

ÖZET

ÇELİĞİN BİR ARK FIRININDA VE ARK OCAĞINDA ÜRETİLMESİNE YÖNELİK YÖNTEM

5

Buluşlar, demir fabrikası ve özellikle çelik üretimine ilişkin bir yöntem ve elektrikli ark fırınlarının konstrüksiyonuyla ilgilidir. Yöntem fırının kullanım alanının cüruf ve kümelenmiş oksit karbon malzemedan oluşan üretim maliyla

10 doldurulmasını; akım, yakıt, karbonlaştırıcı, toz ve gaz halindeki oksijenin eklenmesiyle üretim malının metal banyosunun karbonsuzlaştırılması dahil arklarla ısıtıldığı ve eritildiği metalin fırından dökülmesini ve cürufun fırından boşaltılmasını kapsamaktadır. Eritme başlangıcından önce metal

15 üretim malının ilk oluşumu dahil oksit karbon malzemenin bir kısmı fırının orta bölgesine tek sefere mahsus aktarılır, oksit karbon malzemenin kalan miktarı çelik eritme sürecinin seyrinde eritilen üretim malına elektrikli ark fırınının transformatör gücünün her 1 MBA'sı için 0,5-10 kg/dakikalık

20 özel yükleme oranıyla eklenmektedir; dahası oksit karbon malzemenin tanecik boyutu 5 ila 80 mm aralığından seçilmektedir. Fırın haznesinin duvarlarının etrafı, oksit karbon malzemesini fırının orta bölgesine aktarmak için aralıklı olarak en az üç delikle donatılmaktadır; dahası bu

25 delikler fırın haznesinin maksimum işareten 0,2 - 1,0 m daha derindedir. Buluş, metal üretim malının eritilmesi için özel elektrik akımı tüketiminin azaltılmasını ve oksit karbon malzemesinden demir kazanımını artırılmasını ayrıca üretim malının toplam kütledeki miktarının artırılması sağladı.

İSTEMLER

1. Üretim malının yakıt, karbonlaştırıcı, toz ve gaz halinde oksijen eklemesiyle, metalin fırından dökülmesi ve cüruf fırından boşaltılması ile cüruf ve kümelenmiş oksit karbon maddelerden oluşan üretim malının fırının kullanım alanına eklenmesi ile bir elektrikli ark fırınında çelik üretimine yönelik yöntem olup, özelliği; ark bölgesine bitişik olan ve $D=(d_{TK}+3, 5 d_{E1})$ ölçüleriyle sınırlandırılan oksit karbon malzemesinin eriyik başına metal üretim malının ilk oluşumu dahil tüketilen toplam miktarının %10 ila 90 miktarında eklenmesi; dahası elektrot kısmının daire çapının d_{TK} ve elektrot çapının d_{E1} olması, oksit karbon malzemenin kalan miktarının çelik eritme sürecinde eritilen üretim malının akışına her 1MVA başına elektrikli ark fırınının nominal gücünün 0,5 -10 kg/dakika olan özel yükleme oranıyla beslenmesi ve oksit karbon malzemenin tanecik boyutunun 5 ila 80 mm arasında seçilmesi **ile karakterize edilmektedir.**

2. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; oksit karbon malzemesinin katı oksidasyon maddesiyle eklenen ve/veya demir oksitlerin içerdiği karbon ve oksijen arasındaki oranın $0,15 \leq C/O \leq 5,00$ aralığında çıkış maddelerinin katı oksidasyon maddesi %40 - 95, karbonlaştırıcı %5 - 60 ve bağlayıcı maddenin karbonlaştırıcının ve katı oksidasyon maddesinin toplam kütesinin %100'ü üzerinden %1 ila 10 miktarındaki oranlarda belirlenmesi (kütleye göre -% olarak) **ile karakterize edilmektedir.**

3. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; oksit karbon maddesinin demir içeren metal parçacıklarını malzemenin toplam kütesinde %5 ila 30 miktarında içermesi **ile karakterize edilmektedir.**

4. İstem 1'e göre yöntem olup, özelliği; oksit karbon maddesinin ek olarak malzemenin toplam kütesinde %0,1 ila

10,0 arasında cüruf oluşturuucu içermesi **ile ve**, 1550° C sıcaklığın üzerinde demire kıyasla oksijene yakınlık gösteren; dahası Ca, Na, K, Ba, Al, Ti, Zr, Si, Mn, V, Cr ve B gibi element gruplarını kapsayan kimyasal elementler oksit ve/veya florid gibi cüruf oluşturuucu elementlerin kullanılması **ile karakterize edilmektedir.**

5. İstem 1 ila 4'ten birine göre çelik üretimine yönelik elektrikli ark fırını olup, özelliği; dökülebilir maddelerin eklenmesi için bir fırın haznesi (3) ve kavisli çıkarılabilir bir kapak (7) ile; dahası fırın haznesinin (3) ateşe son derece dayanıklı yanaştırmayla fırın haznesinin (3) ocağı (1) ve duvarları (2) oluşturacak şekilde örülmesi ve dahası kapağın (7) elektrot kollarıyla donatılması ve bunların oluşumu elektrotların (5) ikmali ve değişiminin oluşturulmasına olanak sağlaması; dahası fırın haznesinin duvarlarının (2) çevresinin oksit karbon malzemesinin fırının orta bölgesine (9) dökülerek eklenmesine olanak sağlayan dayama açısını gösteren aralıklı deliklerle (8) donatılması; dahası orta bölgenin (9) ark bölgesine sınır olması ve $D=(d_{TK}+3,5d_{E1})$ ölçüleriyle sınırlı olması; dahası elektrot kısmının daire çapı d_{TK} ve elektrot çapının d_{E1} olması ve dahası bu deliklerin fırın haznesinin maksimum işaretinin 0,2 - 1,0 m derininde bulunmasıdır.

6. İstem 5'e göre elektrikli ark fırını olup, özelliği fırının orta bölgesine (9) oksit karbon maddesinin eklenmesi için duvarın etrafında aralıklı delikler (8) olması; dahası bu deliklerin (8) ilgili iki komşu elektrodu (5) arasına yerleştirilmesi **ile karakterize edilmektedir.**

TARİFNAME

ÇELİĞİN BİR ARK FIRININDA VE ARK OCAĞINDA ÜRETİLMESİNE YÖNELİK YÖNTEM

5

Bir grup buluş, demir fabrikası ve özellikle çelik üretimine ilişkin bir yöntem ve elektrikli ark fırınlarının konstrüksiyonuyla ilgilidir.

10 Tekniğin mevcut durumundan izabe ocağı sisteminde özellikle bir elektrikli ark fırınında çelik üretimi yöntemi bilinmektedir. Yöntem fırının kireç ve kompozit malzemeler, demiroksit ve karbondioksit içeren malzemeler ile kademeli olarak doldurulmasını, kullanılan malın ve bunun eriyiğinin kademeli olarak doldurulmasını kapsamaktadır. Bu sırada

15 karbondioksit içeren malzemelerin %10 - 20 miktarlık bir kısmı demir oksitlerin, kireç taşıyla karıştırılarak ve yüklenerek tam olarak indirgenmesi için kullanılır. Kalan kısım demir oksit malzemeyle karıştırılır ve ayrıca yüklenir. Bu sırada gaz halindeki karbonmonoksit, kullanılan metal malın toplam

20 miktarının 1/3 - 1/2'sinin erimesiyle fırın haznesi üzerinden beslenir [02.03.2005 tarihli patent yazısı, IPC C21C 5/52, 20.10.2006 tarihinde yayımlanmıştır]. Böylece fırının termik gücünün, kullanılan malı ısıtma ve eritme sürecinin ayrıca cüruf oluşumunun hızlı bir şekilde kontrol edilmesi sağlanır.

25 Buna aşağıdaki yöntem adımları sayesinde ulaşılır: Üretim malında ve cürufta mevcut olan demir oksitin ayrıştırılması, cüruf köpürtme ve ark siperi oluşturma, karbonmonoksitin fırın atmosferinde yakılması ve eriyiğin cüruf oluşturuçularla karıştırılması. Sonucunda elektrikli ark fırınlarının ısı

30 etkisinin derecesi ve sıvı metal kazanımı artar ve eriyiğin madeni katkıya dönüştürülmesi kolaylaştırılır.

Yöntem, sınanmış yöntem olan sentetik kompozit malzemeler kullanılarak çelik üretimine yönelik bir alternatiftir. Zorlu teknik etkilere ulaşılabilirlik şüphelidir. Özellikle CO, hazneli fırınlarda zayıf indirgen malzemedir. Böylece oldukça

35

fazla tüketim şarttır. Oksitleyici fırın atmosferiyle temas edilmesinin sonucunda ek demir oksidasyonu bir oksit formuna dönüşür. Bu buluşla elektrik akımı tüketiminin belirtilen şekilde azaltılmasına ulaşılamamıştır.

5 Elektrikli ark fırınlarında bilinen çelik üretimi yöntemleri şu adımları kapsamaktadır: Fırının yamanması, üretim malının hurda şeklinde yüklenmesi, elektrot ikmali ve değiştirilmesi, elektrik akımı beslemesi, yakıt, gaz halindeki oksijen, karbonlaştırıcı ve tozların eklenmesi, metal kullanım

10 mallarının eritilmesi, oksidasyon aşaması, metal banyosunun ısıtılması ve karbonsuzlaştırılması, metalin süzülmesi ve cürufun fırından bir tavaya boşaltılması [S. A. N..Morosov: "Ark fırınlarında modern çelik üretimi", 2. Baskı; Chelyabinsk: "Madencilik", 1987, S. 41].

15 Elektrikli ark fırınlarında çelik üretimine yönelik yöntemin değişikliklerinden birinde demir döküm, kırık çelik ve kısmen karbonlaştırıcının yerine metal üretim malının bileşeni olarak oksit karbon malzemenin (OKM) hurda ve bununla kombinasyonunun yanı sıra kullanılmasını öngörülmektedir [S. Yu. A. Bondarev,

20 G. N. Yelansky, V. P. Lemyakin ve diğerleri: "Elektrikli fırınlarda oksit karbon briketler kullanılarak eritme süreci deneyimi", 5. çelik eritme kongresinden derlenen makaleler. M.: Chermetinfotmatsiya, 1999. S. 218-219, ve E. A-gueyev, V. S. Antonov, V. K. Babich ve diğerleri: "Oksit karbon

25 briketler: Ark fırınlarındaki uygulama pratiği", 6. çelik eritme kongresinden derlenen makaleler. M.: Chermetinfotmatsiya, 2001. S. 237-240].

Oksit karbon malzemede (OKM) kümelenmiş (aglomera) veya sıkıştırılmış karbon içerikli malzeme (kok kömürü, grafit,

30 çeşitli kömürler, demir ocakları, kimyasal ve diğer üretim tesislerinin karbon içeren atıkları) karışımları ve briketlenerek, kümelenerek ve diğer sıkıştırma yöntemleriyle üretilen katı oksidasyon malzemeleri (konsantre, süper konsantre ve bunların karışımları) söz konusudur.

35 OKM'nin çelik üretiminde elektrikli ark fırınlarında

kullanılmasının birçok avantajı vardır. Bunların arasında özellikle şunlara değinilmelidir:

- üretim sırasında oluşan külün tam kapsayıcı değerlendirilmesi;

- 5
- demir döküm ve cürufun kısmi telafisi;
 - düşük karbonlaştırıcı tüketimi;
 - düşük fosfor, sülfür ve tunç döküm oranı;
 - çelik masraflarının düşürülmesi.

10 Böylece bir elektrikli ark fırınında çelik üretime yönelik yöntem fırının kullanım alanının yamanmasını, fırına cüruf ve kümelenmiş oksit karbon malzemedan oluşan üretim malının yüklenmesini ve gerekirse üretim malı ile ardıl yüklenmesini, elektrotların ikmalini ve elektrotların değiştirilmesini, elektrik akımı beslemesini, karbonlaştırıcıları, tozları, gaz

15 halindeki oksijeni, üretim malının eritilmesini, metalin ısıtılmasını ve metal banyosunun karbonsuzlaştırılmasını (oksidasyon aşaması), çeliğin süzülmesini ve cürufun fırından boşaltılmasını kapsamaktadır. Çelik üretime yönelik bu yöntem kendinden sonraki en yakın tekniğin en son durumu

20 olarak teknik durumunda zorlu yöntemlere karşı dikkate alınmalıdır.

Bu yöntemin asıl eksiklikleri eritme aşamasındaki yüksek özel akım tüketimi ve düşük demir kazanımı ayrıca beslenen OKM'nin sınırlı miktarı ve eriyik için kullanılan metal üretim malının

25 (demir katkıları/madeni katkıları) toplam kütlelerinin ortalama maks. %5'i olmasıdır. Bu OKM'nin cüruf dahil elektrikli ark fırınının üretim alanının alt kısmına aktarılmasına neden olur.

OKM parçalarının fırın haznesinin yakınında kalın, metal

30 üretim malının ark bölgesinden uzaktaki katmanından uzağa doğru OKM'lerin bulunduğu üretim malının derin katmanlarını ağırlaştırmak için yerleştirilir. Böylece OKM'nin eritilmesi uzatılır ve akım tüketimi artırılır.

OKM, sıvı metal banyosu fırın haznesinde oluşturulduktan sonra

şiddetli bir şekilde erimeye başlar. OKM'nin bir kısmı zamanında erimeyi başaramaz ve metal banyosunun yüzeyinde belirir; dahası OKM'nin bu kısmı cürufta çözünür. Artırılmış demir oksit oranı sayesinde bu cürufun oksitleyici özellikleri ve nispeten düşük ısınma sıcaklığı vardır. Bu etki boyutu OKM'de bulunan karbonla demir oksitten demir indirgemesini zorlaştırır. Böylece OKM'den ayrıca demir döküm kazanımından demir üretimi azaltılır.

Bu etki boyutları tüm akım tüketimindeki her şeyi artırır ve demir kazanımını azaltır. Bu nedenle elektrikli ark fırınlarında OKM kullanılarak çelik üretimine yönelik yöntemden kayda değer geniş yaygınlaşma tecrübe edilemez. Aynı zamanda bu elektrikli ark fırınlarında çelik üretiminde kullanılan OKM'nin tüketiminin ani sınırlandırılmasıdır. Buluş grubunun ilk buluşuyla çözülecek görev ve ulaşılan teknik etki, metal üretim malının eritilmesinde özel elektrik akımını tüketiminin azaltılması ve oksit karbon malzemedeki demir kazanımının artırılması ayrıca bağıl OKM oranının üretim malının toplam kütledeki miktar oranlarına göre artırılmasıdır.

Talep edilen amacı sağlamak ve zorlu teknik etkiye ulaşmak için bağımsız İstem 1'e göre çelik üretimine yönelik yöntem bir elektrikli ark fırınında kullanılmaktadır. Bu yöntem aşağıdaki adımları kapsamaktadır: fırının kullanım alanının yamanmasını, fırına cüruf ve kümelenmiş oksit karbon malzemedeki oluşan üretim malının doldurulmasını ve gerekirse üretim malı ile ardıl yüklenmesini, elektrotların ikmalini ve elektrotların değiştirilmesini, elektrik akımı beslemesini, karbonlaştırıcıları, tozları, gaz halindeki oksijeni, üretim malının eritilmesini, metalin ısıtılmasını ve metal banyosunun karbonsuzlaştırılmasını (oksidasyon aşaması), çeliğin süzülmesini ve cürufun fırından boşaltılmasını kapsamaktadır. Buluş gereği oksit karbon malzemesinin bir kısmı eriyik başına kullanılmış OKM'nin toplam miktarının %10-90 miktarından tek sefere mahsus cüruf dahil metal üretim malının ilk yüzdesiyle

- erime başlamadan önce dahil edilir. Oksit karbon malzemesinin kalan miktarı her 1 MVA için 0,5 - 10 kg/dak'lık özel yükleme oranıyla eritilen üretim malı çelik eritme sürecinin akışında elektrikli ark fırınının transformatör gücüne aktarılır. Bu
- 5 sırada oksit karbon malzemesinin münferit parçalarının tanecik boyutu 5 ila 80 mm arasındaki bir aralıktan seçilir.
- Buna ek olarak:
- oksit karbon malzemesi, ark bölgesini sınırlandıran ve maksimum $D=(d_{TK}+3,5 d_{E1})$ boyutla sınırlı olan fırının orta
- 10 bölgesine verilir; dahası elektrot kısmının daire çapı d_{TK} ve elektrot çapı d_{E1} 'dir;
- oksit karbon malzemesinin katı oksidasyon malzemelerinden sağlanan ve/veya demir oksitlerin içerdiği karbon ve oksijen arasındaki oran, çıkış malzemelerinden $0,15 < C/O < 5,00$
- 15 aralığında aşağıdaki oranlarda seçilir (-% kütle olarak):
- Katı oksidasyon malzemesi 40 - 95; karbolaştırıcı 5 - 60; karbonlaştırıcı ve katı oksidasyon maddelerinin %100'ü üzerinden toplam kütlelerinde %1-10 oranında;
- oksit karbon malzemesi, malzemelerin toplam kütlelerinde %5-30
- 20 miktarında ek olarak demir içeren metal parçacıkları içerir;
- oksit karbon malzemesi, malzemelerin toplam kütlelerinde %0,1 - 10,0 miktarında ek olarak cüruf oluşturuçu içerir; Cüruf oluşturuçu olarak oksitler ve/veya floridler gibi 1550° C sıcaklığın üzerinde demire kıyasla oksijene yüksek yakınlık
- 25 gösteren elementler kullanılır; burada aşağıdaki elementler söz konusudur: Ca, Na, K, Ba, Al, Ti, Zr, Si, Mn, V, Cr ve B.
- Çelik üretimine yönelik mevcut yöntemi uygulayabilmek için ilgili ünite ve bağımsız İstem 5'e göre elektrik arkı fırını gereklidir.
- 30 Tipik elektrik arkı fırını [bkz. Wikipedia, <http://ru.wikipedia.org/wiki/>, Konu "Ark fırını"], fırının kapağını açmak (veya kapamak), cürufu boşaltmak ve metali süzmek için bir eritme banyosu (kullanım alanı), bir ark gücü regülatörü ve süreç tekniği yardımcı düzeneklerden oluşur.
- 35 Eritme süreci, üst kısmı kubbe şeklinde kemer ve alt kısmı

küre şeklindeki ocak ve yanlarda duvarlarla sınırlanan kullanım alanında yürütülür. Ocağı çevreleyen ateşe dayanıklı duvarı ve duvarlar dıştan bir metal hazneyle kapatılmaktadır. Çıkarılabilen kemer, bir taşıma çemberiyle desteklenen ateşe dayanıklı astar taşlarından örülebilir veya duvarlar gibi su soğutmalı plakalardan yapılabilir. Akım taşıyan elektrotlar simetrik duran üç delik üzerinden kullanım alanının kemerinden geçirilir. Bu elektrotlar özel aparatların yardımıyla yukarı ve aşağı hareket edebilir. Fırın genellikle trifaze akımla çalıştırılır; fakat doğru akımla çalışan fırınlar da vardır. Ark fırınının modern performansı genellikle kullanılan bileşim ve saflık derecesine ulaşmak için yardımcı madencilik yöntemiyle bir tavada ünite olarak üretim malının eritilmesi ve yarı işlenmiş sıvı ürününün üretilmesi için kullanılır.

5

10

15

20

25

30

35

Elektrikli ark fırınının son kontrolünden ve hasarlı kaplama noktalarının (yamama) tamirinden sonra izabe işlemi özellikle doldurmayla başlar. Modern fırınlarda üretim malının beslemesi üstten bir gut kepçesinin yardımıyla yapılır (yerleştirme kepçesi, sepetler). Doldurma tamamlandıktan sonra elektrotlar fırına götürülür ve yüksek gerilim şalteri açılır. Böylece eritme aşaması başlar. Verilen güç, elektrot konumu (ark uzunluğu) veya elektrot akımı değiştirilerek ayarlanır. Eritmeden sonra fırında bir metal katman ve bir cüruf katmanı oluşur. Cüruf, kemerleri örtmek, cürufların sökülebilirliğini iyileştirmek ve metal yangınlarını azaltmak için karbon içerikli maddenin yardımıyla köpürtülür. Böylece cüruf fırından boşaltılır; sıvı çelik bir çelik tavada erimiş maden deliği ve erimiş maden oluşu üzerinden kullanım alanı eğilerek (veya fırın temel tahliye ile donatılmışsa bu, buradan gerçekleştirilir) dökülür. Sürgüyle kapatılabilen çalışma kapısı eritme sürecinin denetlenmesi içindir (metal sıcaklık ölçümü, metal analizi için sıvı çelikten numune alma) Çalışma kapısı cüruf oluşturucuları beslemek ve katkı maddelerini (küçük fırınlarda) eklemek için de kullanılabilir. Modern yüksek performanslı fırınlarda eritme sürecinde cüruf

oluşturucular ayrı kapak deliği üzerinden bir taşıma bandı sistemiyle izlenebilir. Cüruf köpürtmesi için karbon içerikli maddeler ya kısım kısım ya da enjeksiyon brülörüyle gaz ışınları olarak verilir. Delmeden önce ve delme sırasında alaşım katkıları ve sakinleştirici maddeler ve fırın cüruflarının ayrılmasında çelik tavasının cüruf oluşturucuları eklenir.

Bilinen elektrikli ark fırınlarının şu kusurları vardır: elektrotların altında oldukça fazla lokal aşırı ısınma; kimyasal metal bileşiminin zor karıştırılması ve dengelenmesi; yanma ürünlerinin dikkate değer kazanımı ve fırın çalışırken yüksek gürültü emisyonu. Etketif olmayan fırın işletiminin kilit göstergeleri fazla yüksek lokal enerji yoğunluğudur. Fırın ne kadar yüksek performanslı olursa bu enerji yoğunluğu o kadar yüksek olur. Buna ek olarak mevcut fırınlar, oksit karbon malzemeler metal banyosuna özel, yani cürufun bileşeni olarak doldurmadan ayrı beslenmesi için tasarlanmamıştır.

İkinci buluşla ulaşılması gereken amaç ve ulaşılabilen teknik etkiler çelik üretimine yönelik zorlu yöntemin uygulanması için bir düzeneğin geliştirilmiş halidir. Bu nedenle buluşun amacı, metal üretim malının eritilmesi için özel elektrik akımı tüketimini azaltmak ve oksit karbon malzemesinden demir kazanımını artırmak ayrıca üretim malının toplam kütleindeki miktar oranını artırmaktır.

İstenen amaca ulaşmak ve talep edilen teknik etkiye ulaşmak için bir elektrikli ark fırını kullanılır. Elektrikli ark fırını, ocak ve duvarlar ayrıca dökülebilir maddelerin elektrot geçişi ve ilavesi için delikleri olan ateşe son derece dayanıklı yanaştırmalı fırın haznesini ve elektrot çerçevesi ve bir elektrot ünitesi kavisli çıkarılabilir bir kapak içermektedir. Buluş gereği fırın İstem 1 ila 5'e göre olan yöntemler uygulanabilecek şekilde oluşturulmaktadır. Bu sırada oksit karbon malzemesini fırının orta bölgesine nakletmek için fırın haznesinin duvarlarının etrafı aralıklı en az üç delikle donatılmaktadır. Bu delikler fırın haznesinin

maksimum işareten 0,2 - 1,0 m daha derindedir. Oksit karbon malzemesinin fırının orta bölgesine eklenmesi için duvarların etrafında aralıklı yerleştirilmiş delikler vardır; dahası bu delikler avantajlı olarak ilgili komşu elektrotların arasına yerleştirilmektedir.

5

Buluşlar aşağıdaki çizimlerle detaylı olarak açıklanmaktadır. Çizimler aşağıda açıklandığı gibidir:

Şek. 1, oksit karbon malzemesi kullanılarak çelik üretime yönelik yöntemin uygulanması için elektrikli ark fırınının genel görünümünü göstermektedir;

10

Şek. 2, Şek. 1'den A-A kesitini göstermektedir: Oksit-karbon malzemesinin elektrotlara ilişkin eklenmesi için deliklerin fırının orta bölgesine avantajlı konumlandırılması.

15

Böylece elektrikli ark fırınında çelik üretime yönelik yöntem avantajlı olarak trifaze akımla çalıştırılan elektrikli ark fırınında yürütülür ve fırının kullanım alanının yamanmasını, cüruf ve kümelenmiş oksit-kömür malzemedeki üretim malının doldurulmasını (veya donatılmasını), gerekirse üretim malının bir veya birçok halefini, elektrot ikmalini ve elektrotların değiştirilmesini; elektrik akımı, yakıt, karbollaştırıcı, toz, gaz halindeki oksijen beslemesini (elektrikli akımla besleme), üretim malının eritilmesini, metalin ısıtılmasını ve metal banyosunun (oksidasyon aşaması)

20

karbonsuzlaştırılmasını, metalin süzülmesini ve fırından cürufun boşaltılmasını kapsamaktadır. Bu sırada oksit karbon malzemesinin bir kısmı buluş gereği eriyik başına kullanılmış OKM'nin toplam miktarının %10-90 miktarından tek sefere mahsus cüruf dahil metal üretim malının ilk yüzdesiyle erime

25

başlamadan önce doldurulur. Oksit karbon malzemesinin kalan miktarı her 1 MVA için 0,5 - 10 kg/dak'lık özel yükleme oranıyla eritilen üretim malına çelik eritme sürecinin gidişatında elektrikli ark fırınının transformatör gücüne

30

aktarılır. Bu sırada oksit karbon malzemesinin münferit parçalarının tanecik boyutu 5 ila 80 mm arasındaki bir aralıktan seçilir.

5 Oksit karbon malzemesi fırının ark bölgesini sınırlandıran maksimum $D=(d_{TK}+3,5 d_{E1})$ boyutla sınırlı olan fırının orta bölgesine verilir; dahası elektrot kısmının daire çapı d_{TK} ve elektrot çapı d_{E1} 'dir.

10 Başka bir ifadeyle fırının orta bölgesinde D çapıyla elektrotların etrafına çekilen daire söz konusudur. Bu bölge genellikle fırının kullanım alanının kesit yüzeyinin maks. %30'unu kaplar. Oksit karbon malzemesinin katı oksidasyon malzemelerinden sağlanan ve/veya demir oksitlerin içerdiği karbon ve oksijen arasındaki oran, çıkış malzemelerinden $0,15 < C/O < 5,00$ aralığında aşağıdaki oranlarda seçilir (-% kütle olarak):

Katı oksidasyon maddesi 40 - 95; karbonlaştırıcı 5 - 60; bağlayıcı madde karbonlaştırıcının ve katı oksidasyon malzemelerinin toplam kütlelerinde %100'ü üzerinden %1-10 oranında;

20 Yani OKM'nin ilgili bileşimi ve bunun her eriyik için tüketimi üretilecek çelik türüne göre tespit edilir. Bu sadece çelik üretimi sırasında çelik üretiminin izabe süreçlerinde arkla eritme yönteminden sonra OKM katkısının optimizasyonunun genel görünümüyle sayısız denemelerle mümkün oldu. Bu prensibe dayanarak ilgili bilimsel temelin oluşturulmasına ulaşılabildi.

30 Katı oksidasyon malzemesi olarak demir konsantresi, kül, ham demir madeni, aglomeralar, kısmen doğrudan indirgeme yönteminden sonra indirgenen demirin ve/veya karışımları kullanılır. Karbon içeren reaktifler veya karbonlaştırıcılar olarak kok, grafit, odun kömürü, termik antrasit ve karışımları kullanılmaktadır. Bağlayıcı madde olarak sıvı sodyum silikat, çeşitli çimento türleri, melas, ahşap tutkalı, bentonit ve karışımları ayrıca biyolojik maddeler (un vb.)

kullanılabilir.

Oksit karbon malzemesi, malzemelerin toplam kütlesinde %5-30 miktarında demir içeren metal parçacıkları bulunabilir. Metal parçacıkları karbonlaştırıcı bileşeni olarak karbon kullanarak demir oksitlerden demir indirgemesi için katalizör olarak etki eder.

Oksit karbon malzemesi, malzemelerin toplam kütlesinde %0,1 ve 10,0 miktarında ek olarak cüruf oluşturunucular da içerebilir. Cüruf oluşturunucu olarak oksitler ve/veya floridler gibi 1550° C (bu sıcaklık üretim malının erime sıcaklığına denktir) sıcaklığın üzerinde demire kıyasla oksijene yüksek yakınlık gösteren elementler kullanılır, bunlar: Ca, Na, K, Ba, Al, Ti, Zr, Si, Mn, V, Cr ve B.

Çelik üretimine yönelik mevcut yöntemin uygulanmasına yönelik elektrikli ark fırını, elektrot geçişi (5) için delikli (4) fırın haznesi ve dökülebilir maddelerin () eklenmesi için bir delik (6) ve çıkarılabilir kavisli bir kapak (7) içerir. Fırın haznesi (3) ateşe son derece dayanıklı yanıştırma ile ocak (fırın haznesi) (1) ve fırın haznesinin (3) duvarlarını (2) oluşturacak şekilde örülmektedir. Çıkarılabilir kapak (7) elektrot çerçevesiyle (gösterilmemektedir) ve bir elektrot ünitesiyle donatılmaktadır. Elektrot ünitesi üç elektrottan (5) oluşur. Bu sırada oksit karbon malzemesini fırının orta bölgesine (9) iletme için fırın haznesinin (3) duvarlarının (2) çevresinde aralıklı delikler (8) oluşturulmaktadır. Delikler (8) fırın haznesinin (3) maksimum işaretinden (10) 0,2 ila 1,0 m daha derindedir. Duvarların (2) çevresindeki deliklerin (8), bu delikler avantajlı olarak ilgili iki komşu elektrodun (5) arasına yerleştirilerek (veya yönlerinin komşu iki elektrodun (5) konumuna uygun yerleştirilmesi) birbirinden ayrı yerleştirilmesi önerilmektedir. Bu çözüm, bazı koşullarda briketlerin elektrotlara zarar verebileceğinden eklenen oksit karbon malzemeli briketler elektrotları (5) "bombalamasını" önlemek için öngörülmektedir. Ayrıca fırının D çapıyla sınırlandırılmış alanı olan orta bölgenin (9) dışında OKM ile

doldurulması önlenmelidir. Aksi halde bu OKM'nin eritilmesi için ekstra enerji gerekir. Bu, doğrudan elektrotları (5) sınırlayan alanının aşırı ısınmasına neden olur.

Buluşların önemli olarak işaretlenmiş özelliklerinin analizi.

- 5 Elektrikli ark fırınındaki orta bölge (9), kullanım alanının kalan kısmından verilen muazzam miktardaki ısı enerjisi, maksimum enerji yoğunluğu ayrıca çok yüksek olan sıcaklık seviyesi ile ayrılır. Enerji yoğunluğu modern fırınların son jenerasyonlarında yakl. 10 MVA/m³'e ulaşmaktadır. Sıcaklık
- 10 seviyesi yakl. 4 000 - 15 000° K ve böylece ciddi derecede çıkıştaki üretim malının erime sıcaklığını ve nihai ürün olan sıvı metalin (maks. 1 700° C) sıcaklığını aşar. Bu nedenlerle genel olarak ark bölgelerinde (5) ve ark bölgesinin (5) ve fırının kenar bölgeleri haricindeki bölgelerde OKM parçaları
- 15 dahil tüm yüklenen malzemelerin erime süreçleri farklıdır. İlk durumda erime, çıkış malzemelerinin ve nihai ürün sıvı çeliğin erime sıcaklığını önemli miktarda aşan enerji fazlasıyla ve çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleşir. Sonuçlardan bazıları aktarılan enerjinin eksik ısı emilimi,
- 20 ciddi ısı kayıpları ve aşırı akım tüketimidir. İkinci durumda katı üretim malı bileşenleri sıvı hale geçer ve ısı kısıtlılığı ("ısı açlığı") koşullarında ve metal ve cürufun döküm sıcaklığının üstüne çıkmayan işletim sıcaklıklarında sıvı metal ve cüruf (1700° C) oluşur.
- 25 Tekniğin bilinen durumundan farklı olarak önerilen yöntem, genellikle cüruf dahil OKM'nin ciddi derecede az bir kısmının doldurmaya eklenmesine dayanmaktadır. OKM'nin kalanı, fırın akımın büyük bir miktarını alırsa eritme sürecinde ark bölgesine götürülür. Eklenen malzemeler üretim malının akım
- 30 sarfiyatını ciddi derecede artırır ve böylelikle ısı kayıplarını ayrıca akım tüketimini azaltır. Fırın orta bölgesinin özel enerji akışı (enerji tekniği) değiştirilen doldurma yöntemiyle birlikte katı OKM parçalarının son derece hızlı erimesini ve sıvılaştırma

aşamasındaki dönüşümlerini belirler. Böylece katı oksidasyon malzemelerinin demir oksitleri OKM'nin ve karbonun ana bileşenleri olarak yakl. 5 - 40 kg/(sek.m³) olan çok yüksek özel hızla karbonlaştırıcı maddenin bileşeni olarak tepkimeye girer. Bu oksidasyon (karbon) ve indirgeme (demir) tepkimelerinin türevleri metalik demir ve karbonmonoksittir. Metalik demir metal banyosuna akar ve böylece demir oranını artırır. Bu sırada hiçbir karışım içermeyen birincil demir söz konusudur. Karbonmonoksit, CO ve CO₂'nin son yanması sayesinde fırın için ek ısı kaynağı olur, böylece metal üretim mallarının eritilmesinde özel elektrik akımı tüketimi azaltılır.

OKM'nin ısıtılması ve eritilmesi, üretim maliyla sınırlı enerji soğurma kapasitesi sayesinde kullanılmayan ve esasen ısı kayıplarını oluşturan ısı oranının ek olarak kaydedilmesi sayesinde yapılır. Bu durum üretim malının eritilmesi sırasında özel elektrik akımı tüketiminin azaltılmasını sağlar.

Önerilen yöntem, demir oksit ve karbon arasındaki etkileşim sayesinde OKM'de hızlı ve tam kapsayıcı demir indirgemesine ulaşılmasına ve demir üretimi ve demir mamulünün veriminin artırılmasına olanak sağlar.

OKM'nin eritilmesine bu durumda sıvı cüruf aşamasının oluşması eşlik eder. Bu ark koşullarını ve fırında enerji beslemesinin istikrarını iyileştirir. Bunun sonucunda kemerlerin yakılmasındaki düşük enerji kayıpları sayesinde ek enerji tasarrufu sağlanır.

Mevcut elektrikli ark fırınlarında, fırının kapağında "beşinci" bir delik vardır. Bu, eritme sürecinde dökülebilir malzemelerin eklenmesi içindir. Eritme süreci kapsamında yüklenmeye geçilmesi eritme işletimi sırasında OKM dahil kesintisiz ve eşit malzeme taşımalarını mümkün kılmak için elektrikli ark fırınlarının mevcut konstrüksiyonunda değişiklik yapılmasını gerektirir. Bu amaçla OKM'nin üç veya daha fazla delik (8) üzerinden duvarlara (2) eklenmesi, bu

deliklerin (8) fırın haznenin (3) üst kısmında ve hatta maksimum işaretinin (10) 0,2 - 1,0 m altına yerleştirilmesi önerilmektedir. Bu OKM'nin eritme başlangıcından itibaren keyfi cüruf doldurma yoğunluğunda eklenmesine ve OKM tüketiminin de büyük bir alanda ve esnek ayarlanmasına olanak sağlar.

Elektrikli ark fırınlarındaki eritme aşamasının asıl özelliği üretim malının olabildiğince hızlı bir şekilde eritilmesi ve bu şekilde elektro termik eriyiğin büyük bir kısmı devre dışı kaldığı bu aşamanın süresinin kısaltılması için aktarılan elektrik enerjisinin maksimum miktarıdır. Elektrikli ark fırınları, özellikle son jenerasyon olanlarda her ton çelik için 1 500 kVA yüksek özel transformatör gücü vardır. Bunun sonucunda üretim malına önemli miktarda yüksek konsantrasyonlu elektrik enerjisi aktarılır. Katı üretim mallarının ısı biriktirme ve enerji tutma kapasitesini ciddi oranda aşar. Üretim malının aktarılan enerji bakımından sınırlı enerji tutma kapasitesi sayesinde bunun ciddi bir kısmı oran dışı kullanılır ve kısmen metal buharlaştırma, üretim malı, metal ve gazın aşırı ısıtılması ayrıca fırının kapağının (7) ve duvarlarının (2) vb. güçlendirilmiş ısı ışınımı için kullanılır. Bu etki büyüklüğü ısı kayıplarını ve akım tüketimini artırır ve eritme işletimi sırasında elektrikli ark fırınının termik verimini azaltır.

Eritme işletimi kapsamında üretim malına eklenen oksit karbon malzeme eriyen üretim malının katmanlarındaki boşlukları (hava boşluklarını) doldurur ve böylece doldurma yoğunluklarını artırır. OKM'nin çekirdek boyutu nispeten küçük olduğu için bu malzeme, metal üretim malının büyük parçalarına kıyasla daha büyük ısı değişim yüzeyine sahiptir. Ayrıca OKM briketleri cürufa kıyasla dar bölümlerdir ve böylelikle daha yüksek ısıtma oranı ve buna uygun olarak daha kısa erime süreleri vardır. Bu etki boyutu sayesinde oksit karbon malzemenin üretim malının depolama kapasitesi ve erime hızı artar.

Böylece kemerlerin yakılması sırasında açığa çıkan enerjinin

enerji tutma derecesi de artırılır ve ilgili enerji kayıpları azaltılır. Buna göre özel elektrik akımı tüketimi de azalır ve eritme süresi kısalır.

5 Böylece OKM, ark ısıısının depolanması artırarak ark bölgesindeki ısı değişimine etki eder. Bunun yanı sıra oksit-karbon malzemenin ek soğutma etkisi vardır. Bu, OKM'deki karbon ve demir oksit arasındaki kimyasal tepkimeyi sakınleştirir. Bu, doğası gereği ek olarak bu maddeleri içeren bölgede soğuyan endotermik bir tepkimedir. Böylece bu bölgeye

10 aktarılan ısıının enerji tutma hızı artar. Ark eritme yönteminden sonra OKM kullanımı ve bunların fırının orta bölgesine (9) dökülmeleri ısıının bir kısmının karbon ile demir oksit arasındaki tepkime için aktarılmasına neden olur. Böylece genel ısı kayıpları azaltılır ve özel elektrik akımı

15 tüketimi düşürülür. Açıklanan sonuç ark bölgesinin kimyasal soğutulmasına ve soğutma etkisinin güçlendirildiği OKM'nin bu bölgedeki sıcaklık koşullarına saf fiziksel etkisine ilişkindir.

Endotermik tepkime, karbonlu demir oksitlerden demir

20 indirgenmesine ilişkindir ve buna önemli ısı kaybı eşlik eder. Zorlu yöntem bu ısı kaybını, fırından çıkan ve kayıp olarak değerlendirilen enerjinin alınmasıyla kapatır. Böylece OKM'nin uygulanmasındaki ek ısı kaybı önlenir.

Eritme işletimi sırasında dahil edilen OKM'nin karbon ile

25 demir oksit arasındaki etkileşimin türevleri demir ve demir monoksittir. OKM'den kazanılan demir metal banyosuna gider ve böylece demir kazanımını artırır. Bu sırada Cu, Sn, Mo, Cr, Ni vb. gibi diğer elementlere kıyasla yüksek saflık gösteren birincil demir söz konusudur. Fırının orta bölgesindeki

30 özellikle yüksek sıcaklıklar, OKM parçalarının (briketler) genişletilmiş ısı değişim yüzeyleri, karbonlaştırıcı ile katı oksidasyon maddesi arasındaki temasla oluşan muazzam tepkime yüzeyinin mevcudiyeti ayrıca yüksek yoğunluklu ısı aktarımı bu tepkime için yeterli koşulları ayrıca tam kapsayıcı demir

35 indirgemesini sağlar.

Oluşan karbonmonoksit parçalı üretim malının gövdesinden açığa çıkan ek ısının kaynağı olarak kullanılır. Karbonmonoksit eriyen parçalı üretim malının katmanıyla aktarılır ve CO₂ olması için yakılır; dahası OKM'nin içerdiği karbon için 5 kilo başına 6,55 kWtSt ısı açığa çıkar. Katı üretim mallarının mevcut olması, genişletilmiş yüzeyleri, ciddi oranda düşük sıcaklıkları ayrıca CO oluşturma bölgesindeki yığılımları, CO son yakma bölgesi ve ısı depolama bölgesinin oluşturulması üretim malının kütlesindeki CO'nin CO₂'ye tam kapsayıcı son 10 yakılması ve etrafını saran maddelere son yakma sırasında güçlü ısı aktarımı için koşulları oluşturur. Bu karakteristikler metal banyosunun katı sıvı haldeyse ve köpürtülen cüruf katmanıyla örtülüyse son yakma ve ısı aktarımının avantajlı olarak eritme işletiminin sonunda 15 yapıldığı bilinen yöntemin ilgili özelliklerini ciddi oranda geçmektedir. Bu şartlar son yakma ve ısı değerlendirmesi için koşulları ciddi oranda olumsuz etkiler.

Yukarıdaki uygulamalarda OKM'nin eritme işletiminde kullanılması ve OKM'nin eritme süreci kapsamında eklenmesi bu 20 maddelerin elektrikli ark fırınındaki davranışlarını ve enerji akışını genel olarak esaslı bir şekilde değiştirir. Yüksek sıcaklık bölgesine OKM katılması ve bunun ardıl ısıtılması OKM'nin içerdiği karbonun etkisiyle demir oksitten demir indirgeme tepkimelerini başlatır bu da demir kazanımının 25 artırılmasını sağlar. Böylece yakma bölgesinin fiziksel ve kimyasal soğutulması sağlanır. Bu ısı alma derecesini ciddi oranda artırır ve ısı kayıplarını ortadan kaldırır. Üretim malı gövdesiyle filtreleme sırasında karbonmonoksit yanar, böylece CO₂ oluşur. Böylece CO oluşturulan bölgeler, CO'nun 30 ardıl yakma (CO₂) ve ısı aktarımının birikmesi sağlanır. Bu ardıl yakmanın ve enerji taşıyıcısı olarak karbonun etkinliğini genel olarak artırır. Akabinde akım tüketimi azaltılır ve eritme süreci kısaltılır.

Bu, OKM'nin aktif eritilmesinin ancak eritme işleminin 35 tamamlanma aşamasında başladığı önerilen yöntemin tekniğinin

bilinen durumuna karşı avantajlarından biridir. Bu sürede fırında nispeten soğuk köpürtülmüş cürufla kaplı katı-sıvı metal banyosu oluşur. Bu nedenle CO'nun CO₂'ye yakılması ve uygun olmayan koşullarda fırın banyosuna ısı aktarımı gerçekleştirilir. Akabinde karbon kullanımından kaynaklanan etki daha önemli oranda düşüktür ve 4,5 - 4,9 kWtSt/kg'a kıyasla önerilen yöntemle göre maks. 3,1 ve 3,8 kWtSt/kg arasında karbon tutar.

Böylece çelik üretimine yönelik zorlu yöntem OKM yüklemenin özel bir sistemi kullanılarak eritme aşamasındaki enerji akışı ciddi derecede değiştirilir ve bu şekilde akım tüketiminin önemli ölçüde düşük olmasına katkı sağlar.

%10 - 90'lık bir oran fırının transformatör nominal gücünün geniş değişim alanı ve çeşitli bileşimli OKM parçalarının soğutma etkisine bağlıdır. Bu iki parametre arasındaki oran, eritme işletiminde eklenen OKM'nin her eriyik için toplam tüketiminin %10 - 90'ı oranında değişebilir. Bu oran %10'un altındaysa erişilebilen etkiyi azaltır böylece önerilen yöntemin tanım sayıları da küçük olur. Eritme işletiminde OKM oranı %90'ın üzerindeyse önerilen yöntemin etkinliği de azalır. Bu, bu durumda cüruf dahil eklenen OKM'nin miktarının gereken karbonmonoksit miktarının sağlanamamasına bağlıdır. Bunun sonucunda metal banyosu daha az etkili karışır ve eritme süreci uzar. Ayrıca ortaya çıkan sınırlı monoksit miktarı, eritilen maddelere ve katı sıvı metal banyosuna aktarılan ısıyı engeller. Her iki etki boyutları akım tüketiminin üretim malının eritilmesiyle ilişkili olarak artmasına neden olur. Bu nedenle eritme işletiminde %10 ve %90 arasında belirtilen oran aralığı, üretim malının eritilmesi için maksimum özel ısı sarfiyatını sağlar.

OKM'nin münferit parçalarının 5 ila 80 mm arasındaki tipik tanecik boyutunda münferit parçaların üç ana özelliğinin ortalama değeri söz konusudur. Bu boyut aralığı, bu münferit parçalar cüruftaki boşluklarının (hava boşlukları) içine sığabilecek ve OKM'nin fırın gövdesinin (3) duvarındaki (2)

delikler üzerinden dökülmesine olanak sağlar. Tanecik boyutu 5 mm'nin altındaysa OKM büyük cüruf parçacıklarıyla demir yüzdesinin alt kısmına düşebilir ve eritme bölgesinin dışında kalabilir. Akabinde OKM, fırın haznesini (1) sınırlandıran üretim malının katmanlarında birikir, erimesi yavaşlar ve üretim malının eritme sürecinin sonuna doğru kayar. Bu nedenle OKM parçacıklarının 5 mm'nin altında küçültülmesi istenmez. OKM çekirdek boyutu 80 mm'nin üzerindeyse kemer oluşumuna doğru eğim artar ve fırına doldurulması zorlaşır. Bu nedenle daha fazla büyütülmesi de mantıklı değildir.

Genel anlamda yukarıda belirtilen koşulların kombinasyonu ve hatta eritme işletiminde OKM'nin %10-90 oranında ilavesi ve bu maddelerin eritme sürecinin başında OKM'nin çekirdek boyutunun 5 ila 80 mm arasında olmasını ve bu sırada çok yüksek hızda ve hatta aksi halde kaybolan ısı sayesinde üretim malının elektrikli arka aktarılan toplam ısının alınamamasına neden olur. Bu sırada neredeyse tam kapsayıcı demir indirgemesine ulaşılır; dahası katı oksidasyon maddelerinin toplam oksitlerinin içerdiği demir etkin bir şekilde indirgenebilir. Bunun sonucunda demir kazanımı da artar.

Eritme başlangıcından itibaren demirin yanı sıra katı oksidasyon malzemelerinin içerdiği demir oksitlerin karbon ile oksijen arasındaki tepkimesinin müteakip ürünü de önceki karbonmonoksit oluşumu da önemli bir rol oynar. Bu sırada oluşan bir ton malzeme için 600 m³ gibi ciddi karbonmonoksit miktarı olumlu etki eder. Monoksit, CO₂'ye yakılması sırasında kilogram başına 6,55 kWtSt karbon açığa çıkan ardıl yakmada ek enerji taşıyıcısı olarak görev yapar. Katı üretim malı parçalarının mevcudiyeti son yakmada ısı tutma koşullarını bilinen yöntemle kıyasla iyileştirir: %30 - 50'ye kıyasla %60 - 80. Böylece ek olarak elektrik akımı tasarrufu sağlama olanağı oluşur.

Monoksitin fırın atmosferine dahil olması oksijen oranını ve gaz aşamasının oksidasyon potansiyelini toplamda mevcut cüruf yüzeyine bağlı olarak azaltır. Böylece cüruf demirdeki demir

indirgemesi ek olarak azaltılır ve metal üretim malından demir kazanımı artırılır.

Buluş gereği ölçümleri maks. $D=(d_{TK}+3,5 d_{E1})$ olan OKM fırının orta bölgesine (9) aktarılır. Bu bölgenin yüzeyi kapak yüksekliğinde fırının toplam enkesit yüzeyinin maks. %30'dur. Bu parametrenin seçimi elektrikli ark fırınının özel enerji akışına bağlıdır. Akımın ısıya toplam dönüşümü ayrıca fırının orta bölgesindeki (9) ısı dağılımı bunların ölçüleri elektrotların (5) elektrot kısmının daire çapı d_{TK} ile kıyaslanabilecek şekilde yapılır. Bu parametrenin yüksek performanslı modern fırınlardaki mutlak değeri 1,3 ila 1,6'dır. Fırının merkezinde bulunan yüksek konsantrasyonlu ısı kaynağının mevcudiyeti ark bölgesinde üretim mallarının katı maddelerinin avantajlı olarak eritilmesini belirler. Üretim malının kenar kısımları çok sonra erir ve hatta "kuyularda" ("menholler") bile eridikten sonra erir ve tek tip eritme bölgesi oluşturulur. Ark bölgesindeki özellikle yüksek enerji yoğunluğu ve burayı sınırlandıran bölgeler nedeniyle OKM tam olarak elektrotların (5) altında ve bunun yanında bulunan fırının orta bölgesine (9) aktarılmalıdır.

Ekleme bölgesinin boyutu $D=(d_{TK}+3,5 d_{E1})$ 'nin altındaysa eklenen OKM azami sıcaklık ve maksimum enerji yoğunluğunun olduğu bölgelere gider. Böylece OKM'nin önceden erimesi ve katı oksidasyon maddelerinin karbon ve demir oksitleri arasındaki tepkimenin hızlı bir şekilde tamamlanması sağlanır. Bu tepkimenin hedef ürünleri karbonla demir oksitlerden indirgenen demir ve karbonmonoksittir. Karbonmonoksit son yakma enerjisi şeklinde ek ısının kaynağı olarak kullanılır. Ayrıca elektrikli fırının gaz aşamasının oksidasyon potansiyelini azaltan ve böylece üretim malından demir kazanımını artıran etki boyutudur.

Fırına özel OKM ekleme oranının önerilen aralığı 1 MVA transformatör gücü için 0,5 ila 10,0 kg/dakikadır. Her MVA için 0,5 kg/dakikanın altındaki hızda akım sarfiyatının azaltılmasına ilişkin ulaşılabilen etki azalır ve demir

kazanımlarının artırılması önemli ölçüde artar. Bu nedenle bu karakteristik değerler daha da azaltılması amaca aykırıdır. Her 1 MVA için 10 kg/dakikanın üzerindeki OKM ekleme oranında ark bölgesinin gereğinden fazla soğumasına ve bunu sınırlandıran bölgeler gözlenir. Bu üretime sürecinin yavaşlamasına ve akım sarfiyatının artmasına neden olur. Ayrıca OKM'nin karbon ile demir oksit arasındaki asıl tepkimesinin eksik cereyan eder. Fakat bu tepkime bu maddelerin uygulanmasının verimini belirler. Bu nedenle 1 MVA için 0,5 ila 10,0 kg/dakika arasındaki ekleme hızlarının uygulanabilir alanı en uygundur.

OKM'nin üst özelliği karbon oksijen oranıdır (C/O). Bu kompozit malzeme (OKM) ve bileşiminin seçimi uygulamanın veriminin genel etkisini geneller. OKM'de karbon ile oksijen arasındaki oran $0,15 < C/O < 5,00$ arasındaki bir aralıktan seçilir. OKM'de C/O oranı 0,15'in altında korunursa bu malzemenin soğutma etkisi katı oksidasyon malzemesinin soğutma kapasitesiyle maksimum değere zıttır. Her eriyik için OKM miktarının azaltılmasının gerekmesi bunun sonuçlarından biridir. Bu önerilen yöntemin verimini azaltır. Bu nedenle C/O oranının 0,15'in altında olması arzu edilmez.

OKM'deki C/O oranı 5,00'dan daha yüksekse malzemenin soğutma kapasitesi ciddi derecede azalır. Bunun nedeni OKM'den metal banyosuna gelen yüksek karbon oranıdır ve metalin aşırı karbonlaşmasına neden olmasına neden olur. Bu nedenle 5,00'dan yüksek C/O oranı mantıklı değildir. Yani C/O oranları 0,15'ten düşük ve 5'te yüksek olması arzu edilmez.

OKM komponentleri için sınır değerler ve bu malzemelerin bileşimi aşağıdaki tasarımlarla belirlenmektedir. Katı oksidasyon malzemelerinin oranı %40'ın altındaysa ve karbonlaştırıcı maddenin oranı buna göre %60'ın üzerindeyse karbonun bir kısmının oksitlenmesi için katı oksidasyon malzemesindeki demir oksitteki tüm oksijen tamamen tüketilir. Bu sırada oluşan oldukça yüksek karbon miktarı metal banyosuna aktarılır ve burayı karbonla zenginleştirir. Metal banyosuna giren karbon miktarı çok yüksektir. Karbon oranının

artırılması ark bölgesinde OKM'nin soğutma etkisini azaltır ve ek oksijen ve akım tüketimini gerekli kılar; dahası oksidasyon aşamasının süresi ve toplam erime süresi yavaşlayabilir. Aynı zamanda metalin fosforunun giderilmesi için koşullar cüruftaki düşük demir oksit miktarı nedeniyle kötüleşir. Bu nedenle amaca aykırı olarak katı oksidasyon malzemesinin oranı %40'ın altın düşer ve karbon içeren reaktiflerin oranı %60'ın üzerine çıkar. OKM'de artırılmış katı oksidasyon malzemesi oranında (%95'in üstünde) ve buna göre düşük karbonlaştırma maddesi oranında (%5'in altında) oksijen verici olarak etki eden demir oksit miktarı, OKM'deki toplam karbonun giderilmesi için gereken miktarı ciddi ölçüde aşar. Katı oksidasyon malzemesinin gereğinden yüksek oranı ve buna göre karbonlaştırıcıların düşük oranı saf katı oksidasyon malzemeleriyle kıyaslanabilir olan OKM'nin soğutma etkisini artırır ve cürufun soğutma kapasitesine 3 ila 4 maddede katkı sağlar. Bu her eriyik için OKM tüketimini önemli ölçüde sınırlandırır. Bu sırada oluşan demir oksit fazlası cüruf gider ve böylece oksidasyon derecesini ve cüruf kütlesini artırır. Bu etki boyutları elektrikle işlemenin karakteristik değerlerini (özellikleri) olumsuz etkiler, son metaldeki oksijen miktarını çoğaltır, sakinleştirici madde tüketimini artırır, oksit birleşmeleriyle çeliğin kirliliğini güçlendirir ve fırın yavaşştırmasının dayanıklılığını kötüleştirir. Bu nedenlerle OKM'deki oksidasyon maddesi ve karbonlaştırıcı için sınır değerler %90 ve %5 sınırını aşmamalı/altına düşmemelidir. OKM bileşeni olarak bağlayıcı maddenin karbonlaştırıcısının %100 toplam kütlesi üzerinden miktarı %1 ile 10 arasındadır ve katı oksidasyon maddesi briketlerin amacına uygun mekanik mukavemetini sağlar ve eritme süreci üzerinde önemli etkileri yoktur.

Oksit karbon malzemesi %5-30 miktarında demir içeren metal parçacıkları içerebilir. Bu tür metal parçacıkların mevcudiyeti, OKM'de ısıtılması ve eritilmesi sırasında gerçekleşen karbon ile katı oksidasyon maddesi arasındaki asıl

tepkimeyi ciddi şekilde hızlandırır. OKM'de metal parçacıkların bulunması karbon yardımıyla demir oksitten demir indirgemesini ve bu işlemin hızını artırır.

5 Bu metal parçacıkların OKM'deki oranının nispeten düşük olması belirtilen asıl tepkimenin sürecine olumlu etkisini azaltır. Pozitif sonuçlar kümelenmiş malzemelerin üretilmesine yönelik karmaşık yöntemle faydalı olmaz. OKM'deki metal parçacıkların oranının artırılması (%30'un üstünde) OKM'nin mukavemeti azaldığından bağlayıcı madde tüketiminin önemli ölçüde artmasına bağlıdır. Ayrıca bu önlem OKM'nin toplanmasına neden olabilecek belli süreç tekniğinin zorluklarını genişletir. Böylece %5 ile 30 arasındaki karakteristik değerlerin optimum olduğu tespit edilmiştir.

15 OKM, %0,1 - 10,0 miktarında cüruf oluşturucu içerebilir. OKM'nin bu bileşenlerle tamamlanması OKM'nin eritilmesi sırasında sıvı cürufun oluşmasını sağlar. Deneyler bu çözümün arkların yakma stabilitesini artırdığını ve enerji kayıplarını azalttığını göstermektedir. Ayrıca hızlı cüruf oluşumu, eritme aşaması tamamlandıktan sonra fosfor oluşumu için koşulları iyileştirmektedir. Cüruf oluşturucu oranının bu durumda pozitif etkileri azalacağı için %0,1'in altında olması arzu edilmez. OKM'nin asıl bileşenleri olan karbon ve demir oksit nispi oranının azalması anlamına geldiğinden cüruf oluşturucu oranının %10,0'un üzerinde olması da arzu edilmez. Bu nedenle 25 %0,1 - 10,0 aralığının en iyisi olduğu belli olmuştur. Mevcut ark fırınlarının fırın kapağında eritme süreci kapsamında dökülebilen maddelerin eklenmesi için sadece bir delik vardır. Bu eritme işletiminde eklenen malzeme miktarlarından çok daha fazlasını yakabilen modern ark fırınları için yeterli olmayabilir. Bunun için cürufun dökme yoğunluğunun sürekli 30 azaltılmasına yönelik eğim fırın haznesini tamamının kapağa (7) kadar doldurulmasına neden olur. Bu nedenle demir oluşumunda çok daha az boşluk vardır. OKM'nin eritme başlangıcında eklenmesi zorlaşır, bu nedenle de OKM tüketimi 35 sınırlanır. Sorunun çözümü daha fazla deliklerin öngörüldüğü

kapasite genişletmesidir. Bunun için delikler fırın haznesinin (3) duvarlarının (2) etrafına aralıklı yerleştirilmektedir. Bu sırada en az üç delik söz konusudur, yani sayısı elektrot sayısının katıdır. Bu delikler avantajlı olarak iki ilgili komşu elektrot (5) ve fırın haznesinin (10) 0,2 ila 1,0 m derindeki en yüksekteki işareti arasındadır.

3. Bu çözüm, OKM'nin eritme başlangıcından itibaren keyfi cüruf doldurma yoğunluğunda eklenmesine ve OKM tüketiminin de büyük bir alanda ve kademesiz ayarlanmasına olanak sağlar. Bu sırada eklenen OKM briketlerinin elektrotlara (5) zarar vermesi engellenir. OKM briketleri tam olarak fırının orta bölgesine (9) denk gelir. Böylece biriken erimemiş OKM miktarı oluşmadan malzemelerin eşit dağılmasını ve maddelerin erimesini sağlar. Çelik üretimine yönelik elektrikli ark fırınındaki yöntem aşağıdaki gibi gerçekleştirilir:

Cüruf elektrik ark fırınından çekildikten ve boşaltıldıktan sonra fırının başlangıç durumuna döndürülmesi için kullanım alanı yamanır. Fırın, ilk saksıyla cüruf ve kümelenmiş (briketlenmiş) oksit karbon malzemeyle donatılır. Oksit karbon malzemedede, bağlayıcı madde olarak %1 ila 10 oranında Portland çimentosu kullanılan, örn. sarsarak presleme yönteminden sonra oluşturulmuş 5 ila 80 mm büyüklüğündeki parçalar söz konusudur. Gereken OKM oranı her eriyik için toplam tüketim miktarının %10 ila 90'ı kadardır. Akım tüketimi devreye girer. Aynı zamanda yakıt, gaz halindeki oksijen ve tozların beslemesi etkinleştirilir. Üretim malı erimeye başlar. Erimenin başlamasına paralel ve eş zamanlı olarak OKM, fırının kullanım alanına fırın haznesinin (3) duvarlarındaki (2) delik (8) dizileri üzerinden eklenir. Oksit karbon malzemesinin eklenmesi transformatör nominal gücünün her 1 MVA'sı için 0,5 ve 10 kg/dak. arasında özel ekleme oranıyla yapılır. Bu parçalar cürufta bulunan bazı boşlukları doldurur. Şu anda kullanılan cüruf yakl. 0,5 t/m³ gibi düşük dökme yoğunluğuna sahiptir. Bu nedenle cüruf kapsamının %90'ından fazlası boşluklara dökülür. Yani hava boşlukları üretim malının toplam

kapsamına hakimdir. Hava boşluklarının çıkış demir oluşum katmanındaki varlığı eklenen oksit karbon malzemelerin etkili bir şekilde demir yüzdesinin kapsamına alınmasını sağlar.

5 Cürufun yüksek dökme yoğunluğunda oksit karbon malzemelerin, eritme başlangıcından 1 ila 2 dakika sonra eklenmesi avantajlıdır. Bu durumda katı üretim malının bir kısmı zaten eritilmiş olmalıdır, böylece fırının kullanım alanının bir kısmı boşalır ve demir yüzdesinin yüzeyi ile fırının kapağı (7) arasında ek boşluklar oluşur.

10 Fırın haznesinin (3) duvarlarındaki (2) deliklerden (8) eklenirken OKM'nin dayama açısı OKM parçalarının kısmı ark bölgesi olan tane boyutuyla birlikte orta bölgeye (9) girmelerini kolaylaştırır.

15 Bu sırada boyutu maks. $D=(d_{TK}+3,5 d_{E1})$ kadardır. Bu fırının kullanım alanının enkesit yüzeyinin %30'undan fazladır. Böylece ısıtılan arkın altında bulunan ve oksit karbon malzemesinin tam olarak yan tarafları erimeyen üretim malının "duvarlarıyla" sınırlanmış orta bölgeye (9) denk gelmesi sağlanır.

20 Eklenen maddelerin tüketim oranı, OKM akış hızına denk olan veya biraz küçük olan belli ekleme oranını koruyan, aktarılan elektrik enerjisinin miktarıyla belirlenme koşulu nedeniyle transformatör gücünün her 1 MVA'sı için 0,5 -10,0 kg/dakikalık aralıktan seçilir. Malzeme tüketimi yavaş yavaş artar. Bu, 25 demir oluşum katmanındaki boşluk yerleri (hava boşlukları), "kuyular" oluşursa ve elektrotlarla (5) tek tip eritme bölgesi oluşturulursa üretim malının eritilmesi kapsamında gerçekleştirilmektedir.

30 Üretim malının %50 ila 65'ini kapsayan ilk saksının bir kısmı eritildikten, ilk eritme aşaması tamamlandıktan sonra fırın kapatılır. Oksit karbon malzemesinin eklenmesi durur. Ardından doldurma (ardıl doldurma) ikinci cüruf saksısında gerçekleştirilir. Akım tüketimi tekrar açılır ve oksit karbon malzemesi eklenmeye başlanır. Fırının yanaştırmasını arka 35 karşı destekleyen veya ekranlayan fırının duvarları (2) katı

5 üretim malından ayrıldıktan ve katı sıvı metal banyosu içine batırılmış cüruf parçacıklarıyla oluşturulduktan sonra OKM'nin eklenmesi iptal edilir. Bu, arklar fırınının duvarlarını (2) ve kapağını (2) doğrudan ışık neşreden düz metal banyosu düzeyinde seyreden tamamlayıcı eritme aşamasına karşılık gelir. Ardından eritme süreci, bilinen yöntemle benzer standart yöntemden sonra sürdürülür.

10 Eritme başlangıcında OKM katkılarının üretim malına eklenmesi, üretim malı kapsamının ağırlıklı kısmını ve elektrikli ark fırınının toplam kullanım alanını kapsayan sayısız hava boşluklarını içermesine dayanır. Katı çıkış üretim malının diğer eritilmeleri, 0,4 ile 0,6 t/m³ arasındaki nispeten düşük dökme yoğunluklu cürufun ana gövdesi yeni hava boşluklarının oluşumuyla demir oluşum katmanına eşlik eder: Bunlar zaten

15 belirtilen "kuyulardır". Bu sırada metal üretim malının tüm gövdesine kapaktan (7) ocağa (1) kadar nüfuz eden hava boşlukları söz konusudur. Geometrik şekillerine göre duvarları parçalı maddelerden oluşan, esasen metal üretim malını oluşturan silindire benzer. "Kuyular" katı, elektrotların (5)

20 altında ve bunların yanındaki üretim mallarıyla sivilaşması ve oluşturulan eriyiğin fırının alt kısmından ocağa (1) kadar akmasıyla oluşur. Böylece üretim malının münferit parçalarının kullanım alanı serbest kalır, böylece katı maddeler içermeyen demir oluşum kapsamında hava boşlukları (boşluklar)

25 oluşmaktadır. Bu OKM'nin kullanım alanına eklenmesini kolaylaştırır ve OKM tüketiminin artırılmasına olanak sağlar. Elektrotlar (5) çıkış demir oluşumunun toplam çekirdeğinden geçtikten ve alt son konuma ulaşıldıktan sonra ve arklar fırın ocağında (1) bulunan katı sıvı metal banyosu için işletim

30 durumuna geçtikten sonra "kuyuların" yan duvarlarını oluşturan üretim malı parçalarının eritilmesi başlar. Önce oluşturulan hava boşlukları demir oluşumunun kapsamında geliştirilir. Cürufun düşük dökme yoğunluğunun oluşturuldukları zamanda "kuyuların" nispeten küçük çaplı olmasını belirler. Bu sırada

35 yakl. $d_B = 1,5d_{E1}$ kadardır. OKM parçalarının eklenmesi veya

mevcudiyeti metal üretim malının katmanında "kuyu" ile elektrotlar arasındaki çap oranını büyütür.

Nispi "kuyu" çapı $d_B/d_{E1}=2$ ve üstüne ulaşırsa fırının orta bölgesinde (9) elektrotların (5) altında oluşan "kuyular" tek tip bir eriyik bölgesi olarak birleşir. Bu bölge yanda kendi tarafında fırın haznesinin (3) duvarlarıyla (2) desteklenen henüz erimemiş üretim malı parçalarıyla oluşturulur.

Elektrotların altındaki katı üretim malının kısmen eritilmesiyle kullanım alanının bir kısmı cüruftan kurtulur.

10 Bu OKM'nin eklenmesi için koşulları ciddi oranda kolaylaştırır ve ekleme hızını artırmaya yardımcı olur. Ayrıca OKM'nin sıvı metal banyosunun yüzeyine denk gelecek şekilde eklenmesi ve avantajlı olarak eritme sürecinde oluşturulan metal banyosunun yüzeyine yayılması sağlanır.

15 Fırının ikinci saksı ile yüklenmesinden sonra OKM parçaları demir oluşumu kapsamının içine ulaşır ve bunun için elektrotların (5) hareket yolunda bulunan fırın kullanım alanının neredeyse merkezine ulaşır. Bu hem bu malzemenin içerdiği katı oksidasyon maddesindeki karbon ile oksijen arasındaki tepkimelere ilişkin hem de eriyen maddelerin ve metal banyosundan alınan ısıdan etkili bir şekilde faydalanarak CO'nun CO₂'ye yakılmasına ilişkin OKM'nin potansiyeli için gereken ve yeterli olan koşulları sağlar.

25 Aynı zamanda metal banyosunun karbonlaştırılması hızlandırılır. Bu eritme aşamasını hızlandırır ve akım tüketimini azaltır.

Böylece OKM briketinin bir kısmının eritme işletimi sırasında eklenmesi eritme yöntemini ciddi derecede iyi yönde değiştirir ve uygulamanın verimini artırır.

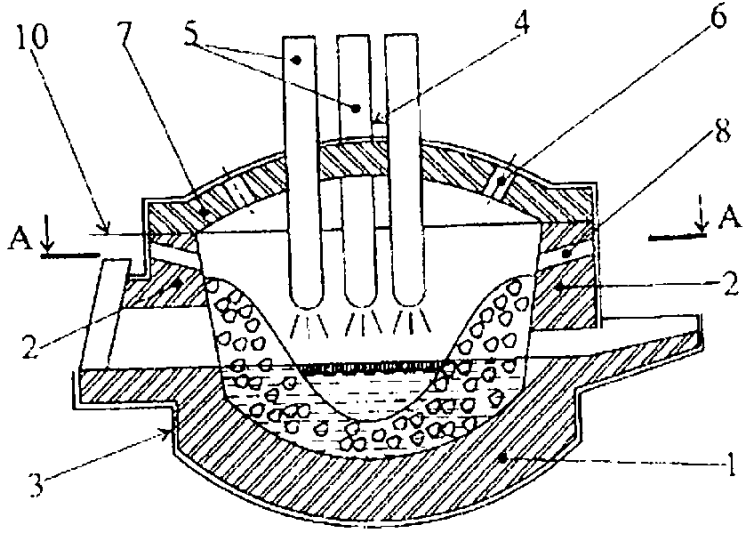
30 Katı oksidasyon maddelerindeki demir oksitlerle aktarılan karbon ile oksijen arasındaki oran $0,15 < C/O < 5,00$ olarak seçilir veya bu oran korunur. Önerilen yöntemin verimi OKM bileşimi, demir içeren metal parçacıklarla %5 - 30 miktarında tamamlanırsa artar. Metalik demirin mevcudiyeti karbon ile demir oksitler arasındaki tepkimenin başlangıç sıcaklığını

azaltır

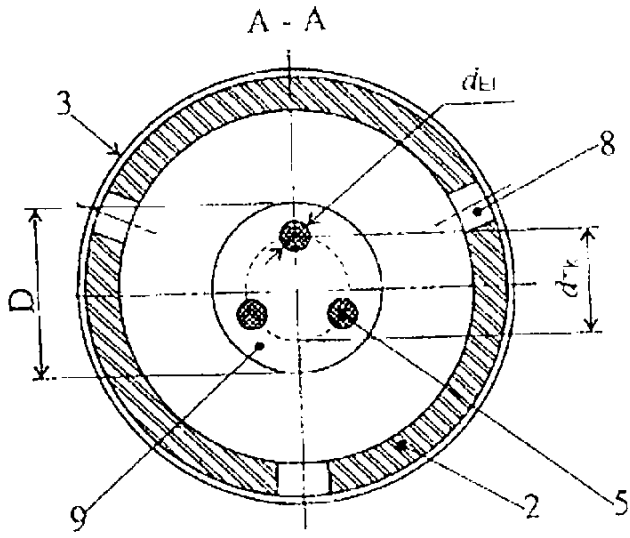
ve bu tepkimenin seyrini hızlandırır. Bu demir indirgeme derecesini artırır ve karbonmonoksit oluşumunu hızlandırır. Bu gazların oluşturulması önceden oluşturulması son yakma koşullarını ve demir oluşumunun eriyen maddelerine ısı aktarımını iyileştirir ve üretim malı ile ısı alışverişi süresini uzatır ve CO'nun CO₂'ye yakılması sırasında ısı oluşumunu artırır.

Önerilen yöntemin verimi OKM bileşiminin ek olarak malzemenin toplam kütlelerini %0,1 ila 10,0 miktarında tamamlayan 1550° C sıcaklığın üzerinde demire kıyasla oksijene yakınlık gösteren kimyasal elementler oksit ve/veya florid gibi cüruf oluşturucularla da artırılır.

Buluş gruplarının kullanılması nedeniyle çelik üretimine yönelik yöntem ve bunun için elektrikli ark fırını geliştirildi. Böylece metal üretim malının eritilmesi için özel elektrik akımı tüketiminin ciddi derecede azaltılması ve oksit karbon malzemesinden demir kazanımını artırılması ve üretim malının toplam kütleindeki miktarının artırılması mümkün oldu.



ŞEKİL 1



ŞEKİL 2