

ÖZET

ERİYİK DEMİRİN ÖN ARITIMINA YÖNELİK YÖNTEM

- 5 Eriyik demirin ön arıtımına yönelik bir yöntem önerilmekte, burada hurdanın eritilmesine yönelik kaynak demir verimini iyileştirmek için yeterli ölçüde sağlanırken, silisyum giderme, fosfor giderme ve karbon giderme süreçlerinde kullanılan eritken solvent miktarını bastırmak suretiyle fosfor derişimini verimli bir şekilde azaltmaktadır. Eriyik demirin konvertör tipi kapla fosfor giderme ve silisyum giderme işleminin gerçekleştirilmesi amacıyla eriyik demirin ön arıtımına yönelik yöntemde, eriyik demir, ilk olarak silisyum giderme işlemini gerçekleştirmek amacıyla konvertör tipi kaba yüklenmekte ve daha sonra ara cüruf giderme işlemi gerçekleştirilmekte ve sonrasında, eriyik demirin fosfor giderme işlemini gerçekleştirmek için oksijen üflenirken kaba kireç bazlı eritken solvent ilave edilmekte ve sonrasında işlenmemiş yeni eriyik demir, silisyum giderme işlemini gerçekleştirmek için kaba yüklenmekte ve sonrasında yukarıdaki işlemler, aynı kapla tekrarlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir.
- 10
- 15

İSTEMLER

1. Bir konvertör tipi kapla eriyik demirin silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla eriyik demirin ön arıtımına yönelik bir yöntem olup, burada ilk olarak bir yüksek fırından akan eriyik demir, silisyum giderme işlemini gerçekleştirmek için konvertör tipi kabın içine yüklenmektedir ve daha sonra eriyik demir ve silisyum giderme işleminden sonraki cürufun bir kısımına ara cüruf giderme işlemini gerçekleştirmek için kap içinde tutulmaktadır ve sonrasında eriyik demir ve silisyum giderme işleminden sonra kapta tutulan cüruf kireç bazlı eritken solvent ilave edilirken, eriyik demirin fosfor giderme işlemini gerçekleştirmek için oksijen üflenmektedir; burada fosfor giderme işleminden sonra 1.2'den daha az olmayan bir cüruf bazlığına sahip kütlege %30'dan daha az olmayan cüruf, konvertör tipi kap içinde tutulmaktadır ve daha sonra silisyum giderme işlemini gerçekleştirmek için, fosfor giderme işleminden sonraki cüruf içeren kabın içine en azından işlenmemiş eriyik demir yüklenmektedir ve silisyum giderme işleminin sonundaki eriyik demirin silisyum derişimi, kütlege %0.2'den daha fazla olmayacak hale getirilmektedir ve silisyum giderme işleminden sonraki cüruf bazlığı 0.5'ten daha az ve 1.5'ten daha fazla olmayacak hale getirilmektedir ve eriyik demirin sıcaklığı ise 1240°C'den daha düşük ve 1400°C'den daha fazla olmayan bir sıcaklığa getirilmektedir; ve burada daha sonra fosfor giderme işlemi, aynı kap içinde gerçekleştirilmektedir; burada silisyum giderme işleminden sonra kütlege %40'tan daha az olmayan cürufun kaptan boşaltılmasına ara cüruf giderme işlemi, fosfor giderme işleminden önce gerçekleştirilmektedir.
2. Fosfor giderme işleminden sonraki cürufun bazlığı 3.0'dan daha fazla olmadığı İstem 1'e göre eriyik demirin ön arıtımına yönelik yöntem.
3. Fosfor giderme işleminden sonra cürufun fosfor giderme işleminde oluşturulan miktarı kütlege %60'dan daha az olmadığı bir miktarda kap içinde tutulduğu İstem 1 veya 2'ye göre eriyik demirin ön arıtımına yönelik yöntem.
4. Silisyum giderme işlemi sırasında cürufun bazlığı 0.8'den daha az, ancak 1.5'ten daha fazla olmadığı İstemler 1 ila 3'ten herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtımına yönelik yöntem.
5. Silisyum giderme işleminden sonra cürufun 0.8'den daha az, ancak 1.5'ten daha fazla

olmayan bir cüruf bazlığına ve kütlece %5'ten daha az ve kütlece %25'ten daha fazla olmayan bir T. Fe'ye sahip olduğu İstemler 1 ile 4'ten herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem.

5 **6.** Soğuk demir kaynağına silisyum giderme işlemi sırasında yüklendiği İstemler 1 ile 5'ten herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem.

10 **7.** Silisyum giderme işleminin, yüksek fırından akan eriyik demire ek olarak konvertör tipi kabın içine soğuk demir kaynağına yüklenmesiyle ve silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirin sıcaklığına 1260°C'den daha düşük ve 1350°C'den daha fazla olmayan bir sıcaklığa getirilmesi için oksijenin üflenmesiyle gerçekleştirildiği istemler 1 ile 6'dan herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem.

15 **8.** Aşağıdaki denklemi karşılayan bir soğuk demir kaynağı miktarına, konvertör tipi kaba yüklenen eriyik demir ile soğuk demir kaynağına toplam miktarına başına silisyum giderme işleminde yüklendiği İstemler 1 ile 7'den herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem:

$$Y = (3 + 34.5[\%Si] + 0.21T_i) \cdot (1000 - X_s)/1000$$

20

burada Y, 230~270 olmaktadır [%Si], yüklenen eriyik demirdeki silisyum derişimidir (kütlece %); T_i yüklenen eriyik demirin bir sıcaklığına (°C); ve X_s, soğuk demir kaynağına temel birimidir (kg/t).

25 **9.** Silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirin silisyum derişiminin kütlece %0.1'den daha fazla olmadığı İstemler 1 ile 8'den herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem.

30 **10.** Silisyum giderme işleminin, toplam eriyik demir ve soğuk demir kaynağına başına 100~250 kg/t soğuk demir kaynağına ve oksitlenebilir silisyum olarak 2~10 kg/t demir silisit, metalik silisyum, silisyum karbür veya silisyum nitrürün konvertör tipi kabın içine yüklenmesi veya ilave edilmesiyle gerçekleştirildiği İstemler 1 ile 9'dan herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem.

35 **11.** Fosfor giderme işleminin, ara cüruf giderme işleminden sonra konvertör tipi kaptaki

toplam soğuk demir kaynağı ve eriyik demirin ağırlığına, silisyum giderme işleminden sonra 4~20 kg/t cürufun tutulmasıyla, kireç bazlı eritken solventin ilave edilmesiyle ve fosfor giderme işleminden sonra cürufun bazlığına 1.2'den daha az ve 3.0'dan daha fazla olmaması ve fosfor giderme işleminin sonundaki eriyik demir sıcaklığına 1280°C'den daha düşük ve 1360°C'den daha yüksek olmaması amacıyla oksijenin üflenmesiyle gerçekleştirildiği İstemler 1 ila 10'dan herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem.

12.Fosfor giderme işleminin, en az bir toz kireç, kalsiyum karbonat ve demir oksit bileşenini içeren bir arıtma maddesinin üstten üfleme borusundan erimiş metale doğru püskürtülmesi amacıyla gerçekleştirildiği İstemler 1 ila 11'den herhangi birine göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem.

TARİFNAME

ERİYİK DEMİRİN ÖN ARITIMINA YÖNELİK YÖNTEM

5 TEKNİK ALAN

Mevcut buluş, eriyik demirin ön arıtımına yönelik bir yöntemle ve özellikle bir (aynı) konvertör tipi kap içinde hem silisyum giderme hem de fosfor giderme işlemlerinin gerçekleştirilmesine yönelik bir yöntemle ilgilidir.

10

ÖNCEKİ TEKNİK

Genellikle, eriyik demir, başlangıçta bir konvertörde karbon giderme arıtımından önce eriyik demirde silisyum (silikon) ve fosforun giderilmesine yönelik ön arıtım işlemine sokulmaktadır.

15

Eriyik demirin ön arıtım işlemi, kullanılan arıtım eritkeni miktarının azaltılması, erimiş çeliğin saflığının artırılması, bir konvertörde yapılan çalışmada peroksidasyonun önlenmesi amacıyla manganez veriminin iyileştirilmesi, arıtım cürufu miktarının azaltılması ve benzeri amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilmekte ve bir karbon giderme adımıyla arıtıma giren çeşitli yöntemler, bununla ilgili olarak önerilmektedir.

20

Arıtım cürufu, eriyik demirin ön arıtım işleminde oluşmaktadır. Arıtım cürufunun çeşitli uygulamalar için kullanılması durumunda, uygulamaya bağlı olarak flor ve benzerinin ayrılmaması gerekmektedir. Bu maksatla, fosfordan giderme verimliliğini arttırmak amacıyla kullanılan flor kaynağı olarak hiç flüorit (CaF_2) kullanmayan eriyik demirin ön arıtım

25

işleminin gerçekleştirilmesine yönelik bir yöntem incelenmiştir. Son yıllarda, aynı zamanda çelik endüstrisinde sera gazı emisyonunun hacminin azaltılması talep edilmektedir. Bu bağlamda, demir oksidin indirgenmesi için büyük enerji gerektiren yüksek fırından eriyik demirin kullanımı oranı azalırken demir hurdası ve benzeri gibi soğuk demir kaynağının kullanımı oranının arttığı bir arıtım yöntemi incelenmiştir. Bu tür bir durum kapsamında, eriyik

30

demirin ön arıtımına yönelik son yöntem, arıtım yöntemini iyileştirirken soğuk demir kaynağının kullanımı oranının arttırma eğilimindedir.

Eriyik demirde silisyum giderme veya fosfor giderme işlemlerini gerçekleştiren eriyik demirin ön arıtım işlemlerinin biri olarak, eriyik demirdeki silisyum veya fosforun, eriyik demire sönmemiş kireç veya benzeri gibi bir arıtım maddesinin (eritken solventin) ilave edilmesi ve

35

demir oksit veya benzeri gibi bir katı oksijen kaynağı veya gazlı oksijen kaynağı ilave edilmesi amacıyla bir cürufun içine çıkarıldığı bir yöntem bulunmaktadır. Eriyik demirin arıtma yönelik bir kap olarak, torpido arabası, yüksek fırın tavası gibi bir taşıma kabı, konvertör tipi kap (arıtma fırını) ve benzeri kullanılmaktadır. Büyük miktarda hurda kullanmak amacıyla, büyük kapasiteye sahip konvertör tipi kabın kullanılması avantajlıdır.

Patent Dokümanı 1'de, bir konvertörle silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerini gerçekleştiren eriyik demirin arıtma yöntemi açıklanmakta, burada ara cüruf giderme işlemi, konvertördeki silisyum giderme işleminden sonra gerçekleştirilmekte ve sonrasında fosfor giderme işlemi yapılmaktadır. Bu yöntem, sonraki fosfor giderme işlemini kolaylaştırmak amacıyla cüruf bileşiminin kontrol edilmesi amacıyla silisyum giderme işleminden sonraki yeniden fosfor katma işleminin bastırıldığı bir yöntemi önermektedir.

Patent Dokümanı 2'de, eriyik demirin ön arıtma yönelik bir yöntemi açıklanmaktadır. burada silisyum giderme işlemi, bir konvertör tipi reaksiyon kabıyla gerçekleştirilmektedir ve silisyumu giderilmiş eriyik demir, alev ve cüruf giderme işleminden sonra, fosfor giderme işlemini gerçekleştirmek amacıyla yeniden reaksiyon kabına geri getirilmektedir. Eriyik demirin ön arıtma yönelik bu yöntem, flüorit kullanmaksızın silisyum giderme işleminden sonra eriyik demirdeki silisyum derişiminin, cüruf bazlı olarak ve demir oksit derişiminin uygun bir şekilde ayarlanması amacıyla fosfor giderme işleminin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik bir yöntem ve silisyum giderme ve/veya fosfor giderme işlemlerinde hürdanı eritilmesine yönelik bir yöntemdir.

Patent Dokümanı 3'te, bir konvertör tipi kapla eriyik demirin silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerini sürekli olarak gerçekleştiren bir ön arıtma yöntemi açıklanmaktadır. burada önceki yükte fosforun giderilmesinden sonra oluşan kütlece %40~60 cüruf, kap içinde tutulmaktadır ve oluşan cüruf miktarını azaltmak amacıyla silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerinde kullanılmaktadır.

ÖNCEKİ TEKNİĞE AİT DOKÜMANLAR

PATENT DOKÜMANLARI

Patent Dokümanı 1: JP-A-2001-271113

Patent Dokümanı 2: JP-A-2002-129221

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

5 BULUŞ TARAFINDAN ÇÖZÜLECEK SORUN

- Patent Dokümanı'1'de açıklanan yöntemde, silisyum giderme işleminden sonra cüruf bazlı olarak takriben 0.9~1.1 ve T. Fe'nin takriben kütlece %15~20 olması için cüruf bileşiminin kontrol edilmesi amacıyla silisyum giderme işleminden sonra yeniden fosfor katılması bastırılması girişiminde bulunulmaktadır. Ancak bu açıklanan teknikte, 0.9~1.1'lik cüruf bazlı olarak T. Fe'nin kütlece %15'ten daha fazla olmaması durumunda yeniden fosfor katılması meydana gelmesi ve dolayısıyla akıllan eriyik demirdeki fosfor derişiminin daha yüksek hale gelmesi sorunu bulunmaktadır.
- 15 Patent Dokümanı'2'de açıklanan yöntem, eriyik demirin konvertör tipi kaptan akılması ve cüruf giderme işlemlerinin silisyum giderme işleminden sonra gerçekleştirilmesi ve silisyumu giderilmiş eriyik demirin fosfor giderme işlemini gerçekleştirmek için yeniden kaba geri getirilmesinden dolayı eriyik demirin fosfor derişiminin azaltılması bakımından avantajlıdır. Ancak, eriyik demirin akılması ve yüklenmesi işlemleri tekrarlanmakta ve bu yüzden, bir (aynı) konvertör tipi kap kullanılarak bu işlemlerin gerçekleştirilmesi durumunda üretkenliğin ciddi ölçüde bozulması sorunu bulunmaktadır. Diğer yandan, iki konvertör tipi kap kullanılabilmektedir, ancak kaptan ısı yayılması artmasından dolayı ısı kaybının olması ve tesis maliyetinin yüksek olması sorunu bulunmaktadır. Aynı zamanda, silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerinde daha fazla miktarda eritken solventin ilave edilmesinin gerekli olması nedeniyle maliyetinde bir artışın olması ve eritken solventin emiliminden dolayı ısı kaybının artması sorunu bulunmaktadır.
- 30 Patent Dokümanı'2'de açıklanan yöntemde, demir cevheri ve benzeri gibi demir oksit, cüruf oluşumunun teşvik edilmesi veya fosfor giderme verimliliğinin geliştirilmesi amacıyla fosfor giderme işleminde yüklenmektedir. Dolayısıyla, demir oksit ayrışma reaksiyonuyla ilişkili ısı emiliminin veya ara akıllardan dolayı ısı kaybının büyük olması ve dolayısıyla daha büyük miktarda hurdayı eritmek için yeterli ısı miktarının sağlanamaması sorunu bulunmaktadır. Bu yöntemde, bazlı olarak nispeten yüksek olması nedeniyle cüruftaki katı faz oranı fosfor giderme işleminin sonunda bile daha yüksek hale gelmekte ve akışkanlığı zayıf olmakta ve
- 35 dolayısıyla eriyik demir damlacıkları cürufun içine dahil olmakta ve kaptan çıkarılmakta ve

ayrıştırılmadan katılaştırılmaktadır. Sonuç olarak, baz metal kaybında bir artışın olması sorunu bulunmaktadır. Yani, baz metalin bir kısmı cürufun toz haline getirilmesinden sonra yapılan manyetik ayrıştırma işlemi aracılığıyla demir kaynağı olarak geri kazanılabilmektedir, ancak cürufta bulunan demir partikülleri geri kazanılamamaktadır ve bundan dolayı bunun büyük bir kısmı cüruf ile birlikte sivil uygulamalara ve benzerine yönlendirilmektedir ve baz metal kaybı büyük olmaktadır.

Patent Dokümanı, silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerinin bir konvertör tipi kapta sürekli olarak gerçekleştirilmesi sırasında, fosfor giderme işleminden sonra cürufun yalnızca kütleye %40~60'ında boşaltıldığı ve geri kalanını kullanan eritken solventi miktarı ve cüruf oluşumu miktarı azaltmak için bir sonraki yükün silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerinde kullanıldığı ve böylelikle sızıntı kaybında bir azalmanın beklendiği bir ön arıtma yöntemini sunmaktadır. Ancak, Patent Dokümanı, cüruf bileşimini ve silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerindeki tercih edilen arıtma sıcaklığı göstermemektedir. Kapta büyük miktarda silisyumdan giderilmiş cürufun bırakılması sırasında fosfor giderme işleminin gerçekleştirilmesinden dolayı düşük fosforlu eriyik demir üretiminde cüruf bazıları ayarlanmasında yönelik olarak büyük miktarda kireç bazı eritken solventinin kullanılması gerekmektedir. Sonuç olarak, silisyumu giderilmiş cüruf oluşmazken fosforu giderilmiş cüruf miktarı reaksiyon verimliliğini düşürmek için kabın içinde artmaktadır ve boşaltılan fosforu giderilmiş cüruf miktarı tersine artmakta ve bu yüzden, fosforu giderilmiş cürufun içine dahil edilen baz metal kaybının oluşması sorunu bulunmaktadır.

Mevcut buluşun birincil amacı kullanan küçük eritken miktarda eriyik demirin silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerinin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik bir yöntemin önerilmesidir. Mevcut buluşun diğer amacı düşük fosforlu eriyik demirin üretim maliyetini bastırabilen, kullanan hurda miktarı arttırabilen ve ilaveten cürufa dahil edilen baz metal kaybını azaltabilen eriyik demirin ön arıtma yönelik bir yöntemin sunulmasıdır.

SORUNA YÖNELİK ÇÖZÜM

Mevcut buluş sahipleri, silisyum giderme, fosfor giderme ve karbon giderme süreçlerinde kullanan eritken solvent miktarını bastırmasında bile fosfor derişiminin etkili bir şekilde azaltılabildiği ve hürdan eritilmesine yönelik sızıntı kaynağı demir verimini iyileştirmek için yeterli ölçüde sağlanabildiği bir yöntemeye yönelik çeşitli çalışmalar yapmıştır. Sonuç olarak, yukarıdaki amaçlara konvertörde tutulan ve sonraki adıma taşınan cüruf miktarını ve eriyik

demirin silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerini gerçekleştiren ön arıtmada cüruf bileşimi, sıcaklık ve benzeri gibi arıtma koşullarının uygun bir şekilde ayarlanmasıyla ulaşılabildiği keşfedilmiş ve sonuç olarak, mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem gerçekleştirilmiştir.

5

Yani, mevcut buluş, eriyik demirin bir konvertör tipi kapla silisyum giderme ve fosfor giderme işleminin gerçekleştirilmesi amacıyla eriyik demirin ön arıtma yönelik bir yöntem olmakta, burada yüksek fırından akan eriyik demir, ilk olarak silisyum giderme işlemini gerçekleştirmek amacıyla konvertör tipi kabın içine yüklenmekte ve daha sonra, silisyum giderme işleminden sonraki eriyik demir ve cürufun bir kısmına cüruf giderme işlemini gerçekleştirmek için kapta tutulmakta ve sonrasında, eriyik demirin fosfor giderme işlemini gerçekleştirmek amacıyla oksijen üflenirken, silisyum giderme işleminden sonra kapta kalan eriyik demir ve cürufa kireç bazlı eritken solventi ilave edilmektedir; söz konusu yöntem, fosfor giderme işleminden sonra 1.2'den daha az olmayan cüruf bazlı kütlece %30'dan daha az olmayan cürufun konvertör tipi kapta tutulması ve daha sonra en azından arıtılmamış demirin silisyum giderme işlemini gerçekleştirmek amacıyla fosfor giderme işleminden sonra cürufu içeren kaba yüklenmesi; ve silisyum giderme işleminden sonra eriyik demirin silisyum derişiminin kütlece %0.2'den daha fazla olmayacak hale getirilmesi ve silisyum giderme işleminden sonraki cürufun bazlı kütlece 0.5'ten daha az olmayacak ve 1.5'ten daha fazla olmayacak hale getirilmesi ve eriyik demirin sıcaklığının 1240°C'den daha düşük olmayacak, ancak 1400°C'den daha fazla olmayacak hale getirilmesi ile karakterize edilmektedir; ve sonrasında silisyum giderme işleminden sonra kütlece %40'tan daha az olmayan cürufun kaptan boşaltılmasına yönelik bir ara cüruf giderme işlemi gerçekleştirilmektedir ve sonrasında aynı kap içinde fosfor giderme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Mevcut buluşta aşağıdaki çözüm araçları tercih edilebilir:

- (1) cürufun fosfor giderme işleminden sonraki bazlı kütlece 3.0'dan daha fazla değildir;
- (2) fosfor giderme işleminden sonra cüruf, fosfor giderme işleminde oluşturulan kütlece %60'tan daha az olmayan bir miktarda kap içinde tutulmaktadır;
- (3) silisyum giderme işlemi sırasında cürufun bazlı kütlece 0.8'den daha az ve 1.5'ten daha fazla değildir;
- (4) silisyum giderme işleminden sonra cüruf, 0.8'den daha az ve 1.5'ten daha fazla olmayan bir cüruf bazlı kütlece ve kütlece %5'ten daha az ve kütlece %25'ten daha fazla

olmayan T. Fe'ye sahiptir;

(5) silisyum giderme işlemi sırasında soğuk demir kaynağı yüklenmektedir;

(6) silisyum giderme işlemi, yüksek fırından akan eriyik demire ilaveten, konvertör tipi kabın içine soğuk demir kaynağı yüklenmesi ve silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirin sıcaklığı 1260°C'den daha düşük ve 1350°C'den daha fazla olmayan bir sıcaklığa getirmek için oksijenin üflenmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir;

(7) aşağıdaki denklemi karşılayan soğuk demir kaynağı miktarı konvertör tipi kaba yüklenen toplam eriyik demir ve soğuk demir kaynağı miktarı başına silisyum giderme işlemine yüklenmektedir:

$$Y = (3 + 34.5[\%Si] + 0.21T_i) \cdot (1000 - X_s)/1000$$

burada Y, 230~270 olmaktadır

[%Si], yüklü eriyik demirdeki silisyum derişimidir (kütlece %),

T_i yüklenen eriyik demirin bir sıcaklığı (°C), ve

X_s, soğuk demir kaynağı temel birimidir(kg/t);

(8) silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirdeki silisyum derişimi, kütlece %0.1'den daha fazla değildir;

(9) fosfor giderme işlemi, konvertör tipi kaba 100~250 kg/t soğuk demir kaynağı ve toplam eriyik demir ve soğuk demir kaynağı başına oksit olarak 2~10 kg/t silisyumun yüklenmesi veya ilave edilmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir;

(10) fosfor giderme işlemi, ara cüruf giderme işleminden sonra konvertör tipi kapta toplam soğuk demir kaynağı ve eriyik demir ağırlığı başına silisyum giderme işleminden sonra 4~20 kg/t cürufun tutulması kireç bazı eritken solventin ilave edilmesi ve fosfor giderme işleminden sonraki cüruf bazı 1.2'den daha az ve 3.0'dan daha fazla olmayacak hale getirmek ve fosfor giderme işleminden sonraki eriyik demir sıcaklığı 1280°C'den daha az ve 1360°C'den daha fazla olmayan bir sıcaklığa getirmek amacıyla oksijenin üflenmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir;

(11) fosfor giderme işlemi, en az bir toz kireç, kalsiyum karbonat ve demir oksit bileşenini içeren bir arıtma maddesinin üstten üfleme borusuyla erimiş metale doğru püskürtülmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir.

BULUŞUN ETKİSİ

(1)Yukarıda bahsedilen yapıya sahip mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöneme göre, cürufun fosfor giderme işleminden sonraki kireç içeriği, sonraki yükün silisyum giderme işleminde kireç kaynağı olarak kullanılabilmekte ve silisyum giderme işleminde yeniden fosfor katmanını bastırabilmekte ve böylelikle eriyik demirin ön arıtma sürecinin tamamı boyunca kireç bazlı eritken solvent miktarını azaltılmasına mümkün hale gelmektedir.

(2)Mevcut buluşa göre, ara cüruf giderme ve sonrasında fosfor giderme işlemleri, silisyum giderme işleminden sonra aynı kaptaki gerçekleştirilmekte ve böylelikle, arıtma kabının yer değiştirmesinden sonraki ısı yayılımına karşılık gelen miktar, soğuk demir kaynağının eritilmesine yönelik bir ısı kaynağı olabilirken, fosfor giderme işleminden sonra ön yükten oluşturulan yüksek sıcaklığa sahip cüruf, eritken solventi olarak kullanılabilmekte ve böylelikle, emilen ısı içeriği, oda sıcaklığında eritken solventin ilave edilmesi vakasında kıyasla, soğuk demir kaynağının eritilmesine yönelik ısı olarak kullanılabilmektedir. Sonuç olarak, yalnızca kullanılan soğuk demir kaynağı (hurda) miktarını arttırmaması değil, aynı zamanda bazı metal kaybını azaltılmasına girişiminde bulunulabilmektedir.

(3) Mevcut buluşa göre, silisyum giderme işleminde oluşturulan ve düşük bazlığa sahip olan cüruf, silisyum giderme ile fosfor giderme işlemlerinin arasında kaptan boşaltılmakta ve böylelikle, kireç bazlı eritken solvent miktarı fosfor giderme işlemi sırasında nispeten yüksek bazlığa gerçekleştirilmek için gerekli olan seviyeye azaltılabilmekte ((kütlege % CaO /kütlege % SiO_2) = 1.2~3.0) ve eriyik demirin üretim maliyeti bastırabilmektedir.

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

ŞEKİL 1, mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntemde kullanılan konvertör tipi kabın (arıtma kabı) şematik görünümüdür.

ŞEKİL 2, mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntemi işlem dizisinde gösteren şematik görünümüdür.

ŞEKİL 3, cüruf bazlığı, cüruf giderme oranı ve cüruf viskozitesi ile olan ilişkiyi gösteren bir grafikdir.

ŞEKİL 4, üflemedeki ilerleme derecesi ile kaptaki hesaplanan bazlık arasındaki ilişkiyi gösteren bir grafikdir.

BULUŞUN GERÇEKLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YAPILANDIRMALAR

Mevcut buluş, aşağıdaki şekillere atfıla bulunarak tarif edilecektir.

Mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtımına yönelik yöntemde, ŞEKİL 1’de gösterilen üstten ve alttan üflenebilir konvertör tipi arıtma fırını(1), bir konvertör tipi kap örneği olarak kullanılmaktadır. Arıtma fırınında (1), üstten üfleme işlemi, yükseltilmiş üstten üfleme borusundan (2) eriyik demire (9) doğru oksijen gazı(12) üflenmesi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Oksijen gazı(12) olarak endüstriyel saf oksijen kullanılmaktadır. Aynı zamanda, alttan üfleme işlemi, arıtma fırınında (1) altına yerleştirilen alttan üfleme tüyerleri (3) ile gerçekleştirilmektedir. Alttan üfleme gazı(13) olarak, oksijen gazı veya Ar gazı, azot gazı veya benzeri gibi bir inert gaz içeren bir gaz yaygını olmakta, ancak eriyik demirin (9) ajitasyonunu güçlendirme ve eriyik demirin içine üflenerek soğuk demir kaynağının erimesini teşvik etme fonksiyonuna sahip bir gaz veya ilaveten taşıyıcı gazla birlikte eritken solventin eriyik demirin içine üflenmesi fonksiyonuna sahip bir gaz kullanılabilmektedir. Ek olarak, şekildeki referans numarası(4), arıtma işleminden sonra eriyik demirin (9) akıtılmasına yönelik bir akıtma ağızıdır.

Mevcut buluşta, iki veya daha fazla konvertör tipi arıtma fırını(1), eriyik demirin akıtılmasında kullanılmakta, burada, en az bir konvertör tipi arıtma fırını(1), mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtımında kullanılmakta ve geri kalan fırın ise, mevcut buluş yönteminin uygulanması aracılığıyla eriyik demirin ön arıtma işlemine sokulan eriyik demirin karbon giderme arıtma işleminde kullanılmaktadır. Örneğin, ön arıtma işleminin eriyik demirin ön arıtımına yönelik konvertör tipi arıtma fırınında (1) gerçekleştirilmesi ve ön arıtma işleminden sonra eriyik demirin, karbon giderme işlemini gerçekleştirmek için karbon giderme arıtma işlemine yönelik konvertör tipi arıtma fırınına yerleştirilmesi tercih edilmektedir.

Konvertör tipi arıtma fırını(1) kullanan mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtımına yönelik yöntem, ŞEKİL 2’deki akış çizelgesinde gösterildiği gibi, (A) eriyik demirin yüklenmesi, (B) silisyum giderme, (C) ara cüruf giderme, (D) fosfor giderme ve (E) eriyik demirin akıtılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Özellikle, aynı anda bu adımların tekrarlanması aracılığıyla eriyik demirin ön arıtma işleminin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi mümkündür.

(1) İlk olarak eriyik demirin yüklenmesi adımı(A) açılacaktır.

Adımda (A), yeni eriyik demir (9), yükleme potasından (14) yüklenirken konvertör tipi arıtma

fırında (1) önceden yüklenmiş eriyik demirin ön arıtma aracıyla fosfor giderme işleminden sonra oluşturulan cüruf (17) (bundan sonra sadece "fosfor giderme işleminden sonraki cüruf" olarak ifade edilecek) tutulmakta veya demir hurda ve benzeri gibi soğuk demir kaynağı(11), eriyik demirin yüklenmesinden önce yüklenmekte ve daha sonra erimiş demir (9) yüklenmektedir. Önceden yüklenmiş soğuk demir kaynağı(11) olarak, Japonya demirli hammaddeler birliğinin "Tek tip Demirli Hurda Standartları"nda tanımlanan demir hurdasına ilaveten doğrudan indirgenmiş demir, soğumuş pik demir ve benzeri gibi demirden esasen oluşan demirler olabilmektedir.

- 10 Sonraki arıtmaya yönelik arıtma fırında (1) tutulan örnek fosfor giderme işleminden sonraki cüruf (17), sonraki silisyum giderme işleminde cüruf bazlığına ayarlanmasın amacıyla kullanılmaktadır. Fosfor giderme işleminden sonraki cüruf bazlığı(kütlece % CaO/kütlece % SiO₂), 1.2'den daha az olmayacak, tercihen 1.4'ten daha az olmayacak şekilde yapılmaktadır. Fosfor giderme işleminden sonraki cürufun (17) önceki fosfor giderme işleminin sonundaki
- 15 bazlığı 1.2'den daha az olmakta, bu tür cüruf tutulsa bile, silisyum giderme işlemindeki bazlığı ayarlamada yetersiz olmakta ve büyük miktarda kireç bazlı eritken solventinin ilave edilmesi gerekmektedir. Dahası fosfor giderme işleminden sonraki cüruf bazlığına üst sınır, özellikle sınır olmamakta, ancak eriyik demirin olağan fosfor giderme işlemindeki cüruf bazlığı, takriben 3.0'dan daha fazla olmamakta, bu yüzden, bazlığı yukarıdaki değeri aşmak için
- 20 arttırılması gerekmemektedir.

- Önceki fosfor giderme işleminden sonra fırında tutulan cüruf (17) miktarının eriyik demirin önceki fosfor giderme işleminde oluşturulan cürufun kütlece %30'undan daha az olmaması, tercihen bazlığı ayarlanmasın işleminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için kütlece
- 25 %60'dan daha az olmaması gerekmektedir. Mevcut buluşta, fosfor giderme işlemi aracıyla eriyik demirin akıtılmasından sonra fırında tutulan tam cüruf miktarının eriyik demirin yeni silisyum giderme işleminde kullanılması durumunda, bazlığı ayarlanmasın silisyum giderme işleminde daha etkili hale gelmektedir. İlaveten, bu tür bir prosedürün sürekli olarak gerçekleştirilmesi durumunda, eriyik demirin ön arıtma aracıyla boşaltılan cüruf, homojen
- 30 hale gelmekte, çünkü yalnızca silisyum giderme işleminden sonraki cüruftan oluşmakta ve fosfor giderme işleminden sonra yüksek bazlığa sahip cüruf, oraya dahil edilmemekte, böylelikle hidratlama, alkali elüsyonu ve benzerinden dolayı cürufun şişmesi gibi hiçbir sorun meydana gelmemektedir. Dolayısıyla, mevcut buluşun yöntemi, cürufun kullanılması girişimi bakımından çok etkilidir.

Fosfor giderme işleminden sonraki cüruf, nispeten yüksek bazlığa sahip olmakta ve sıcaklık bakımından nispeten düşük (takriben 1350°C'den daha yüksek olmamakta) olmakta ve böylelikle akışkanlık düşük olmaktadır. Dolayısıyla, soğuk demir kaynağının fosfor giderme işleminden sonra cürufa yüklenmesi durumunda bile, soğuk demir kaynağının cürufu yakalanmasından dolayı hiçbir erime gecikmesi olmamakta, böylelikle karbonu giderilmiş cüruf olarak adlandırılan cürufun fırında tutulması durumunda olduğu kadar yüksek miktarda katılaştırma için soğutucu malzemenin ilave edilmesi gibi sıcaklığı ve kütle dengesinde verimsiz çalışmaya yönelik hiçbir ihtiyaç bulunmamaktadır. Aynı zamanda, fosfor giderme işleminden sonraki cüruf, yukarıdaki özelliklerden dolayı katıfazda zengin ve akışkanlık bakımından düşük olmakta, böylelikle büyük miktarda ince metalik demir, yapılabilmektedir. Dolayısıyla, cüruf, toz haline getirme ve manyetik ayrıştırma işlemlerinden sonra bile takriben kütlece %10'den daha az olmayan oranda metalik demir içermektedir. Cürufun konvansiyonel teknikte sistemden dışarı boşaltılmasında rağmen, fosfor giderme işleminden sonraki cüruf, mevcut buluşa göre bir sonraki yüke taşınabilmekte ve böylelikle, fosfor giderme işleminden sonraki cürufta daha büyük miktarda demirin demir kaybını indirmek için eriyik demirde geri kazanılmasında etkisi bulunmaktadır.

Silisyum giderme işleminin sonundaki cürufta (bundan sonra "silisyum giderme işleminden sonraki cüruf" olarak ifade edilecek) akışkanlık nispeten yüksek olmakta, böylelikle cüruftaki metalik demir içeriği kolaylıkla kabalaştırılmaktadır. Dolayısıyla, cürufun toz haline getirilmesi ve manyetik olarak ayrıştırılmasından sonra cürufta geri kazanılmadan tutulan çok az metalik demir içeriği bulunmaktadır. Böylelikle mevcut buluşun yöntemi, eriyik demirin ön arıtma işleminin tamamı boyunca cürufun içine giden demir kaybını indirgeyebilmektedir.

(2) Daha sonra, ŞEKİL 2(B)'de gösterilen bir silisyum giderme adımı (B) açıklanacaktır.

Adım (B), dikey olarak duran konvertör tipi arıtma fırını (1) aracılığıyla silisyum giderme işleminin gerçekleştirilmesi ve üstten üfleme borusu (2) aracılığıyla eriyik demire (9) oksijen gazının (12) tedarik edilmesi adımıdır. Bu silisyum giderme işleminde, bir hunide (5) bulunan bir silisyum kaynağı (15) ve bir hunide (7) bulunan kireç bazlı eritken solvent (16), sıcaklık oluk (6) ve oluk (8) aracılığıyla konvertör tipi arıtma fırınına (1) içine yüklenirken sıcak kaynağı olarak karbonlu malzeme veya silisyum kaynağı, oksijen kaynağı olarak demir oksit veya benzeri de benzer şekilde yüklenmektedir. Silisyum giderme işlemine yönelik oksijen kaynağı olarak, büyük miktarda soğuk demir kaynağının (11) eritilmesi bakımından büyük sıcaklığına sahip demir oksit kullanılmadan yalnızca oksijen gazının (12) kullanılması tercih

edilmektedir.

Silisyum giderme işleminde, eriyik demirde (9) bulunan silisyum veya silisyum kaynağında (15) ve soğuk demir kaynağında (11) bulunan ve eritme yoluyla eriyik demirin içine göçen silisyum, oksijen kaynağıyla ($\text{Si} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2$) reaksiyona sokularak çıkarılmakta (giderilmekte), böylelikle sonraki fosfor giderme işlemindeki reaksiyon verimliliğini zenginleştirme görevini görmektedir. Silisyum giderme işlemi sırasında, oksitlenme sonucu oluşmakta ve eriyik demirin sıcaklığı, eriyik demirde soğuk demir kaynağında (11) erimesini teşvik etmek için bu oksitlenme sonucu artmaktadır.

10

Silisyum giderme aşamasındaki cüruf bileşimi, önceden fırında tutulan önceki fosfor giderme işleminden sonraki cüruf (17) miktarı ve bileşiminin tahmin edilen değeri ve yukarıdaki reaksiyonda oluşan silisyum dioksit miktarı göz önünde bulundurularak belirlenmektedir.

15 Yani, silisyum giderme işlemi sırasında cürufun bazlığı 0.8'den daha az ve 1.5'den daha fazla olmayacak şekilde ayarlanması tercih edilmektedir. Çünkü, silisyum giderme işlemindeki cüruf bazlığı 0.8'den daha fazla olması durumunda, fosfor giderme işleminden sonra cüruftaki (17) fosfor giderme becerisinin azalmasından dolayı yeniden fosfor katmanlığı, ŞEKİL 4'te gösterildiği gibi eriyik demirin kütlece Si (Silisyum) yüzdesine (%) bağlanarak gözlemlenmektedir. Örneğin, ŞEKİL 4, eriyik demirdeki Silisyumun (Si) kütlece %0.45, kütlece %0.46 ve kütlece %0.55 olduğu üç örneği göstermektedir. Her bir örnekteki silisyum giderme işleminden önceki ve sonraki fosfor derişimi, Tablo 3'teki Örnekler 10 ila 12'de görüldüğü gibi, eriyik demirdeki Silisyumun (Si) kütlece %0.45 olması durumunda kütlece %0.121'den kütlece %0.100'e inecek, eriyik demirdeki Silisyumun (Si) kütlece %0.46 olması durumunda kütlece %0.122'den kütlece %0.105'e inecek şekilde fosfordan arındırılmaktadır. Ancak, eriyik demirdeki Silisyumun (Si) kütlece %0.55 olması durumunda fosfor derişimi, kütlece %0.120'den kütlece %0.145'e getirilmektedir. Bunun sebebi, silisyum giderme işlemindeki bazlığı 0.8'den daha az olmasından dolayı silisyum giderme işleminden sonraki fosfor derişiminin yeniden fosfor katmanına sebep olacak şekilde artmasıdır. Diğer yandan, cüruf bazlığı 1.5'i aşması durumunda, kat faz oranı cürufu olmayan CaO artışından dolayı artmakta ve cürufun (17) fosfor giderme işleminden sonraki akışkanlığı bozulmakta ve cürufun giderilmediği bir vaka oluşabilmektedir. Tercih edilebilir üst sınır takriben 1.2 olmaktadır.

35 Dahası, ŞEKİL 4'te gösterilen silisyum giderme işlemi sırasında fırında hesaplanan bazlık

(C/S), aşağıdaki denklem (1)'e dayanılarak hesaplanmış bir değerdir. Denklem (1), fırında tutulan fosforu giderilmiş cürufta bulunan CaO miktarına bir süreye (T[s]) kadar ilgili yükte oluşan CaO miktarının ilave edilmesi aracılığıyla elde edilen sayısal değerden ve fosforu giderilmiş artı cüruftaki SiO₂ miktarına bir süreye (T[s]) kadar ilgili yükte oluşan SiO₂ miktarının ilave edilmesi aracılığıyla elde edilen bir sayısal değerden bölünmesi (CaO/SiO₂) belirlemektedir. Dahası ilgili yükte oluşan CaO miktarı yüklenen her yardımcı malzemede CaO miktarının hesaplanması ve ilave edilmesi (yardımcı malzemedeki = CaO içeriği x fırında kalma süresi x erime hızı) aracılığıyla elde edilen bir sayısal değerdir.

- 10 Aynı zamanda, SiO₂ miktarı oksijen besleme hızı (SiO₂ molekül ağırlığı) (Si atom ağırlığı) (1 Nm³ oksijen ile yanan kuramsal Si miktarı) x bir süreye (T) kadar olan silisyum giderme işleminin oksijen verimliliği aracılığıyla elde edilen bir sayısal değerdir.

$$C/S_T[-] = \frac{CaO_A[kg] + CaO_B[kg]}{SiO_{2A}[kg] + SiO_{2B}[kg]} \quad \text{--- (1)}$$

$$CaO_A[kg] = Ws_A[kg] \times CaO\%_A[\%] / 100$$

$$CaO_B[kg] = \sum CaO\%_a[\%] \times T_a[s] \times v_a[s/kg] / 100$$

$$SiO_{2A}[kg] = Ws_A \times SiO_2\%_A[\%] / 100$$

$$SiO_{2B}[kg] = \sum_0^i VO_2[Nm^3/s] \times 2.14 / 0.8[Nm^3/kg \cdot t] \times \eta_{Si}[-] \times Xs[t]$$

- 15 burada C/S_T[-] : bir sürede T[s] hesaplanan bölünme
CaO_A[kg] : fırında tutulan cüruftaki CaO miktarı
CaO_B[kg] : bir süreye T[s] kadar ilgili yükte oluşan CaO miktarı
SiO_{2A}[kg] : fırında tutulan SiO₂ miktarı
SiO_{2B}[kg] : bir süreye T[s] kadar ilgili yükte oluşan SiO₂ miktarı
20 Ws_A[kg] : fırında tutulan cüruf miktarı
CaO%_A[%] : fırında tutulan cüruftaki CaO içeriği (kütlece %)
SiO₂%_A[%] : fırında tutulan cüruftaki SiO₂ içeriği (kütlece %)
CaO%_a[%] : yardımcı malzemedeki (a) CaO içeriği (kütlece %)
T_a[s] : yardımcı malzemenin fırında tutulma süresi
25 v_a[s/kg] : yardımcı malzemenin fırında erime hızı
VO₂[Nm³/s] : üfleme esnasındaki oksijen besleme hızı

$\eta_{Si}[-]$: üfleme esnasında silisyum giderme işlemine yönelik oksijen verimliliği

$X_s[\text{ton/yük}]$: toplam eriyik demir miktarı ve hurda miktarı

Yukarıdaki ($\text{CaO}\%$) değeri, geri dönüştürülmüş cüruftaki kalsine edilmiş kireç, kalsiyum karbonat veya CaO içeriğinin hesaplanmasıyla elde edilmektedir. Aynı zamanda, fırındaki eriyik demir veya erimiş çelik, konvertör tipi artırma fırını gibi artırma fırınında yoğunlaştırma işlemine sokulmakta, burada bir birimin artırma "yük" olarak adlandırılmaktadır

Daha sonra, silisyum giderme işleminin sonundaki cüruf bazlığı 0.5'ten daha az ve 1.5'ten daha fazla olmayacak şekilde ayarlanmaktadır. Bu aşamadaki cürufun bazlığı (silisyum giderme işleminden sonraki cüruf), 0.5'ten daha az olması durumunda, eriyik demirdeki fosfor derişimini arttırmak amacıyla fırında tutulan önceki fosfor giderme işleminden sonraki cüruftan (17) fosfor geri kazanılmakta ve sonraki adımdaki fosfor giderme yükü büyümekte ve bu değer yetersiz olmaktadır. Dolayısıyla, silisyum giderme işleminin sonunda silisyum giderme işleminden sonraki cürufun bazlığı 0.5'ten daha az, tercihen 0.8'den daha az olmamaktadır. Aynı zamanda, bu aşamadaki cüruf bazlığı 1.5'i aşması durumunda, cürufun akışkanlığı azalmakta ve bu yüzden, sonraki ara cüruf giderme işlemindeki cüruf giderme miktarı daha az olması ve kireç bazlı eritken solventin indirgenmesi durumunda bile etkili olmayacak şekilde cüruf giderme miktarının kontrolünün zor olması sorunu meydana gelmektedir. Dolayısıyla, silisyum giderme işleminden sonraki cüruf bazlığı 1.5'ten daha fazla, tercihen 1.2'den daha fazla olmamaktadır. Bazlığı ayarlanmasında, kalsine edilmiş kireç, kireç taşı, dolomit ve benzeri gibi kireç bazlı eritken solvent ve karbonu giderilmiş cüruf, fosforu giderilmiş cüruf ve pota cürufundan seçilen çelik yapısında kullanılan cüruf, eritken solventi olarak kullanılmaktadır

Silisyum giderme işleminin sonundaki eriyik demir sıcaklığı 1240°C'den daha düşük ve 1400°C'den daha yüksek, tercihen 1260°C'den daha düşük ve 1350°C'den daha yüksek olmayacak şekilde ayarlanmaktadır. Sıcaklığı 1400°C'yi aşması durumunda, eriyik demirde fosfor derişimini arttıran yeniden fosfor katı olgusu, fırında tutulan fosforu giderilmiş cürufta meydana gelmekte ve bu yüzden, yalnızca sonraki adımda fosfor giderme yükü daha büyük ve verimsiz hale gelmekle kalmayıp aynı zamanda maliyet artışına yol açan kaplı magnezya karbon tuğlalarına zarar gelmesinin önlenmesi için cüruftaki magnezya derişiminin arttırılması gerekmektedir. Sıcaklığı 1240°C'den düşük olması durumunda cürufun akışkanlığı azalmakta ve yalnızca sonraki ara cüruf giderme işlemindeki cüruf giderme miktarı daha az olmakla ve cüruf giderme miktarının kontrolü zor olmakla kalmayıp, aynı zamanda

hurda erime hızı azalmaktadır

Aynı zamanda, sonraki fosfor giderme adımıda fosfor giderme işleminin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla bu aşamada eriyik demirin sıcaklığının kontrol edilmesi önemlidir.

- 5 Örneğin, silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirin sıcaklığının 1350°C'den daha yüksek olmayan bir sıcaklığa getirilmesi durumunda, fosfor giderme işleminde sıcaklığın ayarlanması için ilave edilecek demir cevheri ve benzeri gibi soğutma malzemesi miktarı büyük ölçüde azaltılabilmektedir. Dahası silisyum giderme ve fosfor giderme işlemlerinin aynı fırında sürekli olarak gerçekleştirilmesi durumunda, çalışma süresi bakımından fosfor giderme
- 10 işleminden önce hurdanın yüklenmesinin zor olduğu bir vaka meydana gelebilmektedir. Aynı zamanda, arıtma sırasında yukarıdaki fırından yüklenebilen soğuk demir kaynağı demir değirmenlerinde oluşturulan baz metal veya pahalı granüllü kaynak olmakta ve nicel olarak kullanılmakta, bu yüzden büyük miktarda kararl bir şekilde kullanılması zor olmaktadır
- 15 Esasen, soğuk demir kaynağı fırının üzerindeki yükleme cihazı tarafından kullanılabilen yardımcı malzeme türünün üzerindeki kısılamadan dolayı yukarıdaki fırından yüklenemeyebilmektedir. Şimdiye kadar, fosfor giderme adımıda kullanılan soğutma malzemesi, demir cevheri ve benzeri gibi demir oksitlelenmiş ve bu yüzden, hurda ve benzeri gibi ucuz soğuk demir kaynaklarının yeterli ölçüde kullanılmaması yaygın hale gelmektedir.

20

- Genellikle, silisyum giderme adımıda kullanılan ucuz hurda miktarının artırılması hispeten kolay olmakta ve bu yüzden, silisyum giderme işleminden sonra eriyik demirin sıcaklığı 1350°C'den daha yüksek olmayan bir sıcaklığa getirilebilmektedir. Dolayısıyla, fosfor giderme aşamasında kullanılan demir oksit miktarı çarpıcı bir şekilde azaltılabilmektedir. Sonuç olarak,
- 25 demir oksidin ayrışma reaksiyonundan dolayı oluşan büyük miktardaki SiO_2 emilimi azaltılabilmekte ve SiO_2 miktarı silisyum giderme işleminde soğuk demir kaynağının eritilmesine ayrılabilmektedir. Dahası sıcaklığın, silisyum giderme işleminden sonra düşürülmesi durumunda, hurdanın çözünmemiş olarak kalması ve çözünmemiş hurdanın eriyik demirle birlikte fırında kalması endişesi bulunmakta ve erime sonraki fosfor giderme
- 30 aşamasına kadar teşvik edilebilmektedir. Yani, soğuk demir kaynağının fosfor giderme işleminin sonuna kadar erimesi durumunda, çalışmada hiçbir sorun oluşmamaktadır

- Silisyum giderme işleminden sonra eriyik demirin sıcaklığı olarak, SiO_2 çift veya SiO_2 dengesinden hesaplanan bir değer aracılığıyla ölçülen bir değer kullanılabilmektedir. Örneğin, SiO_2
- 35 dengesinden yapılan tahmin işlemi, aşağıdaki denklem (2)'ye göre gerçekleştirilebilmektedir

ancak illa bununla sınırlanmamaktadır. Katsayıların ilgili cihaz durumunda veya çalışma durumuna bağlı olarak ayarlanmasından dolayı, değişken eklenebilmekte veya çıkarılabilmektedir. Dahası, hurdadan silisyum giderme işleminden sonra çözünmemiş olarak kalması durumunda, ölçülen değer, tahmin edilen değerden bir şekilde daha yüksek hale gelme eğiliminde olmakla birlikte hata aralığı olmakta ve hiçbir itiraz bulunmamaktadır.

$$T = \{0.21T_i \cdot X_p - 42.9X_s + (4137 + 0.327T_i)X_{si} - 746.6X_c - (575.5 + 0.025T_i)X_{ore} + (3239 - 0.115T_i)X_{O_2} + 28.2X_f - 1638W^{-(1/3)}X_t\} / (0.21X_p + 0.179X_s + 0.535X_{si} + 0.468X_c + 0.151X_{ore} + 0.115X_{O_2} + 0.241X_f) - (2)$$

T: silisyum giderme işleminden sonra eriyik demir sıcaklığı (°C)

T_i: yüklenen eriyik demir sıcaklığı (°C)

X_p: eriyik demir temel birimi (kg/t) (1 ton toplam eriyik demir ağırlığı ve soğuk demir kaynağı ağırlığına, aynısından sonra geçerlidir)

X_s: soğuk demir kaynağı temel birimi (kg/t)

X_{si}: bir oksit oluşturan silisyum temel birimi (kg/t) (eriyik demir, soğuk demir kaynağı ve katkı maddesine dahil olan toplam)

X_c: katkı maddesindeki karbon temel birimi (kg/t)

X_{ore}: demir oksit temel birimi (kg/t)

X_{O₂}: gaz oksijen temel birimi (Nm³/t)

X_f: eritken solvent temel birimi (kg/t)

W: konvertördeki eriyik demir hacmi (t)

X_t: önceki yükün akışmasından silisyumun sonuna kadar geçen süre (dakika)

Burada, bir oksit oluşturan silisyum, eriyik demir, soğuk demir kaynağı ve katkı maddesine dahil olan toplamdır. Bunların arasında eriyik demirdeki silisyum derişimi olarak, her bir yükün yüklenmesinden önce eriyik demirden alınan bir numunenin ortalama analitik değeri kullanılmaktadır. Ancak, yüksek fırından akan bileşenlerin diğer analitik değerleriyle bir çalışma yapılması amacıyla bir alternatif yöntem de kullanılabilmektedir. Çeşitli soğuk demir kaynaklarındaki silisyum derişimi olarak, örneğin her partinin tipik numunesinin bir analitik değeri kullanılmakta, ancak soğumuş pik demirdeki derişim, eriyik demirdekine eşit olmakta ve sıklıkla kararlaştırılmaktadır. Aynı zamanda, hurdadaki silisyum derişimi, kaynağa bağlı olarak değişmekte, ancak tipik değer olarak kullanılabilen veya göz ardı edilebilen ortalama takriben 1/10'dan daha büyük oranda olmayan pik demir değerinde kararlaştırılmaktadır.

Katkı maddesinde, bir oksit oluşturan silisyum (oksitlenebilir durumda olan silisyum) olarak hiçbir oksit oluşturmeyen silisyum mevcuttur. Bu, demir silisit, metalik silisyum, silisyum karbür, silisyum nitrür ve diğer silisyumlar anlamına gelmektedir. Tipik katkı maddesi olarak, 5 takriben kütlece %60 silisyum karbür içeren tozdan yapılan briket (bundan sonra silisyum karbür briket olarak ifade edilecek) olan demirli silisyumdan ve diğerlerinden bahsedilebilmektedir.

Katkı maddesinde hiç oksit oluşturmeyen silisyumun analiz edilme yöntemi olarak, JIS G1312 10 sayılı standartta tarif edilen demirli silisyum analiz yöntemi kullanılmakta, ancak toplam silisyum analizi, asitte çözülebilen silisyum analizi, toplam karbon analizi, toplam oksijen analizi, toplam azot analizi, sıcaklık analizi, sıcaklık gecikmesi ayarlanmış yanma yöntemi aracılığıyla yapılan karbon analizi, dahil olan diğer elementlerin analizi, X-ışın kırınım ölçümü aracılığıyla bileşiklerin analizi ve kombinasyon halinde benzerlerinin kullanılması aracılığıyla 15 olasılığı oluşturulabilmektedir.

Buna ek olarak, katkı maddesi, karbon içermektedir. Karbon olarak, yalnızca kok, amorf grafit veya benzeri gibi karbonlu malzemeler değil, aynı zamanda yukarıda bahsedilen silisyum karbür gibi karbür içinde karbon ve benzeri de kullanılmaktadır. Eritken solvent olarak, 20 sönmemiş kireç, hafif kalsine edilmiş dolomit, magnezya bağlayıcı ve benzeri gibi yardımcı malzemeler kullanılmaktadır. Aynı zamanda, fosforu giderilmiş cüruf, karbonu giderilmiş cüruf, pota cürufu ve benzeri gibi cüruf, kalsiyum oksit kaynağı veya magnezyum oksit kaynağı olarak kullanılabilir. Ucuz yardımcı malzeme örneği olarak, karboksit, hidroksit veya benzeri kalsiyum veya magnezyum kullanılabilmektedir. Ancak, bu maddeler, 25 bakımından büyük olmalarından dolayı, büyük miktarda kullanılmaları durumunda, diğer eritken solventlerden ayrılmış yapılar yukarıdaki denklem (2)'nin modifiye edilmesi arzu edilmektedir.

Kullanılan soğuk demir kaynağı miktarını arttırmaya ve araba maliyetini bastırma girişiminde 30 bulunurken, silisyum giderme işleminden sonra eriyik demir sıcaklığını yukarıdaki 1240~1400°C aralığına getirmek amacıyla, soğuk demir kaynağı ve eriyik demirin toplam ağırlığı (t) başına soğuk demir kaynağı temel biriminin (X_s) (kg/t) aşağıdaki denklem (3)'e göre hesaplanan Y değeri olarak 230'dan daha az ve 270'den daha fazla olmayan bir aralığa 35 getirilmesi tercih edilmektedir. Y'nin 230'dan daha az olması durumunda, amorf grafit veya benzeri gibi karbonlu malzemenin üfleme süresini uzatmak için soğuk kaynağı olarak ilave

edilmesi veya demirli silisyum gibi büyük miktarda pahalı kaynak kullanırken ve dolayısıyla artan maliyetinin artması ve üretkenliğin azalması istenmeyen şekilde meydana gelirken cüruf bazlığının ayarlanması için kalsiyum oksit kaynağının ilave edilmesi gerekmektedir. Denklem (3)'teki Y değerinin 270'i aşması durumunda, demir cevheri veya benzeri gibi soğutma malzemesi, sıcaklığın kontrol edilmesi için kullanılmakta ve bu da kullanılan soğuk demir kaynağı miktarının maksimum hale getirilmesi bakımından olumsuz bir durum olmaktadır

$$Y = (3 + 34.5[\%Si] + 0.21T_i) \cdot (1000 - X_s) / 1000 \quad (3)$$

Y: 230~270

[%Si]: yüklenen eriyik demirdeki silisyum derişimi (kütlece %)

T_i: yüklü eriyik demir sıcaklığı (°C)

X_s: soğuk demir kaynağı temel birimi (kg/t)

Mevcut buluşta, soğuk demir kaynağı temel birimi, yukarıda bahsedildiği gibi ayarlanmakta, ancak, büyük miktarda buluşumuna sahip uygun miktarda silisyum, kısa sürece büyük miktarda soğuk demir kaynağının eritilmesi için kaynak olarak kullanılabilir. Bu durumda, yükleme veya silisyum giderme işleminde ilave edilen hiçbir oksijen oluşturmeyen toplam silisyum miktarının, yüklenen toplam eriyik demir ve soğuk demir kaynağı başına başına 2~10 kg/t aralığında, tercihen 4~8 kg/t aralığında olması tercih edilmektedir. Bu bağlamda, 10 kg/t'yi aşan miktarda silisyumun ilave edilmesi durumunda, silisyum giderme işleminde oluşturulan silisik asit miktarı azalmaya gelmekte ve hatta toplam cüruf hacminin önceki yükün fosfor giderme işleminden sonra fonda kalması durumunda silisyum giderme işleminin gerçekleştirilmesi durumunda bile, bazlığı daha fazla ayarlanması için büyük miktarda kalsiyum oksidin ilave edilmesi gerekmekte ve dolayısıyla, fondaki cüruf miktarı büyük hale gelmekte ve bu da artan maliyeti ve benzeri bakımdan tercih edilebilir olmamaktadır. Bu arada, silisyum miktarının 2 kg/t'den daha az olması durumunda, silisyumun oksitlenme reaksiyonu aracılığıyla olan buluşumu miktarı az olmakta ve bu da soğuk demir kaynağının eritilmesi bakımından etkili olmamaktadır. İlaveten, oluşan silisik asit miktarı silisyum giderme aşamasında azalmakta ve yüksek bazlığa sahip fosforu giderilmiş büyük miktarda cürufun fonda kalması durumunda, silisyum giderme işleminden sonraki bazlık yüksek hale gelmekte ve bu da sonraki cüruf giderme işleminde bir engel teşkil etmekte ve dolayısıyla arzu edilmeyen bir şekilde silikat olarak verimsiz bir silikat kaynağının veya kaynağın ilave edilmesi aracılığıyla bazlığın ayarlanması gerekmektedir. Bu bağlamda,

4~8 kg/t'lik silisyum miktarında soğuk demir kaynağının eritilmesine yönelik soğuk demir kaynağının sağlanması veya silisyum giderme işleminden sonra bazıları ayarlanması bakımından tercih edilebilir bir aralık olduğu belirtilmektedir.

- 5 İlave edilecek silisyum kaynağı olarak, demirli silisyum kullanılabilmekte, ancak esasen daha ucuz silisyum karbürden oluşan silisyum karbür briketinin veya esasen silisyum karbürden oluşan atık refrakterin kullanılması tercih edilmektedir. Dahası yalnızca bu silisyum kaynağının soğuk demir kaynağı olarak kullanılması gerekmekte ve karbonlu malzeme ve benzeri gibi diğer soğuk demir kaynağı üretkenliği azaltmayan bir aralık dahilinde birlikte kullanılabilmektedir.
- 10 Karbonlu malzemenin silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirin karbon derişimini kütlegece %3.3'ten daha az olmayan orana getirecek karbon giderme miktarını tasarlanarak ilave edilmesi arzu edilmektedir. Oranın kütlegece %3.3'ten daha az olması durumunda, sonraki fosfor giderme ve karbon giderme adımlarındaki soğuk demir kaynağı eksik olmakta ve aynı zamanda hurda veya benzeri gibi soğuk demir kaynağı yüzeyindeki karbonlaşma hızı erime hızı azaltacak şekilde azalmaktadır
- 15

- Mevcut buluşun tercih edilen silisyum giderme işleminde, silisyum giderme işleminden sonra eriyik demirin sıcaklığı uygun bir aralıkta kontrol edilirken silisyum, soğuk demir kaynağı olarak kullanılmakta ve böylelikle, soğuk demir kaynağının toplam eriyik demir ve soğuk demir kaynağı ağırlığı (t) başına 100~250 kg/t'lik büyük miktarda kullanılması durumunda bile, üretkenlik azalması veya artışı maliyeti artırmayacak şekilde gelmemekte ve soğuk demir kaynağının eritilmesi ve eriyik demirin ön arıtma işlemleri verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, soğuk demir kaynağı temel biriminin 250 kg/t'yi aşması durumunda, maliyet artışı sebep olacak şekilde ilave soğuk demir kaynağı gerekmesi veya
- 20
- 25 üretkenliği azaltacak şekilde üfleme süresinin uzaması sorunu bulunmaktadır Aynı zamanda, kullanılan miktarındaki ilave artış soğuk demir kaynağının yükleme kurulumunun kısıtlanması bakımından verimli değildir.

- Dahası daha sonra ayrıntılı bir şekilde bahsedileceği gibi, silisyum giderme işleminden sonra
- 30 cürufun (10) cüruf giderme özelliğini zenginleştirmek amacıyla konvertör tipi arıtma fırını (1) içindeki cürufta uygun köpürmenin gerçekleştirilmesi tercih edilmektedir. Bu maksatla, eriyik demirdeki karbon ile cüruftaki demir oksit arasındaki reaksiyon aracılığıyla oluşan CO gazı oranını arttırmak etkili olmaktadır. Dolayısıyla, sonraki cüruf giderme adımı cüruf giderme oranını kararlı bir şekilde elde etmek amacıyla, eriyik demir ve ilave edilen silisyum
- 35 kaynağındaki silisyumun oksitlenmesi için gerekli olan stokiyometrik miktarı aşan miktarda

oksijenin tedarik edilmesi tercih edilmektedir.

Silisyum giderme işlemi sırasında eriyik demire tedarik edilen oksijen temel birimi tercihen silisyum giderme işlemi için gerekli olan stokiometrik miktarı toplam olmakta ve 2 Nm^3/t 'den daha az olmamakta, arzu edilebilir bir şekilde 4 Nm^3/t 'den daha az olmamaktadır. Mevcut buluşta, oksijen iletimi aracılığıyla, silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirdeki silisyum derişimi, kütlece %0.2'den daha fazla olmamakta, tercihen kütlece %0.1'den daha fazla olmamakta, daha tercihen kütlece %0.05'ten daha fazla olmamaktadır. Dolayısıyla, cüruf giderme özelliği iyi bir şekilde korunabilirken silisyum giderme işleminden sonra cüruf giderme işleminde bile köpürme durumu korunmakta ve cüruftan eriyik demire olan yeniden fosfor katılma eğilimi bastırabilmektedir. Mevcut buluş sahiplerinin çalışmalarına göre, 1~2 $Nm^3/dk \cdot t$ 'lik üstten üfleme oksijen besleme hızı ve 0.02~2 $Nm^3/dk \cdot t$ 'lik alttan gaz üfleme hızıyla silisyum giderme işlemine yönelik oksijenin üflenmesi aracılığıyla yukarıdaki etkilerin elde edildiği doğrulanmıştır.

Önceki arıtma işlemindeki fosforu giderilmiş toplam cüruf hacmi fırında bırakılan eriyik demirin silisyum giderme işleminin gerçekleştirilmesi durumunda bile, fosforu giderilmiş cüruftaki kireç içeriği, silisyum derişimi kontrolünün cüruf bazlı kontrolü ve eriyik demir sıcaklığının kontrolüyle kombine edilmesi aracılığıyla yeniden fosfor katılma sebepleri etkili bir şekilde kullanılabilmektedir. Aynı zamanda, cüruftaki fosforik asit derişimi, silisyum derişimi, cüruf bazlı ve eriyik demir sıcaklık kontrollerinin kombine edilmesi ve aynı zamanda önceki arıtma işlemindeki fosforu giderilmiş cürufun fırında tutulması aracılığıyla arttırılabilmekte ve böylelikle cürufun köpürmesi teşvik edilmektedir. Özellikle, cüruftaki fosforik asit, cüruftaki yüzey geriliminin azaltılmasına etkisine sahip olmakta ve eriyik demirle olan reaksiyonu veya ince baloncukların dağılmasını teşvik etmekte ve böylelikle, (T. Fe)'nin takriben kütlece %10 oranında demir oksit derişimi kadar nispeten düşük olması durumunda bile cürufun köpürmesi, iyi cüruf giderme özelliğini korumak için korunabilmektedir.

(3) Şimdi, ŞEKİL 2(C)'de gösterilen ara cüruf giderme adımı (C) açıklanacaktır.

Mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntemde, cüruf giderme adımı konvertör tipi arıtma fırından (1) silisyum giderme işleminde oluşan büyük miktarda SiO_2 içeren düşük bazlı ve silisyumu giderilmiş cürufun boşaltılmasına yönelik ara cüruf giderme işlemini gerçekleştirmek amacıyla yukarıdaki silisyum giderme adımıdan sonra gerçekleştirilmektedir. Silisyumu giderilmiş cürufun (10) ara giderilmesi işlemi, sonraki fosfor

giderme adımındaki uygun cüruf bazlı iletken ayarlanması için kullanılan kireç bazlı iletken solvent miktarının azaltılması bakımından etkilidir. Aynı zamanda, fırında önceki eriyik demirin ön arıtma aracıyla oluşan büyük miktarda fosforu giderilmiş cüruf tutulurken yeni eriyik demirin silisyum giderme işleminin gerçekleştirildiği mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem vakasında, silisyum giderme işlemi, cüruftan eriyik demire olan yeniden fosfor katmanını önlemek amacıyla gerçekleştirilmekte ve böylelikle silisyumu giderilmiş cüruftaki fosforik asit derişimi, konvansiyonel yönteminkinden daha yüksek hale gelmektedir. Silisyumu giderilmiş büyük miktarda cürufun fırında tutulması durumunda, cüruftaki fosforik asit miktarı fosfor giderme etkisini düşürmek için sonraki fosfor giderme adımında fırında aşırı hale gelmekte ve böylelikle, bu sorunun önlenmesi bakımından cüruf giderme işlemi önemli olmaktadır

Mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntemde, yukarıdaki adımlar (A)~(E)'nin arıtma tekrarlı ve sürekli bir şekilde gerçekleştirilmesi halinde, silisyum giderme işleminden sonra cüruf boşaltma yetersiz olması durumunda, fırında fosforik asidin depolanması devam etmekte ve böylelikle özen gösterilmesi gerekmektedir. Çünkü, cüruftaki fosforik asit miktarının fosfor giderme adımıda fırında çok büyük hale gelmesi durumunda, fosfor giderme verimliliği, arıtmadan sonra eriyik demirdeki fosfor derişimini arttırmak veya fosfor giderme reaksiyonu için gerekli olan kireç bazlı iletken solvent miktarını arttırmak amacıyla cüruftaki fosforik asit derişiminin artışı ile azalmaktadır

Dolayısıyla mevcut buluşta, silisyumu giderilmiş cüruf (kütlece %) = (boşaltılan cürufun kütlece %'si) x 100/(silisyum giderme işleminin sonunda fırındaki cürufun kütlece %'si) cüruf giderme oranının, en az kütlece %40'tan daha az olmaması arzu edilebilir bir şekilde kütlece %60'dan daha az olmaması tercih edilmektedir. Cüruf giderme oranının kütlece %40'tan daha az olması durumunda, sonraki fosfor giderme adımıda kullanılan kireç bazlı iletken solvent miktarı daha önceden bahsedildiği gibi artmaktadır. Aynı zamanda, cüruf miktarı arttıkça, cüruf köpürmesi başlamamakta ve böylelikle, fosfor giderme işleminde fırının ağzında cürufun sönmesi oluşmakta ve cüruf sönmesinden dolayı çalışma sorunları oluşabilmektedir.

Mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntemde, silisyum giderme işleminden sonra cürufun bazlı iletken 0.5~1.5 aralığında oluşturulmakta ve silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirin sıcaklığı 1240°C'den daha düşük olmayan ve 1400°C'den daha yüksek olmayan bir sıcaklığa getirilmekte ve ilaveten, oksijen temel birimi, cüruf

köpürmesini teşvik etmek amacıyla uygun bir şekilde ayarlanmakta ve böylelikle iyi cüruf akışkanlığı ve gaz tutma durumu sağlanabilmekte ve yalnızca fırında ağızından cürufu dışarı akarak amaçla silisyum giderme işleminden sonra fırın gövdesinin yana yatırılması amacıyla iyi cüruf giderimi gerçekleştirilebilmektedir. Eriyik demirin dışarı akmaması için fırın gövdesinin yana yatma açısını ayarlanmasıyla cürufun dışarı akması durumunda, fırında belirli miktarda cürufun tutulması zorunlu olmakta, ancak fırında tutulan cüruf miktarı küçük olacak şekilde kontrol edilebilmekte, çünkü köpüren cürufun hacim oranı takriben 1/10 olmakta ve kitle özgül ağırlığı gerçek özgül ağırlığa kıyasla azalmaktadır. Dahası cürufun köpürmesinin yatırılması durumunda, cüruf giderme oranında azalma meydana gelmekte ve böylelikle, silisyum giderme işleminin sonundan cürufun giderilmesine yönelik fırın gövdesinin yana yatırılmasına başlanmasına kadar olan sürenin 4 dakika içinde olması tercih edilmektedir.

Cüruf giderme aşamasında cürufta gerekli olan silisyumu giderilmiş cürufun bazıları ŞEKİL 3'te gösterildiği gibi 0.5'ten daha az olması durumunda, cürufun viskozitesi artmakta ve iyi cüruf giderme oranı sağlanamamaktadır. Bu arada, silisyumu giderilmiş cürufun bazıları 1.5'i aşması durumunda, cürufun akışkanlığını azaltmak ve cüruf giderme oranını azaltmak amacıyla katı faz cürufu oluşmaktadır. İyi cüruf giderme özelliği ve cüruf giderme oranını sağlanması bakımından, cürufun bazıları takriben 0.5~1.5 olması yeterlidir. Silisyum giderme adımıyla cüruftan gelen yeniden fosfor katı borusunun önlenmesi ve kullanılan kireç bazıları eritken solvent miktarını azaltılması bakımından, cürufun bazıları 0.8~1.2 aralığında ayarlanması daha fazla tercih edilmektedir.

Aynı zamanda cüruf köpürmesi, cüruf giderme adımıyla silisyumu giderilmiş cürufta (T. Fe) tarafından oluşturulan ince CO baloncukları ile, yani demir oksit ve eriyik demir veya cürufta askıda kalan karbonu içeren tanecikli demir reaksiyonu amacıyla teşvik edilmektedir. Uygun (T. Fe) derişim aralığı test etmek için bir alternatif doğrulama işlemi gerçekleştirilmekte, (T. Fe) < kütlece %5 olması durumunda, cüruf köpürmesi yetersiz olmakta ve konvertörün yana yatırılmasıyla cürufun boşaltılması durumunda itici güç küçük olmakta ve yeterli boşaltım zor olmaktadır. Diğer yandan, (T. Fe) > kütlece %25 olması durumunda, cüruf akma esnasında CO baloncuklarının oluşumu, çarpıcı bir şekilde ilerlemekte ve patlama olgusu doğrulanmakta ve dolayısıyla cüruf giderme çalışması ara verilmesi zorunlu olmaktadır. Bu maksatla, silisyum giderme işleminin sonunda veya cüruf giderme adımıyla cüruftaki uygun (T. Fe) aralığı (T. Fe) = kütlece %5~25 olmaktadır.

Silisyumu giderilmiş cüruf sıcaklığının cüruf giderme adımındaki arıtımda düşük olması (1260°C'den düşük olması) durumunda, cürufun akışkanlığı, katıfaz cürufunun oluşumuyla ilişkili olan cüruf akışkanlığının artışı ve cüruf giderme oranını azaltmak için sıvıfazın akışkanlığının artışı ile düşürülmektedir. Dolayısıyla, soğuk demir kaynağı temel birimi

5 ayarlanmakta ve aynı zamanda silisyum karbür, demirli silisyum veya benzeri gibi ek sıvı kaynağı miktarının en az biri ilave edilmekte ve oksijen temel birimi, kullanılan eriyik demirin başlangıç koşullarına bağlı olarak ayarlanmakta ve böylelikle silisyum giderme işleminin sonunda eriyik demirin sıcaklığı 1260°C'den daha düşük olmayan bir sıcaklığa getirilmekte ve cüruf sıcaklığı 1260°C'den daha düşük olmayan bir sıcaklığa getirilmektedir.

10

Silisyum giderme işleminden sonra oluşan cürufun hemen hemen tamamının giderilmesi durumunda, sonraki fosfor giderme adımıda yeni ilave edilen kireç bazlı eritken solventin cüruf oluşumu gecikmekte ve bu da fosfor giderme işleminin engellenmesi faktörü olmaktadır. Bu maksatla, cüruf oluşumunu teşvik etmek için flüorit ilave edilebilmektedir.

15 Ancak bu durumda, cürufun kullanımı daha önceden bahsedildiği gibi kısıtlamaya maruz kalmakta ve bu da cürufun kullanımını engellemektedir. Aynı zamanda, demir cevheri veya benzeri gibi demir oksidin ilave edilmesi aracılığıyla cüruf oluşumunun teşvik edilmesi yöntemi de bulunmaktadır. Ancak, demir oksidin ayrışma endotermik reaksiyonundan dolayı sıvı kaybının büyük olması ve soğuk demir kaynağının eritilmesi için kullanılabilir sıvı miktarının

20 azalmasından dolayı bu yöntem tavsiye edilmemektedir.

Dolayısıyla, fosfor giderme aşamasında flüorit veya demir oksit kullanımdan kireç bazlı eritken solventin cüruf oluşumunu teşvik etmek amacıyla aynı zamanda fırında tercih edilen derişim ve sıcaklığa sahip uygun miktarda silisyumu giderilmiş cürufun tutulması ve cüruf

25 oluşumunun teşvik edilmesine yönelik cürufta silisyum dioksit veya demir oksit kullanımı etkili olmaktadır. Silisyumu giderilmiş cürufun boşaltılmasında, fırın gövdesinin yana yatırma açısının ayarlanması sırasında fırında 4~20 kg/t silisyumu giderilmiş cürufu tutmak amacıyla silisyumu giderilmiş cürufun tercih edilen cüruf giderme oranının %40'tan daha az olmayan, tercihen %60'tan daha az olmayan oranda tutulması tercih edilmektedir. Dolayısıyla, fosfor

30 giderme reaksiyonu, fosfor giderme aşamasında demir oksit kullanımdan verimli bir şekilde teşvik edilebilmekte ve silisyum giderme işleminde soğuk demir kaynağının eritilmesine yönelik sıvı olarak demir oksidin ayrışma endotermik reaksiyonuna dayalı sıvı miktarının dolaylı olarak kullanılması mümkündür. Silisyumu giderilmiş cürufun tutulma miktarının 4 kg/t'den az olması durumunda, sonraki fosfor giderme adımıda kireç bazlı eritken solventin cüruf

35 oluşumunun teşvik edilmesi için demir oksidin kullanılması gerekmektedir. Miktarın 20 kg/t'yi

aşması durumunda, kullanılan kireç bazlı eritken solvent miktarının artması veya fosfor giderme çalışmasının engellenmesi sorunu olmaktadır

(4) ŞEKİL 2(D)'de gösterilen bir fosfor giderme adımı (D) açıklanacaktır

5

Cüruf giderme adımı (C) sonra, eriyik demirin fosfor giderme işlemi, aynı konvertör tipi arıtma fırınında (1) tutulan eriyik demire kireç bazlı eritken solventin ilave edilmesi ve oksijen kaynağı olarak oksijenin üflenmesi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu fosfor giderme adımı (D)da kullanılan oksijen kaynağı olarak, ısı kaybının azaltılması bakımından üstten üfleme borusundan (2) yalnızca oksijen gazının (12) kullanılması tercih edilmektedir. Eriyik demirdeki fosfor, fosfor oksit (P_2O_5) oluşturmak için tedarik edilen oksijen kaynağındaki oksijen ile oksitlenmekte ve fosfor oksit, eriyik demirin fosfor giderme işlemini teşvik etmek için kireç bazlı eritken solventin cüruf oluşumu aracılığıyla oluşan cürufun içine kararlı bir şekilde dahil edilmektedir. Fosfor giderme reaksiyonunu verimli bir şekilde teşvik etmek amacıyla, fosfor giderme işleminin fosforu giderilmiş cürufun bazlığı (son yükün fosfor giderme işleminden sonraki cüruf (18)) 1.2'den daha az ve 3.0'dan daha fazla olmayan bir değere getirilmesi amacıyla kireç bazlı eritken solventin ilave edilmesi ve fosfor giderme işleminin sonunda eriyik demirin sıcaklığının $1280^{\circ}C$ 'den daha düşük ve $1360^{\circ}C$ 'den daha yüksek olmayan bir sıcaklığa getirmek amacıyla oksijenin tedarik edilmesi aracılığıyla fosfor giderme işleminin gerçekleştirilmesi tercih edilmektedir.

Bu fosfor giderme işleminde oluşan fosforu giderilmiş cürufun (17) cüruf bazlığı 1.2'den daha az olması veya eriyik demirin sıcaklığının $1360^{\circ}C$ 'den fazla olması durumunda, cürufun fosfor giderme becerisi bozulmakta ve arıttıktan sonra eriyik demirdeki fosfor derişimi, yeterli ölçüde azalmayabilmektedir. Cüruf bazlığı 3.0'a aşması durumunda, kireç bazlı eritken solventin cüruf oluşumu zor olmakta ve kireç bazlı eritken solventin maliyeti artmaktadır. Eriyik demir sıcaklığının $1280^{\circ}C$ 'den düşük olması durumunda, yine cüruf oluşumu zor olmakta ve sonraki karbon giderme adımı (E)deki ısı miktarı eksilmektedir. Karbon giderme aşamasında ısı miktarı yeterli ölçüde sağlamak için, fosfor giderme işleminden sonra eriyik demir sıcaklığının $1280^{\circ}C$ 'den daha düşük ve $1360^{\circ}C$ 'den daha yüksek olmayan bir sıcaklığa getirilmesi arzu edilmekte ve aynı zamanda kullanılan oksijen miktarı ve/veya silisyum giderme ve fosfor giderme işleminde ilave edilen karbon miktarı, fosfor giderme işleminden sonra eriyik demirdeki karbon derişimini kütleye %2.8'den daha az olmayan bir orana getirmek amacıyla ayarlanmaktadır

35

Mevcut buluş yöntemine göre çalışmada, Si derişimi, P derişimi ve eriyik demir sıcaklığının, silisyum giderme işleminden sonra eriyik demir sıcaklığını düşürmek için değiştirildiği bir vaka veya eriyik demirin P derişiminin yüksek olduğu ve fosfor giderme yükünün büyük olduğu bir vaka meydana gelmektedir. Bu durumda, fosfor giderme adımı da kirecin eritilmesini teşvik etmek amacıyla, toz kireç, kalsiyum karbonat veya benzeri gibi kireç kaynağının oksijen gazı veya soy gazla birlikte üstten üfleme borusundan eriyik demir yüzeyine üflenmesi etkilidir. Üstten üfleme oksijenine maruz kalan eriyik demir yüzeyi bölgesinde, sıcaklığı takriben 2000°C'nin üzerine getirmek amacıyla doğrudan karbon giderme reaksiyonu veya demir oksitlenmesi meydana gelmekte ve dolayısıyla bu tür bölgeye toz kireç ilave edilerek füzyon teşvik edilmektedir.

Mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntemde, kirecin füzyonuna katkı sağlayan cürufu içeren SiO₂, silisyum giderme işleminden sonra boşaltılmakta ve böylelikle, toz kirecin yüklenmesi aracılığıyla erken erime gerçekleşmektedir. Bu yöntemde, eriyik demirdeki Si oksitlenme işi, soğuk demir kaynağının erimesini teşvik etmek için kullanılmaktadır. Dolayısıyla, daha yüksek sıcaklıkta çalışma, eriyik demirde hürdan erime hürbakımından tercih edilmektedir. Ancak, daha yüksek sıcaklık, silisyum giderme ve fosfor giderme işleminde yeniden fosfor katımlı hürbakımdan nispeten elverişsiz hale gelmektedir. Dolayısıyla mevcut buluşta, toz demir oksidin üstten üflenmesi, üstten üfleme oksijenine maruz kalan bölgede eş zamanlı olarak gerçekleştirilmekte ve demir oksidin ayrışma reaksiyonu (endotermik reaksiyon) aracılığıyla yalnızca reaksiyon bölgesi soğutulmakta ve böylelikle, makroskopik olarak daha yüksek sıcaklık koşullarında fosfor giderme veya yeniden fosfor katımının bastırılmasında girişiminde bulunulması mümkün hale gelmektedir. Kireç veya kalsiyum karbonat içeren yardımcı malzeme olarak, yalnızca tek madde değil, aynı zamanda konvertöre yapılan karbon giderme üfleminde oluşturulan cüruf gibi geri dönüştürülmüş malzemeler ve benzeri de olabilmektedir. Aynı zamanda, demir oksit olarak yalnızca tek demir cevheri maddesi ve benzeri değil, aynı zamanda hadde tufalı sinterlenmiş cevher tozu, toplu toz ve benzeri gibi geri dönüştürülmüş malzemeler de kullanılabilmektedir.

(5) Şimdi, ŞEKİL 2(E)'de gösterilen bir akışma adımı (E) açıklanacaktır.

Bu adımda (E), konvertör tipi arıtma fırınında eriyik demir, yukarıdaki fosfor giderme adımı aracılığıyla eriyik demirdeki fosfor derişiminin belirtilen değere azaltılması durumunda konvertör tipi arıtma fırını (1) akışma ağıyla donatılan tarafa doğru yatırılmasıyla eriyik demiri tutan kaba (gösterilmemektedir) akıtmaktadır. Dahası, belirtilen fosfor derişimi

değerinin kütlece %0.030'dan daha fazla olmaması tercih edilmektedir.

Yukarıda bahsedildiği gibi, mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma yönelik yöntem, fosfor giderme işleminden sonra eriyik demirin akıtılmasıyla fosforu giderilmiş cürufun en az bir kısmını boşaltımdan bırakılması ve silisyum giderme işlemini gerçekleştirmek için yeni eriyik demirin yüklenmesi işlemlerini gerçekleştiren sürekli arıtma işlemidir. Dolayısıyla, konvertör tipi arıtma fırından (ön arıtma fırını) boşaltılan cürufun çoğunluğu, nispeten yüksek bazlığa sahip fosforu giderilmiş cürufun dahil edilmesini azaltabilen, silisyum giderme işleminden sonraki cüruf olmaktadır. Bu, fosforu giderilmiş cürufun dahil edilmesi durumunda, cüruf kullanımı sağlamak için hidratlama reaksiyonundan dolayı şişkinlik oluşması veya alkali elüsyonunun meydana gelmesinden endişe edilmektedir. Özellikle, fosforu giderilmiş cürufu boşaltmayan yöntemde pek meydana gelmemekte, böylelikle cürufun arıtma basitleştirilebilmekte ve yüksek katma değerli uygulamalarda cürufun kullanılması mümkün hale gelmektedir. Özellikle bu, eriyik demirin ön arıtma mevcut buluşta olduğu gibi bir konvertörle sürekli ve tekrarlı bir şekilde gerçekleştirilmesi durumuna büyük ölçüde etki etmektedir.

ÖRNEKLER

Mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtma ŞEKİL 1'de gösterildiği gibi 250 ton kapasiteye sahip konvertör tipi arıtma fırınıyla (1) gerçekleştirilmektedir. Bu arıtımda, oksijen gazı üstten üfleme borusundan (2) banyo yüzeyine (eriyik demir) üflenirken ajitasyona yönelik azot gazı fırın gövdesinin altına yerleştirilen beş alttan üfleme tüyerinin içinden eriyik demirin içine üflenmektedir. Tablo 1'de gösterilen Örneklerin ve Tablo 2'de gösterilen Karşılaştırmalı Örneklerin bir kısmında, önceki eriyik demirin fosfor giderme işlemi aracılığıyla üretilen fosforu giderilmiş cüruf, konvertör tipi arıtma fırında tutulmakta ve ilk olarak soğuk demir kaynağına braya yüklenmekte ve daha sonra eriyik demir, fırına yüklenmekte ve sonrasında oksijen, silisyum giderme işlemini başlatmak için üstten üflenmektedir. Çalışmanın bir kısmında, SiC briketleri ve oksitli olmayan Si, silisyum giderme işleminde kaynaklıya yönelik bir silisyum kaynağı olarak kullanılmakta ve sönmemiş kireç, bazlı ayarlanmasında kireç bazlı eritken solventi olarak kullanılmakta ve fırına yukarıdan ilave edilmektedir. Silisyum giderme işleminin sonlanması ardından, cüruf giderme işlemini gerçekleştirmek amacıyla fırın gövdesi hemen yana yatırılmaktadır. Sonrasında, sönmemiş kireç ve oksijen gazı tedarik edilmekte ve demir cevheri, fosfor giderme işlemini gerçekleştirmek için çalışmanın bir kısmında ilave edilmektedir. Silisyum giderme işleminin başlangıcından fosfor giderme

işleminde sonraki akışa işleminin sonuna kadar geçen süre, takriben 30 dakikadır.

Soğuk demir kaynağı olarak Japonya demirli hammaddeler birliğinin "Tek tip Demirli Hurda Standartları"nda tanımlanan demir hurdaları kullanılmaktadır.

5

Çalışma koşulları ve çalışma sonuçları sırasıyla Mevcut Buluş Örnekleri bakımından Tablo 1'de ve Karşılaştırmal Örnekler bakımından Tablo 2'de gösterilmektedir. Herhangi bir çalışmada, demir oksit silisyum giderme işleminde kullanılmamakta, ancak silisyum giderme işleminden sonra cüruf giderme adımlarında konvertör tipi artırma fırından boşaltılan cürufun bazıları Karşılaştırmal Örnek 3'ün haricinde hedef değere getirilmekte ve böylelikle cüruf yeterli ölçüde oluşmaktadır.

10

Tablo 1

Öge		Birim	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9
Önceki fosforu giderilmiş cüruf	CaO/SiO ₂	Kütle oran□	1.5	1.2	1.8	1.8	1.5	1.8	1.5	1.6	2.1
	Tutulma oran□	kütlece %	100	100	33	63	100	100	100	100	100
	Tutulan miktar	kg/t	25	28	8	15	25	24	25	24	24
Yükleme	Eriyik demir miktar□	kg/t	875	840	880	880	896	916	850	820	900
	Eriyik demir sıcaklığı□	°C	1280	1275	1290	1283	1295	1296	1278	1263	1284
	Eriyik demirdeki [C]	kütlece %	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
	Eriyik demirdeki [Si]	kütlece %	0.39	0.42	0.36	0.37	0.44	0.45	0.42	0.86	0.26
	Eriyik demirdeki [P]	kütlece %	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	Hurda miktar□	kg/t	125	160	120	120	104	84	150	180	100
Silisyum Giderme	SiC briketleri	kg/t	0	3.6	0	0	0	0	3.6	0	0
	Oksitli olmayan Si	kg/t	3.4	5.1	3.2	3.3	4.0	4.1	5.1	7.1	2.4
	Sönmemiş Kireç	kg/t	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	8.0	10.0	8.0	8.0	8.0	8.0	10.0	12.0	7.0
	Sondaki sıcaklık□	°C	1271	1273	1281	1277	1320	1346	1290	1292	1270
	Sondaki C	kütlece %	3.5	3.4	3.5	3.5	3.7	3.8	3.4	3.3	3.6
	Sondaki Si	kütlece %	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.10	0.01
	Sondaki P	kütlece %	0.09	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.08
	Sondaki CaO/SiO ₂	Kütle oran□	0.70	0.53	0.52	0.60	0.65	0.72	0.57	0.50	1.07
	Sondaki cüruf miktar□	kg/t	34	41	19	24	35	34	38	41	29
Ara cüruf giderimi	Boşaltım oran□	kütlece %	56	63	47	58	72	65	79	63	59
	Tutulan miktar	kg/t	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	12.0	8.0	15.0	12.0

Fosfor giderme	Sönmemiş Kireç	kg/t	5.4	6.3	6.1	6.5	7.0	6.5	7.7	7.5	5.0
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	Demir cevheri	kg/t	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	8.0	0.0	4.0	0.0
	Sondaki sıcaklık	°C	1332	1335	1339	1335	1359	1380	1349	1354	1332
	Sondaki C	kütlece %	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	2.9	2.8	3.1
	Sondaki P	kütlece %	0.020	0.027	0.027	0.022	0.022	0.021	0.018	0.028	0.019
	Sondaki CaO/SiO ₂	kütlece %	1.5	1.2	1.2	1.4	1.5	1.8	1.5	1.2	1.5
	Fosforu giderilmiş cüruf miktar	kg/t	25	30	24	24	25	24	25	31	24
	Y	-	250	240	252	251	260	266	243	244	253
	Toplam sönmemiş kireç	kg/t	5.4	6.3	7.3	6.5	7.0	6.5	7.7	7.5	5.0

Tablo 2

Öge		Birim	Karşılaştırılmal Örnek 1	Karşılaştırılmal Örnek 2	Karşılaştırılmal Örnek 3	Karşılaştırılmal Örnek 4	Karşılaştırılmal Örnek 5
Önceki fosforu giderilmiş cüruf	CaO/SiO ₂	Kütle oran	1.5	1.1	1.1	1.2	1.2
	Tutulma oran	kütlece %	0	50	65	70	62
	Tutulan miktar	kg/t	0	34	26	28	30
Yükleme	Eriyik demir miktar	kg/t	925	850	895	910	875
	Eriyik demir sıcaklığı	°C	1280	1280	1280	1320	1280
	Eriyik demirdeki [C]	kütlece %	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
	Eriyik demirdeki [Si]	kütlece %	0.40	0.40	0.40	0.50	0.40
	Eriyik demirdeki [P]	kütlece %	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	Hurda miktar	kg/t	75	150	105	90	125
Silisyum Giderme	SİC briketleri	kg/t	3.6	3.6	3.6	0	3.6
	Oksitli olmayan Si	kg/t	5.2	4.9	5.1	4.6	5.0
	Sönmemiş Kireç	kg/t	8.0	0	0	0	0
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	7.5	10.0	10.0	9.0	7.0
	Sondaki sıcaklığı	°C	1348	1290	1350	1405	1265
	Sondaki C	kütlece %	3.9	3.5	3.6	3.7	3.7
	Sondaki Si	kütlece %	0.15	0.02	0.01	0.01	0.13
	Sondaki P	kütlece %	0.11	0.11	0.14	0.13	0.12
	Sondaki CaO/SiO ₂	Kütle oran	1.0	0.55	0.47	0.55	0.62
	Sondaki cüruf miktar	kg/t	23	49	40	40	40
	Boşaltım oran	kütlece %	100	0	62	62	32
Ara cüruf giderimi	Tutulan miktar	kg/t	0	49	15	15	27

Fosfor giderme	Sönmemiş Kireç	kg/t	9	11.6	10.3	10.5	9.8
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0
	Demir cevheri	kg/t	15.0	0.0	12.0	12.0	0.0
	Sondaki sıcaklık	°C	1350	1356	1357	1391	1358
	Sondaki C	kütlece %	3.2	2.9	2.9	2.9	3.1
	Sondaki P	kütlece %	0.020	0.030	0.030	0.031	0.029
	Sondaki CaO/SiO ₂	kütlece %	1.5	1.1	1.1	1.2	1.2
	Fosforu giderilmiş cüruf miktarı	kg/t	23	68	40	40	48
	Y	-	264	243	256	271	250
	Toplam sönmemiş kireç	kg/t	17.0	11.6	10.3	10.5	9.8

Örnekler 1, 2 ve 5~9, önceki eriyik demirin fosfor giderme işleminden sonra fosforu giderilen cürufun miktarının tamamının fırında tutulması sırasında sonraki eriyik demirin ön arıtımında gerçekleştirildiği bir vaka olmakta ve Karşılaştırmalı Örnek 1, karşılaştırmaya için önceki eriyik demirin fosfor giderme işleminden sonra cüruf miktarının tamamının boşaltıldığı bir vaka olmaktadır. Aynı zamanda Karşılaştırmalı Örnek 2, silisyum giderme işleminden sonra silisyumu giderilmiş cüruf boşaltılmaksızın fosfor giderme işleminin sürekli olarak gerçekleştirildiği bir durumdur.

Mevcut buluşun yöntemine uyarlanan Örnekler 1~9'da, fosforu giderilen cüruf ile silisyumu giderilen cürufun her birinin bazlığı ve tutulma miktarı (tutulma oranı ve boşaltım oranı) silisyum giderme işleminden sonraki sıcaklık, eriyik demirdeki silisyum derişimi ve benzeri gibi koşullar çeşitli şekillerde değişmektedir. Herhangi bir koşulda, fosfor giderme işleminden sonra eriyik demirdeki fosfor derişimi, kullanılan takriben 5~7.7 kg/t'lik küçük sönmemiş kireç miktarında takriben kütlece %0.03'ten daha az olmakta ve hurda miktarı Karşılaştırmalı Örnek 1'e kıyasla büyük olmaktadır. Bunun aksine, Karşılaştırmalı Örnek 1, önceki eriyik demir ve silisyumu giderilmiş cürufun fosfor giderme işleminden sonraki cüruf miktarının tamamının boşaltılmakta ve böylelikle, arıtma işleminden sonra eriyik demirdeki fosfor derişimi düşük olmakta, ancak kullanılan sönmemiş kireç miktarı artmakta ve fosfor giderme işleminde cüruf oluşumu için büyük miktarda demir cevheri gerekmede ve dolayısıyla kullanılan hurda miktarı küçük olmaktadır.

Karşılaştırmalı Örnek 2'de, fosfor giderme işlemi, silisyum giderme işleminden sonra cüruf boşaltılmadan gerçekleştirilmekte, böylelikle fosfor giderme işleminden sonraki cüruf miktarı çarpıcı bir şekilde artmakta ve aynı zamanda kullanılan sönmemiş kireç miktarı da artmaktadır. Karşılaştırmalı Örnek 3'te, silisyum giderme işleminden sonraki cüruf bazlığı 0.5'ten daha az değere azalmakta ve bunun da yeniden fosfor katmanını gerçekleştirdiği düşünülmekte ve aynı zamanda kullanılan sönmemiş kireç miktarı fosfor giderme işleminde bazlığını ayarlanmas için daha büyük hale gelmektedir. Karşılaştırmalı Örnek 4'te, silisyum giderme işleminden sonraki sıcaklık 1380°C'den daha yüksek hale gelmekte ve bunun da yeniden fosfor katmanını gerçekleştirdiği düşünülmekte ve aynı zamanda kullanılan sönmemiş kireç taş miktarı fosfor giderme işleminde bazlığını ayarlanmas için daha büyük hale gelmektedir. Karşılaştırmalı Örnek 5'te, silisyum giderme reaksiyonu yeterli ölçüde ilerlemeden silisyum giderme işlemi sonlanmakta, bu yüzden cüruf köpürmesi kolaylıkla yatıştırılmakta ve silisyumu giderilmiş cürufun boşaltım oranı zayıf hale gelmekte ve kullanılan sönmemiş kireç miktarı daha büyük hale gelmektedir.

Cüruf giderme özelliği bakımından arıtma koşulları farklı açılara kavuşturmak amacıyla, silisyum giderme işleminden sonra cüruf giderme işlemi gerçekleştirilmemekte ve cüruf giderme testi, silisyum giderme + fosfor giderme işleminden sonra fırına yana yatırılarak aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Eriyik demirdeki Si derişimi göz önünde bulundurularak, bazı (Ca/SiO₂), silisyum giderme + fosfor giderme işleminden sonra 1.5'e ayarlanmakta ve sonuç olarak, (T. Fe), kütlece %10~30 olmakta, arıtma işleminden sonraki [Si], Tr. olmakta, [P], kütlece %0.050~0.070 olmakta ve eriyik demirin sıcaklığı 1340~1360°C olmaktadır. Cüruf köpürmesi büyük ölçüde oluşmamakta ve yüksek katıfaz oranına sahip cüruf boşaltılmakta ve fırına yana yatırılarak aracılığıyla boşaltım miktarının kontrol edilmesi zor olmaktadır. Dolayısıyla, cüruf yapısı ve köpürme durumu, silisyum giderme işleminden sonraki ve silisyum giderme + fosfor giderme işleminden sonraki cüruf boşaltımında farklı olmakta ve bu yüzden, cüruf bileşiminin uygun koşulları uygulanamamaktadır.

Örnek 1 ile Karşılaştırılmal Örnek 4 arasındaki karşılaştırmadan, cüruftan yeniden fosfor katımı bastırırken, kullanılan sönmemiş kireç miktarını azaltmak amacıyla silisyum giderme işleminden sonraki sıcaklığın düşürülmesi ve kullanılan hurda miktarının artırılmasıyla fosfor giderme işleminin verimli bir şekilde gerçekleştirilebileceği görülebilmektedir.

Silisyum giderme işlemi sırasında bazıların etkisi, Tablolar 1 ve 2'deki testle aynı şekilde incelenmektedir. Sonuçlar, Tablo 3'te gösterilmektedir. Tablo 3'te görüldüğü gibi, silisyum giderme işlemi sırasında 0.8~1.5'lik bazıları karşılayan Örnekler 11 ve 12'de, yeniden fosfor katımı olgusu meydana gelmemekte ve fosfor giderme işleminden sonraki fosfor derişimi iyi olmaktadır. Buna karşılık, silisyum giderme işlemi sırasında bazıları 0.8~1.5'in dışında olduğu Örnek 10'da, yeniden fosfor katımı olgusu meydana gelmekte ve fosfor giderme işleminden sonraki fosfor derişimi, bir şekilde yüksek hale gelmektedir.

Tablo 3

	Öge	Birim	Örnek 10	Örnek 11	Örnek 12
Önceki fosforu giderilmiş cüruf	CaO/SiO ₂	Kütle oranı	1.6	1.8	1.9
	Tutulma oranı	kütlece %	100	100	100
	Tutulan miktar	kg/t	30	33	28
Yükleme	Eriyik demir miktarı	kg/t	877	879	875
	Eriyik demir sıcaklığı	°C	1250	1.239	1.286
	Eriyik demirdeki [C]	kütlece %	4.51	4.46	4.59
	Eriyik demirdeki [Si]	kütlece %	0.55	0.46	0.45
	Eriyik demirdeki [P]	kütlece %	0.120	0.122	0.121
	Hurda miktarı	kg/t	123	121	125

Silisyum Giderme	SiC briketleri	kg/t	0.0	0.0	0.0
	Oksitli olmayan Si	kg/t	0.0	0.0	0.0
	Sönmemiş Kireç	kg/t	1.0	1.6	1.1
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	7.8	8.0	7.9
	Üfleme sırasında	Kütle oranı	0.68	0.82	0.85
	CaO/SiO ₂ alt sınırı				
	Üfleme sırasında	Kütle oranı	1.00	1.18	1.45
	CaO/SiO ₂ üst sınırı				
	Sondaki sıcaklık	°C	1300	1275	1305
	Sondaki C	kütlece %	3.85	3.78	3.87
	Sondaki Si	kütlece %	0.04	0.01	0.02
	Sondaki P	kütlece %	0.145	0.105	0.100
	Sondaki CaO/SiO ₂	Kütle oranı	0.70	0.82	0.90
	Sondaki (%T.Fe)	kütlece %	12.3	16.4	17.8
	Sondaki cüruf miktarı	kg/t	44.3	48.8	51.9
Ara cüruf giderimi	Boşaltım oranı	kütlece %	58	60	65
	Tutulan miktar	kg/t	19	20	18
Fosfor giderme	Sönmemiş kireç(üstten ekleme)	kg/t	0.0	0.0	0.0
	Sönmemiş Kireç(atma)	kg/t	6.4	6.4	6.3
	Kalsiyum Karbonat (atma)	kg/t	0.0	0.0	0.0
	Demir oksit (atma)	kg/t	0.0	0.0	0.0
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	7.5	8.0	8.5
	Demir cevheri (üstten ekleme)	kg/t	0.0	0.0	4.0
	Sondaki sıcaklık	°C	1383	1.360	1.353
	Sondaki C	kütlece %	2.62	2.88	2.99
	Sondaki P	kütlece %	0.027	0.020	0.018
	Sondaki CaO/SiO ₂	Kütle oranı	1.73	2.05	2.11
	Fosforu giderilmiş cüruf miktarı	kg/t	35	32	31
	Y	-	249	245	252
	Toplam sönmemiş kireç	kg/t	7.4	8.1	7.4

$$\text{Hesaplama formülü; } \frac{\text{CaO}_a[\text{kg/t}] + \text{CaO}_b[\text{kg/t}]}{\text{SiO}_{2a}[\text{kg/t}] + \text{SiO}_{2b}[\text{kg/t}]}$$

Yukarıdaki hesaplama formülü, silisyum giderme işlemi için üfleme yapılması sırasında

5 CaO/SiO₂'nin hesaplanmasında kullanılmaktadır

CaO_a: yüklenen kirecin erime miktarı

CaO_b: tutulan cüruftaki CaO

SiO_{2a}: yanan Si miktarı 2.14

SiO_{2b}: tutulan cüruf SiO₂

- Aynı zamanda, ara cüruf giderme işlemi esnasında silisyum giderme işleminin sonundaki T. Fe'nin etkisi, Tablolar 1 ve 2 testleri olarak incelenmektedir. Sonuçlar, Tablo 4'te gösterilmektedir. Tablo 4'teki Örnekler 13~16'da görüldüğü üzere, örneklerin tamamında daha büyük miktarda hurda kullanılabilmekte ve kullanılan sönmemiş kireç miktarı azaltılabilmektedir. Özellikle, fosfor giderme adımıyla üstten üfleme borusundan toz sönmemiş kireç, kalsiyum karbonat ve demir oksidi tedarik eden Örnekler 13 ve 14'te sönmemiş kirecin cüruf oluşumu/füzyon hızı ve aynı miktardaki sönmemiş kireçte arıtma işleminden sonraki fosfor derişimi, [P] < kütlece %0.020 kadar düşük olmaktadır. Cüruf giderme adımıyla silisyumu giderilmiş cüruftaki (T. Fe)'nin kütlece % 5~25 olduğu Örnekler 13 ve 14'teki yöntemde, ara cüruf giderme süresi kısaltılabilmekte ve ara cüruf giderme özelliği iyi olmaktadır. Bunun aksine, Örnek 15, cüruf giderme adımıyla silisyumu giderilmiş cüruftaki (T. Fe) bakımdan düşük olmakta ve Örnekler 13 ve 14'e kıyasla ara cüruf giderme işlemi uzun sürmektedir. Diğer yandan, Örnek 16, cüruf giderme adımıyla silisyumu giderilmiş cüruftaki (T. Fe) bakımdan yüksek olmakta ve patlama olgusu meydana gelmekte ve böylelikle, cürufun yatıştırılması zaman almakta ve cüruf giderme süresi artmaktadır.

20

Tablo 4

Öge		Birim	Örnek 13	Örnek 14	Örnek 15	Örnek 16
Önceki fosforu giderilmiş cüruf	CaO/SiO ₂	Kütle oranı	1.9	1.8	1.2	1.2
	Tutulma oranı	kütlece %	100	100	100	100
	Tutulan miktar	kg/t	25	24	27	28
Yükleme	Eriyik demir miktarı	kg/t	900	900	900	900
	Eriyik demir sıcaklığı	°C	1250	1300	1300	1300
	Eriyik demirdeki [C]	kütlece %	4.6	4.6	4.6	4.6
	Eriyik demirdeki [Si]	kütlece %	0.45	0.45	0.45	0.45
	Eriyik demirdeki [P]	kütlece %	0.12	0.12	0.12	0.12
	Hurda miktarı	kg/t	100	100	100	100

Silisyum Giderme	SiC briketleri	kg/t	3.6	3.6	3.6	3.6
	Oksitli olmayan Si	kg/t	5.0	5.0	5.0	5.0
	Sönmemiş kireç	kg/t	0	0	0	0
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	7.0	7.0	6.3	12.0
	Sondaki sıcaklık	°C	1270	1320	1295	1390
	Sondaki C	kütlece %	3.9	3.8	3.9	3.4
	Sondaki Si	kütlece %	0.05	0.05	0.13	0.01
	Sondaki P	kütlece %	0.12	0.12	0.13	0.12
	Sondaki CaO/SiO ₂	Kütle oranı	1.10	1.20	1.0	1.0
	Sondaki (%T.Fe)	kütlece %	15	14	3	28
	Sondaki cüruf miktarı	kg/t	30	30	30	35
Ara cüruf giderimi	Boşaltım oranı	kütlece %	75	77	76	72
	Tutulan miktar	kg/t	7.5	6.9	7.2	9
	Cüruf giderme süresi	dakika	6.0	6.0	10	15
Fosfor giderme	Sönmemiş kireç (üstten ekleme)	kg/t	0	0	8.0	6.5
	Sönmemiş Kireç (atma)	kg/t	4	4	0	0
	Kalsiyum karbonat (atma)	kg/t	6	6	0	0
	Demir oksit (atma)	kg/t	0	5	0	0
	Oksijen temel birimi	Nm ³ /t	6	6	7.7	3.0
	Demir cevheri (üstten ekleme)	kg/t	5	5	0	0
	Sondaki sıcaklık	°C	1330	1360	1390	1385
	Sondaki C	kütlece %	3.3	3.2	3.1	3.1
	Sondaki P	kütlece %	0.012	0.013	0.038	0.033
	Sondaki CaO/SiO ₂	kütlece %	1.5	1.7	1.6	1.5
	Fosforu giderilmiş cüruf miktarı	kg/t	25	25	26	25
	Y	-	253	262	262	262
	Toplam Sönmemiş Kireç	kg/t	7.0	7.0	8.0	6.5

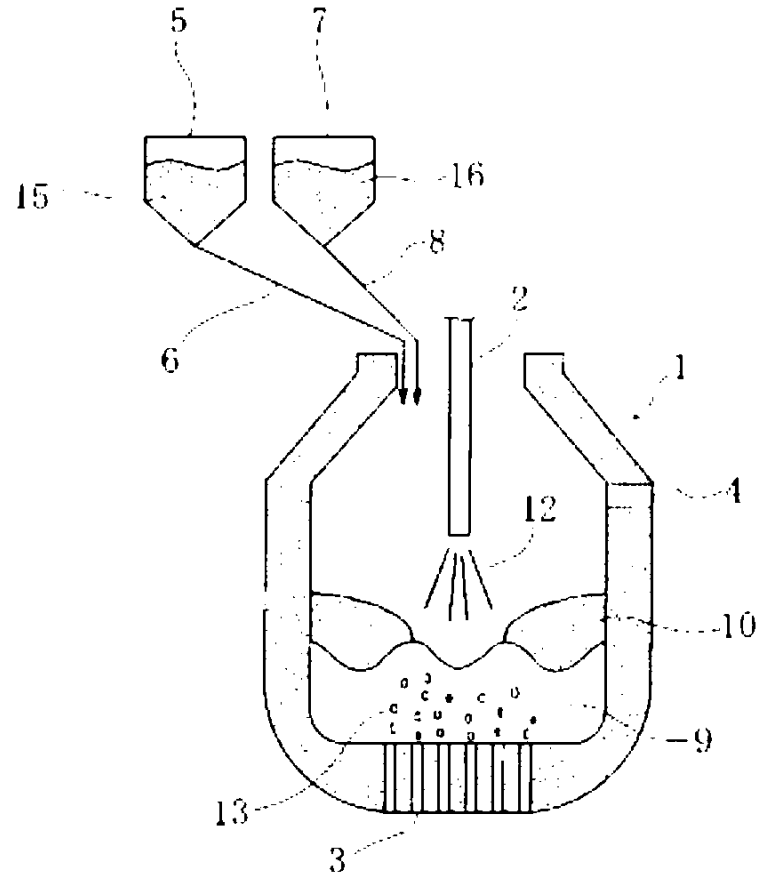
SANAYİYE UYGULANABİLİRLİK

Mevcut buluşa göre eriyik demirin ön arıtımında fosfor derişimini verimli bir şekilde azaltılabilirken kullanılan eritken miktarı ve oluşan cüruf miktarı bastırılmakta ve demir hurda, soğuk eriyik demir ve benzeri gibi soğuk demir kaynağının eritilmesi işlemini verimli bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Bu teknik, yalnızca konvertör tipi arıtma fırınıyla değil, aynı zamanda benzer yapıya sahip diğer arıtma kabı ve arıtma yapıları için geçerlidir.

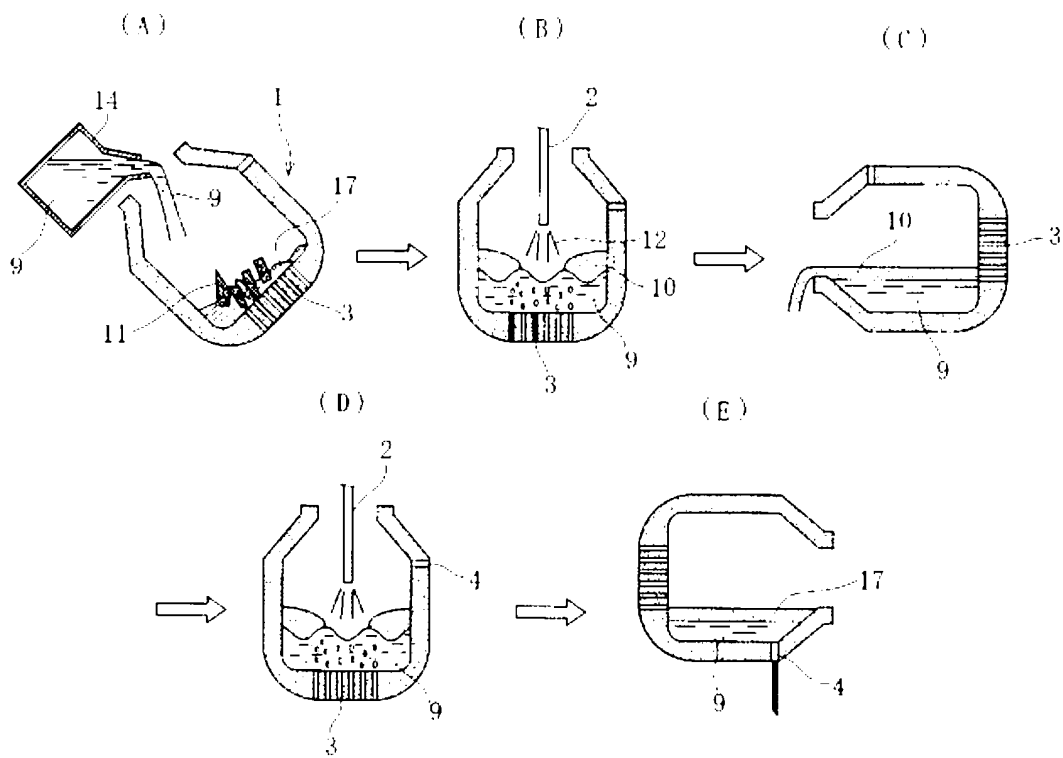
REFERANS SEMBOLLERİNİN AÇIKLAMASI

- | | | |
|----|------|---|
| | 1 | konvertör tipi arıtma fırını |
| | 2 | üstten üfleme borusu |
| 5 | 3 | alttan üfleme tüyeri |
| | 4 | akıtma ağızı |
| | 5 | huni |
| | 6, 8 | oluk |
| | 7 | huni |
| 10 | 9 | eriyik demir |
| | 10 | silisyum giderme işleminden sonraki cüruf |
| | 11 | soğuk demir kaynağı |
| | 12 | oksijen gazı |
| | 13 | alttan üfleme gazı |
| 15 | 14 | yükleme potası |
| | 15 | silisyum kaynağı |
| | 16 | kireç bazlı eritken solventi |
| | 17 | fosfor giderme işleminden sonraki cüruf |

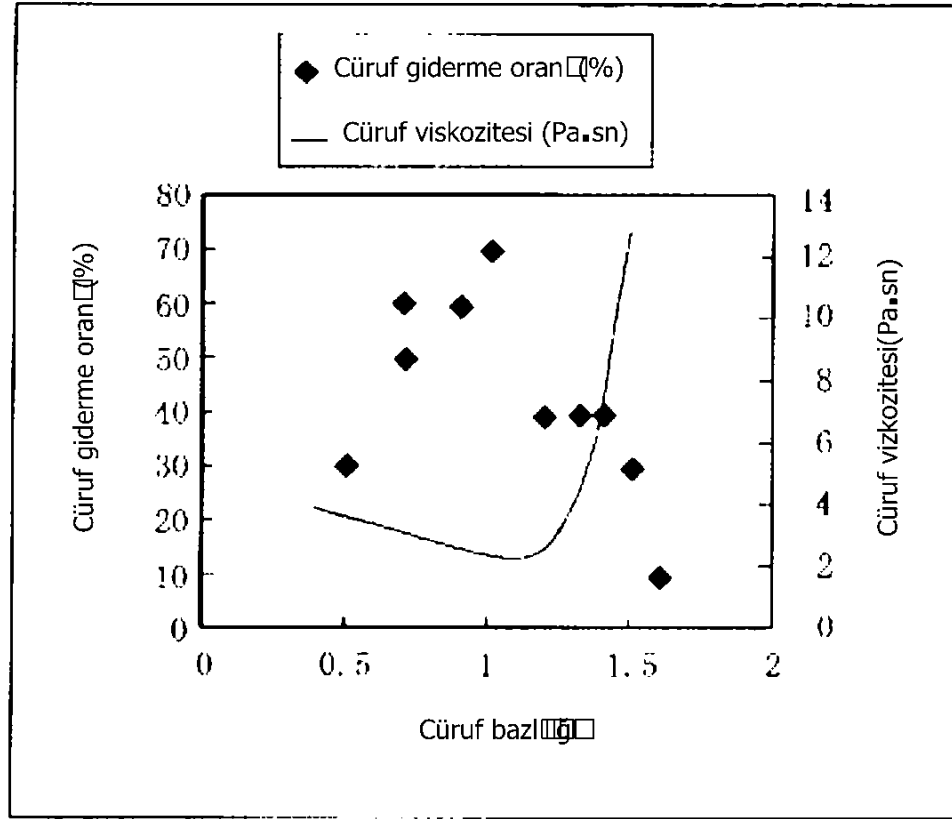
ŞEKİL 1



ŞEKİL 2



ŞEKİL 3



ŞEKİL 4

