bir kısmı indirgenmeden cüruf içinde kalır ve burada silisin yerini kısmen alır. Az miktarda Titanyum indirgenir, özellikle yüksek sıcaklık varsa, pik demire geçer. Titanyum kuvvetli bir karbür yapıcı elemandır ve Titanyum karbür ergimiş pik demirde gayet

az çözünür. Eğer pik içerisindeki Titanyum belli bir miktarın üzerine çıkacak olursa serbest Titanyum karbür kristalleri teşekkül eder. Bunlar cürufun ve pik demirin viskozitesini arttırır ve pik'in alınmasında problemler doğurur. Titanyum karbür yüksek fırın içinde katı aggregalar teşekkülüne ve işleme problemlerinin artmasına yol açar.

Eğer cevherde ortalama $TiOFe$ % 1-2 den az ise, (bu da % 3-8 den az $TiQ>$ ihtiva eden bir cürufa tekabül eder) bu cevher alelade yüksek fırında herhangi bir problem yaratmadan kullanılabilir. Birleşik Amerika'nın Adirondack Mountain yatağından elde edilen manyetit cevheri bu tipte olan titanlı bir cevherdir. Bu cevherde $TiQa$ %! den % 5'e kadar değişmektedir.

Pik yapımında kullanılan elektrik fırınlarında $TiOFe$ nisbeti herhangi bir problem yaratmadan bu miktar daha yüksek tutulabilir. Norveç'te % 3 TiO_2 ihtiva eden cevherden elektrik fırınlarında pik elde edilmektedir. Buna tekabül eden cüruf içerisinde % 10 TiO_2 , % 42 kireç, ve % 25 silis bulunmaktadır. Pik içinde ise % 0.3-0.5 titanyum vardır. Eğer pikteki titanyum miktarı % 0.5'in üzerine çıkacak olursa viskozite çok artar ve ergimiş pik'in akıtılmasında güçlükler ortaya çıkar.

Eğer titanyum indirgenmesi îfî bir şekilde kontrol edilip çok fazla titanyum karbür meydana gelmesine engel olunablinirse, cüruf içinde fazla titanyum bulunması başlı başına bozucu bir faktör olmaz. Yapılan denemelerde % 55 demir ve % 13 TiO , ihtiva eden cevherler için elektrik izabesinde başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu denemelerde cüruf % 28-35 TiO_2 ihtiva etmekte ve 1300-1400°C sıcaklıkta iyi bir akışkanlık göstermektedir. Pik içinde % 4 karbon % 0.18 silisyum ve % 0.15 Titanyum mevcuttur.

Bir çok demir kamu yataklarında % 10 TiO_2 mevcuttur. Bunların elektrik izabesi ile pik yapımı için kullanılması mümkündür. 1967 de Yeni Zelanda'da % 8 $TiOz$ ve % 58 demir ihtiva eden demir kumlarını işleyecek bir entegre çelik tesîsî kurulmasına başlanmıştır. Bu tesîsde ilk fazda döner fırın tîpî

direkt indirgeyici elektrik izabesi metodu ile 750.000 ton pik demiri yapılacaktır. Tesis 1971 yılında istihsale geçmiş olacaktır.

Japonya'da bir tesiste titanlı demir kumlarından saf titanyum elde edilmektedir. Demir kumu elektrik fırınında odun kömürü ile indirgenmekte ve bundan pik ve titanyumu bol cüruf elde edilmektedir. Bundan sonra sinterleme ve kimyasal bir prosesle saf titanyum elde edilmektedir.

Bazı hallerde, ilmenitin büyük bir kısmı manyetitten cevher hazırlama teknikleri ile ayrılabilir. Fakat genellikle iyi ayırma için çok ince tane iriliğine kadar öğütmek gerekir. Titanyumu % 1-3 civarında olan demir cevherleri elektrik çelik fırınında daha sonra yeniden muamele edilmek üzere sünger demir yapımında kullanılırlar. Çelik yapımında TiQ nin hepsi cürufa geçer ve zararlı olmaz.

Vanadyum :

Vanadyum genellikle titanlı manyetit cevherlerinde bulunur. Yüksek fırında indirgendiği zaman cevherin içindeki vanadyumun % 70-90'ı pik demire geçer. Eğer demir içinde fazla titanyum veya silisyum yoksa Bessemer metodu ile rafine edilirken vanadyum kolayca oksitlenir. Buradan vanadyumca zengin bir cüruf elde edilir. Bu cüruf ferrovanadyum yapımı için önemli bir metalurjik ham maddedir. Norveç'te % 0.7 vanadyum den pik yapılmaktadır. Elde edilen demir oksit ihtiva eden sinterlenmiş cevherden pik yapılmaktadır. Elde edilen demir % 0.7 vanadyum ihtiva eder.

Burada asit cidarlı konverterdeki ilk üflemeden sonra metaldeki vanadyum sadece % 0.05-% 0.15 olmakta ve % 15 vanadyum oksit ihtiva eden katı bir cüruf elde edilmektedir.

Çinko :

Bazı demir cevherlerinde ve pirit cürufu içinde küçük miktarlarda çinko bulunur. Eğer çinko miktarı % 0.2 nin altında ise bu cevher veya cüruf yüksek fırında kolaylıkla kullanılabilir. Pik ve cürufta çinko bulun-

maz. Çinko bileşikleri fırın bacasının alt kısımlarında indirgenerek gaz ile birlikte küçük çinko veya çinko oksidi parçaları halinde uçar. Buna rağmen, genellikle yüksek fırın ham maddeleri içinde bulunduğu zaman çinko bir çok problemlere yol açabilir.

Çinko miktarı % 0.2 nin üzerine çıktığı zaman problemler ortaya çıkmaya başlar. Bu problemler arasında yüksek fırının yukarı kısmında cidarlarda, şarj cihazı üstünde gaz ventlerinde kalın çinko oksidi tabakalarının teşekkül etmesi ve zamanla küçük geçitleri tıkayıcı olması ve gazların rahat kaçışına önemli derecede engel olması zikredilebilir. Gaz halindeki veya kondanse çinkonun gaz içindeki karbon dioksit ile fırının yüksek kısımlarında okside olması ile çinko oksit meydana gelir.

Çinko oksit aynı zamanda fırının ateş tuğlası içindeki alumina ile birleşip tuğlanın şişmesine sebep olur. Çinko buhar fazında tuğlanın içine girebilir ve tuğlanın ayrışmasına sebep olur.

Batı Almanya'da % 44 demir ve % 8 çinko ihtiva eden sinterlenmiş çinkolu pirit cürufu kok tozları ve sönmemiş kireç ile karıştırılıp döner fırında kömür tozu alevi ile ısıtılmaktadır. Demir ergimiş pik haline gelmekte ve çinkoda bir elektrik-gaz temizleme tesisinde çinko oksit olarak kazanılmaktadır. Bu sistem tesirli bir şekilde çalışmakta fakat kömür/ kok tozu, ve kalker tüketimi çok yüksek olmaktadır. Demirin kükürdü % 0,01'in altında olmakta ve kuvvetle bazik olan cüruf gübre olarak kullanılabilir.

Bakır :

Bakır genellikle demir içinde Manyetit yataklarında kalkoprit olarak bulunmaktadır. Şarj edilen cevher içindeki bakırın hemen hemen tamamı pik demire geçerse çelik yapımında bakır ayrılamaz. Bakırlı demir cevherleri demir yapımında kullanılırken kalkoprit önceden flotasyon veya manyetik ayırma ile cevherden ayrılmaktadır.

Adi hadde çeliğinde az miktarlarda bakır bu çeliğin mekanik özelliklerine zararlı etki

yapmaz. Bazan bir miktar bakır, atmosferik korozyona direnci arttırdığı için, arzu dahi edilir. Eğer bakır miktarı % 0,3 - 0,4'ün üzerine çıkarsa, haddeleme ve şekil vermede yüksek sıcaklıkta çeliğin yüzeyinde bakırca zengin, ergime derecesi düşük bir alaşım yapar ve bu alaşım tane hudutlarından geçerek yüzeyde küçük çatlaklar meydana getirir. Çelik bakırın ergime derecesi altındaki bir sıcaklıkta haddelenerek veya çelik içinde aynı zamanda bakır miktarının yarısı veya kendisi kadar nikel veya kobalt olması ile bunun önüne geçilebilir. Örneğin, Finlandiya'da % 0,6 bakır ve % 0,6 kobalt ihtiva eden pirit cürufları iyi sonuçlar alınarak pik elde edilmekte ve bundan da adi çelik yapılmaktadır.

Krom :

Bir çok lateritler içinde kromit olarak, % 1 - 3 civarında krom bulunur. Kromit, manyetitler ve hematitler içinde de bulunabilir.

Yüksek fırında krom, manganze benzeyen tarzda tesir eder. Her ne kadar reaksiyon yüksek sıcaklık ve asit cüruf ile hızlanırsa da oksitlerinden kolayca indirgenemez. Kromun % 80 i pik içine geçer fakat büyük bir kısmı düşük karbonlu çelik yapımında okside olur.

Krom ilave edilecek alaşım çeliği yapımında, pik içindeki krom tabii bir avantaj fakat pik yapımında bir dezavantaj olmaktadır. Çelik yapımında, pik içindeki krom cürufa geçer ve cürufu ağırlaştırıp akmasında güçlükler doğurur.

Nikel :

Nikel de % 1 e kadar lateritlerde bulunur. Doğrudan doğruya pik içine geçer ve çelik yapımında oksitleme ile ayıramaz. Bazı özel hallerde çelik içinde az miktarda nikel bulunması mekanik özelliklerini düzeltici yönden faydalı olabilir. Fakat çok kere bir dezavantaj teşkil eder.

Arsenik :

Demir cevherlerinde arseniğin .% 0,1 üzerine çıktığı pek olağan değildir. Arsenik genellikle kahverengi hematitlerde arsenopirit (Fe As S) lolinjit (FeAs₂), ve Skorodit halinde bulunur.

Arsenik yüksek fırın için bir problemdir ve bu bakımdan fosfora çok benzer. Büyük bir kısmı pik demire ve bir çok çelik yapımı proseslerinde çeliğe geçer. Oksijen üflenen çelik konverterinde arseniğin bir kısmı elimine edilebilir.

Arseniğin fazla olması çeliğin soğukta kırılabilirliğini artırır ve kaynak edilme özelliğini azaltır. Adi çelikte % 0,15-0,25 arasında az miktarlarda ve su vermede % 0,05-0,10 e kadar arsenik kabul edilebilir. Cevherde çok fazla arsenik varsa kavurma veya sinterleme ile bertaraf edilmelidir. Fakat bu pek kolay bir problem değildir.

Demir arsenat (Fe QjAspOs) ve demir arsenid (Fe As) içindeki arsenik uçucu değildir. Fakat her ikisi arasındaki geçiş olan demir arsenid (FeaQjAs^s), veya arsenik triokisit (AsaOa) halinde iken uçurma ile ayrılabilir. Arsenik bu şekilde ayrılacaksa kavurma ve sinterleme sırasında gaz atmosferinin çok iyi kontrol edilmesi gerekir.

Kurşun :

Kurşun, demir cevherlerinde nadir olarak bulunur. Pik demire geçmez fakat fırında havuzlar şeklinde birikir. Çinko gibi refrakter tuğlalara geçer ve tahribat yapar.

Kalay :

Eğer demir cevherinde kalay varsa yüksek fırında hepsi pik demire geçer ve çelik yapımında oksidasyonla çelikten ayıramaz. Kalay demir cevherlerinde o kadar az miktarda bulunur ki ne maden işletme ne de zenginleştirme prosesini etkiler.

Nispeten az miktarlarda kalay çelikte zararlıdır. Kırılabilirlik kötü yüzey teşekkülü gibi tesirler yapar. Fakat genellikle normal miktarlarda kalayın çeliğe fazla zararı yoktur. Genellikle adi çelik içinde % 0,05 den fazla kalay olmamalıdır.

Kobalt:

Kobalt; Küba, Celebes, Yeni Kaledonya ve Filipinlerdeki lateritik nikelli yataklarda % 0,02 ye kadar olan miktarlarda bulunur. Bu tip cevherlerden tatminkâr yüksek fırın malzemesi ve pazarlanabilen nikel, krom ve kobalt istihali için başarısız bir çok denemeler yapılmıştır

Kobalt aynı zamanda Birleşik Amerika'da Pennsylvania'daki madenlerden elde edilen piritin kavrulmasından_yan ürün olarak elde edilen demir oksitleri içinde de bulunur. Yüksek fırında kullanılmadan önce bu hammadde kobalttan ayırmak için işlenir. Sonuç olarak elde edilen pirit konsantresi % 0,8-1,0 arasında kobalt ihtiva eder.

Metal ve Maden Haberleri
Haftalık olarak maden
borsalarını izleyebileceğiniz
tek dergidir