

DEMİR İSTİHSALİNDE ALTERNATİF USULLER

Derleyen: E. Z. A K A

Ö Z E T

Demir istihsalinde yüksek fırın usulü mevkiini muhafaza etmekle beraber son senelerde hususî ihtiyaca göre muhtelif alternatif usuller istikşaf edilmiş,, bunların ancak birkaç tanesi sınaî işletme safhasına erişmiştir. Bu makalede muhtelif usullerin bugünkü durumla, rı ve bunların te-cihinde rol oynayan faktörler ve bunların bazı hususî evsafı demir cevherlerine tatbikî mevzubahis edilmiştir.

Uygun evsafa demir cevheri ve koklaş-tırılmaya müsait maden kömürü mevcut olduğu yerlerde ve yüksek tonajda demir istih-sali için en müessir vasıta mutad yüksek fi-rındır. Fakat nisbeten az miktarda demir istih-sali icabeden hallerde ve uygun evsafa kömür veya demir cevheri bulunmayan yer-lerde, son senelerde inkişaf ettirilen muhtelif demir istihsal usullerinden birisi kullanılmaktadır.

Demir izabesinde sayısız denecek kadar çeşitli usuller keşfedilmiş fakat bunlardan yalnız birkaçında geniş ölçüde pilot fabrika tecrübeleri yapılmış, hatta daha da azı sınaî işletme safhasına ulaştırılmıştır.

Bu usullerde, enerji - lüzumlu irca için kimyasal olsun veya yüksek sühnet için olsun - atideki yakıtlardan biri veya birkaçın-dan elde edilir.

Katı yakıtlar-maden kömürü, odun kö-mürü, kok

Akaryakıt

Tabii veya sınaî gaz

Elektrik enerjisi

İrca hadisesi ya şakulî bir fırında veya ufki döner bir fırında, statik veya fluid bir yatakta veyahutta elektrikle ısıtılan bir ban-yoda cereyan etmekte, elde edilen metal ya sulp (sünger) veya müzap olduğu gibi metal içindeki karbon, silis oksijen vesair unsurlar-ın miktarı da kullanılan usule göre değişik olmaktadır.

Demir istihsalı için kullanılacak usulün tercihinde daha ziyade şu iki faktör rol oynar.

- Mevcut yakıtların nisbi fiatları
- Kullanılacak usulün metal randıma-nı veya cevherden metal istihsal ka-biliyeti.

Bu sebeple mevzubahis usuller atide bu iki yönden mütalâa edilmiş ve yakıt ihtiya-cına göre sınıflandırılmıştır.

ALTERNATİF USULLERİN YAKIT İHTİYACINA GÖRE TASNİFİ:

1 — Elektrik enerjisi ve kömür kullanan usuller: Yüksek fırının bir şekilde faaliyet göstermesi için yüksek evsafı kolduk kömü-re ihtiyaç vardır. Bu kok'u kısmen elektrik enerjisi ile ikame etmek için kısa boylu fi-rınlar yapılmış ve bunlar İskandinavya, ital-ya ve başka memleketlerde kullanılmıştır.

a) **Tyland-Hole usulü:** Kısa boylu fi-rınlardan en maruf olanı Tyland-Hole fırınıdır. Bu fırın tavanından üçken şeklinde tanzim edilip sarkıtılan üç şakulî elektrodu havi dai-revi bir eritme kamarasından müteşekkildir. Bunlardan günde 250 ton demir kapasiteli 33.000 KVA güce kadar fırın inşa edilmiştir. Bu usulde istihsal edilen ton metal başına 350-450 kg. mürci yakıt-ki bu kok, kok tozu, taşkömürü veya odun kömürü olabilir. Ve 1850-2400 Kwh enerjiye ihtiyaç vardır. Kullanılan fırın kısa olduğu için bu fi-rınlarda gaz-larla irca hadisesi pek mahdut derecede ol-

makta ve istihsal edilen demir tonu başına gaz harareti takriben $1,75 \times 10^6$ kcal civarında olmakta ve bu gazın haruri kıymeti de nisbeten yüksek (2500 kcal) bulunmaktadır.

b) Strategic-Udy ve müşabih usuller: Fırına şarj edilen cevheri önceden kısmen irca etmek mümkün olduğu takdirde izabe için lüzumlu enerji bir hayli azalmakta ve fırının kapasitesi yükselmektedir. Bu Elektrokemisk, Strategic-Udy, D L M ve Orcarb usullerinin temel prensibidir. Bahsedilen ilk iki usulde cevherin ön ircası ufki döner bir fırında kömürle yapılmakta, üçüncü usulde bu iş kömür-cevher peletlerinin yakıldığı sinter tesislerinde yapılmakta, dördüncü usulde ise uçucu maddesi yüksek kömürlerle ince cevher bir rotort fırınında peletlendikten sonra bir tünel fırınında yakılmaktadır. Bütün bu usullerde enerji ihtiyacının istihsal edilen demir tonu başına 1100 KWS a kadar düşürüldüğü iddia edilmekte fakat kömür sarfiyatı ton demir başına 450-550 kg. a kadar yükselmekte ve çıkan baca gazlarından istifade edilememektedir. Bunlardan yalnız Strategic-Udy usulü sını tatbikata yaklaşmış olup Kanada ve A. B. D. de müteaddit fabrikalar inşa halindedir.

c) Wiberg-Soderfors usulü: Bütün yukarıdaki usullerde müzap metal istihsal edilmektedir. Halbuki İsveçte sını çapta kullanılan Wiberg usulünde de elektrik enerjisi ve kok kömürü kullanıldığı halde sünger demiri elde edilmektedir. Bu usulde zengin cevher peletleri şakulü bir fırında mürci bir gazla (H_2 : CO = 3 : 1) 1100 C de irca edilmektedir. Fırın gazları kısmen peletleri ısıtmakta kullanılmakta ve kısmende elektrikle ısıtılan kızgın bir kok yatağından (karbüratör) geçilmek suretiyle CO tevliid edilerek fırında lüzumlu mürci gaz tazelenmektedir. İyi bir işletme şartları altında ton demir başına asgarî 1000 KWS enerji ve kok kömürü halinde 175 kg. karbon icap etmektedir. Buna çok benzeyen fakat ancak pilot fabrika tecrübe safhasında kalan Stelling usulünde irca hadisesi fluid bir sistemde yapılmaktadır.

2 — Yardımcı gaz veya akaryakıtla beraber kömür kullanan usuller: Koklaştırılmaya müsait olmayan düşük kaliteli kömürleri yakıt menbaı olarak kullanmak üzere muhtelif usuller inkişaf ettirilmiştir. Bu usullerde umumiyet itibarile ufki döner fırınlarda katı yakıtlarla irca yapılır. - ki bunlar metalurjik olmayan kok, düşük uçucu maddeli kömür veya odun kömürü olabilir - ve lüzumlu

ısı fırına gaz, akaryakıt veya toz kömür brülörleri ile temin edilir.

a) Krupp-Renn usulü: Bu usullerden en yaygını Garbi Almanyada, Çekoslovakya, İspanyada ve sair yerlerde kullanılan Krupp-Renn usulüdür. Bu usulde düşük dereceli cevherler, kömür tozu ile ısıtılan döner bir fırında kok tozu ile irca edilir. Teşekkül eden küçük demir parçaları lüzuci cürufun içinde kalır ve bu cüruf soğutulduktan sonra kırılarak içindeki demir miknatısı olarak ayrılır. Bu usulün en büyük mahzuru yüksek kükürt muhtevalı demir vermesidir. İstihsal edilen ton demir başına yakıt ihtiyacı 750-1000 kg. kok tozu ve 175-250 kg. kömür tozudur.

b) R-N usulü: Esas itibarıyla Krupp-Renn usulüne benzeyen R-N usulünde daha dakik olarak kontrol edilmek şartıyla daha düşük sühnette çalışılmakta ve fırınların uzunluğu boyunca muhtelif noktalardan hava ithal edildiği için daha düşük kükürtlü demir elde edilmekte fakat elde edilen lüzuci cürufdan demiri miknatısla ayırabilmek için cürufun daha ince öğütülmesi icap etmektedir. Krupp-Renn usulünde kükürt tardı % 50 civarında ise de R-N usulünün çok düşük tenörlü ve yüksek silistli demir cevherlerine tatbik kabiliyeti vardır. Tipik yakıt ihtiyacı ton demir başına 450 kg. kok tozu ve brülör için 280 m³ tabii gaz civarındadır. A. B. D. de büyükçe bir pilot tesisi hali faaliyette ise de bu henüz sını safhaya intikal etmemiştir.

c) Freeman usulü: Döner fırın kullananlardan Freeman usulü Kanada'da zengin cevher peletlerini düşük kıymetli kokla irca etmekte ve brülörde akaryakıt kullanılmaktadır. Bu usulde nisbeten düşük sühnet kullanıldığı halde yüksek evsafh demir süngeri peletleri elde edilmekte ve bunlardan bilâhara demir tozu yapılmaktadır.

d) Sair usuller: Almanyada kullanılan Sturzelberg usulünde çinko ihtiva eden demir cevherlerinden hem müzap halde demir hem de çinko elde edilmektedir. Danimarkada kullanılan Basset usulünde hem çimento klinkeri hem de demir istihsal edilmektedir. Hogonas usulünde irca seramik potalar içindeki cevheri tünel fırınlarında ısıtmakla yapılır. Bu usulde zengin cevher kok kömürü ve kireç taşı ile karıştırılmakta ve elde edilen hasilattan demir tozu yapılmaktadır. Bu usul İsveçte sını faaliyet halindedir.

3 — Tabii gaz veya akaryakıt kullanan usuller: Dünyanın muhtelif bölgelerinde ta-

bii gaz ve akaryakıt bol olduğu için bu yakıtları kullanmak suretile demir istihsaline matuf bir çok usuller inkişaf ettirilmiştir. Bu usullerden yalnız ikisi sınai işletme safhasına erişmiştir.

a) **HyL usulü:** Meksikada kullanılan HyL usulünde mübeddil tabii gaz (CH_4 gazı ve su buharı ile % 85 H ve mütebakisi CO) sabit duran bir yatakta iri demir cevherlerini irca etmektedir. Böylece % 90 Fe muhtevalı demir süngeri elde edilmekte ve demir tonu basma 600-700 m^3 tabii gaz sarfedilmektedir.

b) **H-Demir usulü:** Tabii gaz kullanan diğer bir sınai usul H-demir usulüdür. Bu usulde evvelâ H gazı elde edilerek demir cevheri tozu bu gazla fluid bir sistem içerisinde düşük sühnette (450 C) ve yüksek tazyikte (35 atü) irca edilmektedir. H gazı, tabii gaz veya kok fırın gazı kısmen okside edildikten sonra bunun su gazı ile reaksiyonundan elde edilmektedir. Fluid sistemden çıkan gazlardan su buharı ayrılmakta ve hidrojen ilâve edilerek tekrar sirküle edilmektedir. Matbuata intikal eden malûmata göre ton demir başına 500 m^3 gaz veya onun yerine 500 litre akaryakıt sarfedilmektedir. A. B. D. de günde 30 ton demir yapan ve demir tozu imali için kullanılan küçük bir tesis faaliyet halindedir.

c) **E.R.L ve Nu-demir usulleri:** İnce demir cevherlerinin fluid sistemde ircası esasına dayanan diğer iki usul de E.R.L. (Esso Research-Little) ve Nu demir (U. S. Stell Corporation) usulleridir. Bunlar ancak pilot fabrika safhasına kadar inkişaf ettirilmiştir.

Bütün bu usuller için sermaye yatırımı, tesislerin hâli bir arazide kurulması halinde, tahmil tahliye ve hizmet tesisleri dahil Şimalî Amerikada senelik ton kapasite basma takriben 65 dolar civarındadır. Bu fiyat, kok fırını hariç günde 1000 ton kapasiteli bir yüksek fırının fiyatına muadildir. Şayet cevher çok zengin veya konsantre edilmiş durumda ise ve faaliyet mekanikleştirilmemişse bazı müsait mıntıkalarda bu fiyat senelik ton kapasite başına 45 dolara kadar düşmektedir.

HUSUSİ EVSAFLI CEVHERLERİN ALTERNATİF USULLERLE İZABESİ.

1) **Düşük tenörlü silisli cevherler:** Bu türlü cevherler yüksek fırında fazla miktarda kireç taşıma ihtiyaç gösterdiği için kömür sarfiyatı ve binnetice maliyet çok yükselmektedir. Krupp-Renn usulü bu tip cevherlerin

izabe etmek için yapılmış ve demir muhtevaları % 30-35 ve silis muhtevaları % 40'a kadar çıkan cevherlerin izabesinde başarı ile kullanılmıştır. Bu usulün en ciddi mahzuru elde edilen demirin fazla miktarda kükürt ihtiva etmesidir. Elde edilen metal direkt olarak çelik imalinde kullanılmadığı için yüksek firma şarj edilmektedir. Bu sebeple Krupp-Renn usulü izabeden ziyade bir temizleme ve zenginleştirme ameliyesi olarak kabul edilebilir.

Kanada'da bulunan vasi düşük tebrörlü demir cevherlerinin yüksek firma şarj edilmeden konsantre ve aglomere edilmesi lâzımdır. Bu cevherler üzerinde muhtelif zenginleştirme usullerinin kombinezonu mevzu bahis olmuştur. R-N usulünde olduğu gibi, düşük suhnetli döner fırın istimalinin birçok avantajları vardır. Evvelemerde, yalnızca kaba bir öğütmeğe (-1/2 pus) ihtiyaç göstermesidir." Cevher irca edildikten sonra kolayca ince öğütülebilmektedir. Randıman cazibi konsantrasyon veya flotasyona nazaran daha yüksek olmaktadır. Elde edilen nihaî demir süngeri briketleri çelik imaline müsaittir.

2 — **Düşük tenörlü manganekli cevherler:** Yüksek fırında ferromanganez imali için manganezi ve Mn/Fe nisbeti yüksek cevherlere ihtiyaç vardır. Fakat yüksek fırın için çok düşük tenörlü ve Mn/Fe nisbeti düşük fazla miktarda cevherler vardır. R-N usulünde olduğu gibi düşük suhnetli ufki döner fırın usulünde demir irca edildiği halde manganek MnO şeklinde kalır. Böylece bu metaller öğütmek safhasında miktatısı ayırma ile tefrik edilebilir. Bu suretle normal çelik imali için bir briket ve manganek istihracına müsait bir cüruf elde edilir.

Kontrollü elektrik izabesi - icabı halde önceden ufki döner fırında irca edilen - birinci kademedede bazik demir ve ikinci kademedede firromanganez istihsal imkânları sağlamaktadır. S. U. usulü ile yapılan pilot fabrika deneyleri yalnızca % 15 Mn ve % 22 Fe ihtiva eden bir cevherden bazik demir ve ferromanganez istihsali imkânlarını göstermiştir. Manganekli yüksek fırın cüruflarında da elektrik izabesi ile manganek istihracı mümkün olmaktadır.

3 — **Titanh cevherler:** Bu cevherler yüksek fırın izabesine müsait değildir. Tysland-Hole tipi fırınlarla bu tip cevherleri fazla müşkilât çekmeden izabe etmek ve fazla titan ihtiva etmeyen bir demir elde etmek

mümkün olmaktadır. Kanada'da ilmenit cevheri sınai çapta izabe edilerek pik demir ve TiO₂lu zengin cüruf elde edilmektedir. Titanh cevherler için elektrik izabesinden evvel döner fırında kısmî bir ırcaya ihtiyaç gösteren usullerle kullanılmakta ve Stratejic-Udy usulü TiO₂ muhtevası % 25'e kadar yükselen cevherlerin izabesinde pilot, çapta başarı ile kullanılmaktadır.

Titanh cevherler için düşük suhnetli döner fırın - R-N usulü gibi usulü de kullanılabilirse de burada ırca edilen demirin FiO₂li gankdan ayrılabilmesi icabetmektedir.

4 — Çinkolu cevherler: Çinko yüksek fırında bir hayli müşkilâta sebebiyet verdiği için pek az çinko ihtiva eden cevherler dahi yüksek fırında kullanılamamaktadır. Almanya'daki Sturzelberg usulü % 42 Fe, % 10 Zn, ve % 7 S ihtiva eden cevherleri izabe etmek için yapılmıştır. Kükürtü tard etmek için cevher evvelâ kalsine edilmekte ve bilâhara kireç taşı ve kokla karıştırılarak toz kömür yakan brulörlerle ısıtılan kısa boylu döner bir reverber fırınına şarj edilmektedir. Bu esnada çinko tabahhur ettirilmekte ve gazlardan kondense edilmek suretiyle kurtarılmaktadır. İrca hadisesi tamamen bittikten sonra elde edilen saf demir fırını eğmek suretiyle dışarı alınmaktadır.

5 — Demirden gayrî metallerin izabe cürufları: Yüzde 30-40 demir ihtiva eden çok mebzul miktarda bakır cürufları vardır. Bu cüruflardaki demir ve sair metallerin kimyevî bünyeleri bakımından yüksek fırına müsait değildir. Bunlar bir elektrik fırınında izabe edilebilir ve az miktardaki bakır ve çinkoyu da kurtarmak mümkün olursa tatbik edilen usul daha da cazipleşir. Böyle cürufların izabesi için Arizona'da bir fabrika kurulmaktadır. Burada kullanılan -strategie-Udy usulünün muaddel bir şeklidir.

6 — Nikel ve Krom ihtiva eden cevherler:

Daima bir miktar Ni ve Cr ihtiva eden laterit cevherleri bazik demir istihsaline için yüksek fırında pek mahdut miktarlarda kullanılabilir. Fakat bunlar bir elektrik fırınında izabe edilerek ferro-alaşım yapılabılır. Meselâ yeni Kaledonya'daki bu tip bir cevher Tysland-Hole fırınında ırca edilerek bütün Ni ve Cr ve bolca karbon ve silisi muhtevi bir metal elde edilmektedir. Bu metal bir konverterde üflenerek demir ve nikelde gayrı bütün metaller okside edilmekte ve takriben % 25 Ni ihtiva eden bir ferro-nikel elde edilmektedir. Oregon'un düşük tebörlü cevherinden (% 15 Ni, % 8-15 Fe) ferro-nikel elde etmek için biraz değişik bir usul kullanılmaktadır. Burada cevher bir elektrik fırınında izabe edilmekte ve müzap metale Ugene usulü ile bir pota içinde ferro-silis ilâve etmek suretiyle takriben % 45 Ni ihtiva eden bir ferro-nikel elde edilmektedir.

Elektrik fırın izabesinde - bilhassa cüruf tabakasının mukavemetinden istifade ile eritme yapan usullerde - yüksek fırına nazaran metal pozisyonu üzerinde daha dakik kontrol mümkün olmaktadır.

Bu husus stratejik Udy usulü ile laterit cevherlerinden ferro-nikel, ferro-krom ve bazik demir istihsaline yol açmıştır.

Yukarıda takdim edilen usullerin henüz daha geniş çapta tatbik edilememelerinin başlıca sebebi son senelerde yüksek fırın izabesinde kaydedilen yüksek randıman ve yüksek produktivitedir. Son tecrübeler göstermiştir ki yüksek fırında bir miktar akaryakıt ve tabii gaz kullanmak suretiyle metallürjik koku kısmen ikame etmek mümkün olmaktadır. Nihayet, şu hususu da belirtmek gerekir ki çelik imalinin değişen husuiyeti müzap demir veren usullere büyük avantajlar aramaktadır.

