***NỘI DUNG***

[***A. LÝ THUYẾT CÁC QUÁ TRÌNH LUYỆN KIM 3***](#_Toc124302943)

[**1. CÁC TÍNH CHẤT CỦA THÉP LỎNG 3**](#_Toc124302944)

[1.1 Nhiệt độ hoá lỏng và nhiệt độ đông đặc 3](#_Toc124302945)

[1.2 Hoạt động của các nguyên tố trong thép 4](#_Toc124302946)

[1.3 Nhiệt dung (tỷ nhiệt) 5](#_Toc124302947)

[1.4 Tỷ trọng 5](#_Toc124302948)

[1.5 Ap suất hóa hơi và áp suất riêng phần của các dung môi và các chất hoà tan 6](#_Toc124302949)

[**2. CÁC TÍNH CHẤT CỦA XỈ TINH LUYỆN 8**](#_Toc124302950)

[2.1 Những tính chất chung 8](#_Toc124302951)

[2.2 Thành phần hoá học 8](#_Toc124302952)

[2.3 Nhiệt dung của xỉ 10](#_Toc124302953)

[2.4 Tỷ trọng của xỉ 10](#_Toc124302954)

[2.5 Độ kiềm của xỉ 10](#_Toc124302955)

[2.6 Khả năng sulphide hoá 11](#_Toc124302956)

[2.7 Phương pháp hệ số kiềm 12](#_Toc124302957)

[**3. CÁC PHẢN ỨNG TINH LUYỆN 13**](#_Toc124302958)

[3.1 Khử S 14](#_Toc124302959)

[3.2 Sự hoá hơi của các phần tử kim loại 17](#_Toc124302960)

[3.4 Loại bỏ các chất khí hoà tan bằng phương pháp khử khí 18](#_Toc124302961)

[3.5 Sự khử Oxygen 21](#_Toc124302962)

[3.6 Khử lắng 21](#_Toc124302963)

[3.7 Khử khuếch tán (khử Oxygen trong xỉ) 26](#_Toc124302964)

[3.8 Phương pháp khử Oxygen bằng carbon trong chân không (VCD) – Phương pháp khử Carbon trong chân không 27](#_Toc124302965)

[***B. THỰC TIỄN 30***](#_Toc124302966)

[**1. LÒ LF VÀ VẬT LIỆU CHỊU LỬA SỬ DỤNG TRONG LÒ LF 30**](#_Toc124302967)

[1.1 Những khái niệm về vật liệu chịu lửa của lò thùng tinh luyện 30](#_Toc124302968)

[1.2 Lò thùng – cách sắp xếp vật liệu chịu lửa 33](#_Toc124302969)

[*Lớp đáy lò* 33](#_Toc124302970)

[*Phần nối tường và đáy lò* 33](#_Toc124302971)

[*Phần tường chứa thép lỏng* 34](#_Toc124302972)

[*Vùng ngấn xỉ* 34](#_Toc124302973)

[*Lớp tường phía trên ngấn xỉ* 35](#_Toc124302974)

[*Lớp đệm* 35](#_Toc124302975)

[*Lớp cách nhiệt* 36](#_Toc124302976)

[*Lớp lót ceramic* 36](#_Toc124302977)

[**2. CÁC YÊU CẦU ĐỂ SẢN XUẤT CÓ HIỆU QUẢ TẠI LF 42**](#_Toc124302978)

[**3. CÁC MỤC ĐÍCH CHÍNH CỦA LÒ LF 42**](#_Toc124302979)

[3.1 Thực hiện quá trình tinh luyện dễ dàng 42](#_Toc124302980)

[3.2 Tối ưu và đồng đều hoá quá trình. 43](#_Toc124302981)

[3.3 Chính xác hoá thành phần hoá học cho CCM 43](#_Toc124302982)

[3.4 Cải thiện tính đúc ở CCM 43](#_Toc124302983)

[3.5 Luyện được thép sạch hơn 44](#_Toc124302984)

[3.6 Giảm các tiêu hao EAF 44](#_Toc124302985)

[3.7 Giảm thời gian vận hành EAF 44](#_Toc124302986)

[3.8 Tăng năng suất của toàn bộ dây truyền (EAF-LF-CCM) 45](#_Toc124302987)

[**4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHUẤY TRỘN VÀ ĐẶC TÍNH CỦA NÓ 45**](#_Toc124302988)

[4.1 Khuấy trộn bằng viên gạch thấu khí ở đáy 46](#_Toc124302989)

[4.2 Khuấy trộn bằng vòi ở đỉnh 46](#_Toc124302990)

[4.3 Khuấy trộn điện từ 47](#_Toc124302991)

[4.4 Đặc tính của sự khuấy trộn 47](#_Toc124302992)

[4.5 Các chế độ khuấy trộn 47](#_Toc124302993)

[**5. CÁCH THỨC NẠP FERRÔ VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ KHUẤY TRỘN 49**](#_Toc124302994)

[5.1 Cách thức nạp ferro 49](#_Toc124302995)

[5.2 Anh hưởng của sự khuấy trộn tới suất thu hồi hợp kim 49](#_Toc124302996)

[**6. CÁC THAO TÁC TẠI LF–TRƯỜNG HỢP KHẨN CẤP VÀ CÁCH XỬ LÝ 50**](#_Toc124302997)

[6.1 Các thao tác tại LF 50](#_Toc124302998)

[6.2 Các trường hợp khẩn cấp và cách giải quyết 50](#_Toc124302999)

[**7. XỬ LÝ SICA (NẾU CÓ) 51**](#_Toc124303000)

***A. LÝ THUYẾT CÁC QUÁ TRÌNH LUYỆN KIM***

1. CÁC TÍNH CHẤT CỦA THÉP LỎNG

**1.1 Nhiệt độ hoá lỏng và nhiệt độ đông đặc**

Thép nguyên chất chảy ở nhiệt độ 1536­­0C. Nếu thép lỏng có chứa một vài nguyên tố phi kim hoặc các nguyên tố tạp chất, nó sẽ không còn điểm chảy cố định nữa mà sẽ chảy trong khoảng giới hạn nhiệt độ đường lỏng và nhiệt độ đông đặc.

Nhiệt độ đông đặc của thép cũng quan trọng với chúng ta, tuy nhiên nhiệt độ đường lỏng mới là cái mà chúng ta cần quan tâm hơn cả.

Chúng ta sử dụng nhiệt độ đường lỏng như là mức để tham khảo, mà dựa vào đó chúng ta cộng thêm độ quá nhiệt nào đó để đưa ra nhiệt độ đúc tối ưu.

Fe hợp kim chủ yếu với C, nguyên tố làm thay đổi điểm chảy của thép trên đường lỏng (xem sơ đồ dưới đây). Các mối quan hệ của nguyên tố hợp kim và tạp chất có thể được tìm thấy trong thực tế nấu luyện thép.



Từ ảnh hưởng của mỗi nguyên tố này tới thép, chúng ta có thể thêm các nguyên tố vào để tạo ra các mác thép hợp kim, chúng ta cũng có thể tính toán độ giảm nhiệt độ trên đường lỏng với mỗi mác thép.

Với mác thép carbon và thép hợp kim thấp, sai số giữa nhiệt độ đường lỏng thực tế do Danieli tính toán so với tiêu chuẩn khoảng 10C, trong khi đối với thép hợp kim cao là khoảng 30C.

**1.2 Hoạt động của các nguyên tố trong thép**

Thép không bao giờ chỉ chứa Fe nguyên chất. Nó luôn luôn là dung dịch với Fe là dung môi và một số chất tan có nồng độ thay đổi từ 1 ppm tới 25%.Thép được định nghĩa là một dung dịch pha loãng.

Một chất tan trong thép có nồng độ thực và nồng độ biểu kiến. Nồng độ thực chỉ đơn giản là nồng độ theo phần trăm trọng lượng. Nồng độ biểu kiến là nồng độ mà chất tan có trong các phản ứng hoá học và được đề cập như hoạt độ ***Henrian*** của chất tan. Mối quan hệ giữa hoạt độ và nồng độ thực được biểu diễn như sau:

***ai = fi \* %i***.

Ơ đây  ***fi*** được gọi là hệ số hoạt độ ***Henrian*** của chất tan ***“ i ”***.

Trong tính toán nhiệt động người ta sử dụng hoạt độ, không sử dụng nồng độ thực. Hoạt độ của một chất tan bị ảnh hưởng bởi sự có mặt của các chất tan khác. Sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các nguyên tố đã được nghiên cứu rộng rãi và được tính toán với độ chính xác cao cho hầu hết các chất tan. Toàn bộ ảnh hưởng lên chất tan “***i***” được viết như sau:

***fi = f ii \* f Ci \* f Sii \* f Mni \**** .....

Ỏ đây: ***f ii*** = là hệ số hoạt độ biểu diễn ảnh hưởng nồng độ lẫn nhau giữa các chất tan,

***fci*** = là hệ số hoạt độ biểu diễn ảnh hưởng nồng độ của C với chất tan “***i***” .

Hệ số ***f ci*** phụ thuộc vào nồng độ C như sau:

***10log f ci*** = ***e Ci \* %C + r Ci \* %C\* %C***.

Tương tự vơí các chất tan khác trong thép. Hệ số ảnh hưởng ***e ji*** và ***rji*** đã biết, tra trong bảng và vì vậy chúng ta có thể tính toán khá chính xác hoạt độ của các chất.

Cả ***e ji*** và ***r ji*** có thể có giá trị dương, âm hoặc cũng có thể = 0. Trong đó hệ số này của một vài nguyên tố phụ thuộc vào nhiệt độ như ***e SS***. Giá trị dương có nghĩa là chất tan “***j***” làm tăng nồng độ biểu kiến, ***hoạt độ***, của chất tan “***i***” Trong khi đó giá trị âm làm giảm nồng độ biểu kiến.

Khái niệm hoạt độ là rất quan trọng trong quá trình tinh luyện bởi vì nó giúp chúng ta hiểu và tối ưu hoá quá trình như: khử S và C. Ví dụ ở nhiệt độ 1600 °C với 0.030% S, ***e CS*** có giá trị là +0.11 và ***r CS***  là 0.0058, trong khi đó ***e SS*** có giá trị là -0.0286.

Hệ số hoạt độ:

***fS = f SS \*f CS***



= 1.024 với 0.10 % C và = 3.404 với 4 % C , điều này có nghĩa rằng hoạt độ của S cao hơn (3.404/1.024 = 3.32 lần) trong trường hợp hàm lượng C cao hơn.

Điều này rõ ràng làm tăng đáng kể khả năng khử S khi hàm lượng C cao và nó chứng tỏ rằng sự khử S thực hiện dễ dàng hơn trong bể thép lỏng có hàm lượng C cao so với thép có hàm lượng C thấp.

**1.3 Nhiệt dung (tỷ nhiệt)**



Tỷ nhiệt của thép lỏng có quan hệ độc lập với thành phần và nhiệt độ của chúng.

Đối với thép thông thường giá trị này là: 0.22 kWh/(ton,°C).

**1.4 Tỷ trọng**

Tỷ trọng của thép lỏng là hàm số của nhiệt độ và thành phần hoá học và có thể được tính toán với độ chính xác cao.

Giá trị đặc trưng: 6.95 tấn / m3 at 1600 °C.

**1.5 Ap suất hóa hơi và áp suất riêng phần của các dung môi và các chất hoà tan**

Bể kim loại có thể chứa các nguyên tố kim loại, một số á kim và các chất khí hoà tan..   
Giống như các dung dịch lỏng khác, nó được hiểu như một môi trường tự hoà tan (dung môi) và mỗi chất tan sẽ có áp suất hoá hơi, giá trị này được quyết định bởi nhiệt độ thực tế và hoạt độ của nguyên tố trong dung dịch lỏng.

Đối với các chất khí hoà tan, thông thường người ta quan tâm tới áp suất riêng phần hơn là áp suất hoá hơi.

Ap suất hoá hơi của bất cứ nguyên tố kim loại nguyên chất nào *“****i****”* được biết với độ chính xác và biểu diễn như trong công thức sau:

***10logp0i*** ***= δHvi / (2.303 \* R \* T) + Bi***

Ở đây: ***p0i*** = áp suất hoá hơi của nguyên tố nguyên chất ***“i”***, atm

***δHvi*** = nhiệt hoáhơi, cal/mol, với chất tan ***“i”***

***R*** = hằng số khí = 1.987 cal/mole độ K

***T*** = nhiệt độ thực tế, K

***B*** = hằng số riêng của chất tan ***“i”***.

Tuy nhiên, trong quá trình luyện thép chúng ta không đề cập tới kim loại nguyên chất, nhưng là với dung môi và một số chất tan. Để tính toán áp suất hoá hơi thực tế cho dung môi và mỗi nguyên tố trong dung dịch lỏng trong bể thép, chúng ta phải tính toán hoạt độ tương ứng của chúng.

Mn là một chất tan điển hình với áp suất hoá hơi cao, chúng được biểu diễn như trong công thức sau:

***pMn = aMn \* p 0Mn***.

Ở đây : ***pMn*** = áp suất hoá hơi của Mn trong dung dịch lỏng,

***p0Mn*** = áp suất hoá hơi của Mn nguyên chất,

***aMn*** = hoạt độ của Mn trong dung dịch lỏng.

Chúng ta muốn biết hoạt độ của mỗi nguyên tố kim loại, cũng như dung môi và chất tan, trong thép lỏng. Để phục vụ mục đích trên chúng ta biểu diễn hoạt độ phân tử gam (không phải hệ số Herry) là:

***ai = γ 0i \* Xi***,

Ở đây: ***ai*** = hoạt độ (phân tử gam) của nguyên tố ***“i”,***

***γ0i*** = hệ số hoạt độ,

***Xi*** = phân tử gam.

(Để dễ hiểu, phản ứng giữa các chất tan không được đề cập ở đây).

Bằng phương pháp thay thế chúng ta có thể biểu diễn :

***pi = γ 0i \* Xi \* p 0i***

Giá trị ***γ 0i*** đã biết với dung môi Fe và cho tất cả các chất quan trọng khác, trong khi ***Xi*** được tính toán trực tiếp từ trọng lượng - %. Vì vậy, chúng ta có thể tính toán dễ dàng áp suất hoá hơi ***pi*** cho dung môi và cho tất cả các chất tan trong bể thép lỏng. Điều này sẽ được thảo luận ở những phần sau.

Thép không chỉ chứa các nguyên tố kim loại mà còn có các chất khí hoà tan, chủ yếu là H và N. CO cũng thuộc nhóm này mặc dù nó không hoà tan ở dạng CO nhưng chủ yếu ở dạng C và O.

Hai nguyên tử khí N2 và H2 hoà tan vào trong thép theo phản ứng sau:

***i2 →2 i***

Với hằng số cân bằng theo định luật của ***Sievert***:

***Ki = ai2*** ***/ pi2***.

Ap suất riêng phần của ***“i”*** cân bằng với hàm lượng N trong thép lỏng là vì:

***pi2 = ai2 / Ki***.

Nếu chúng ta tăng áp suất riêng phần của ***“i”*** bằng cách tăng áp suất tiếp xúc với thép lỏng, ***“i”*** sẽ hoà tan trong kim loại nhiều hơn để duy trì điều kiện cân bằng.

Quá trình phân tán của ***“i”*** thì ngược lại. Nếu chúng ta giảm áp suất riêng phần của ***“i”*** bằng cách thổi khí qua bể kim loại hoặc là sử dụng chân không, khí hoà tan sẽ tái kết hợp ở bề mặt kim loại-khí hình thành phân tử khí và rời khỏi kim loại. Đây chính là nền tảng cho công nghệ xử lý chân không và phương pháp loại bỏ khí ra khỏi kim loại mà chúng ta sẽ thảo luận ở những phần sau.

2. CÁC TÍNH CHẤT CỦA XỈ TINH LUYỆN

**2.1 Những tính chất chung**

Xỉ là sản phẩm không mong muốn của quá trình tinh luyện. Ngược lại, nó lại là phần không thể thiếu của quá trình. Chức năng của lớp xỉ giống như bể chứa, nơi mà có thể hấp thụ và giữ các nguyên tố tạp chất như S, tuy nhiên, trong trường hợp công nghệ không được kiểm soát tốt, gửi các nguyên tố trở lại bể thép và phá huỷ mọi nỗ lực của quá trình tinh luyện.

Trong xỉ tinh luyện, CaO là thành phần chính và nó liên quan tới độ kiềm của xỉ. Trong trường hợp sử dụng xỉ acid, thành phần chính là SiO2, mục đích chính là khử Mn từ các mác thép Mn thấp.

Xỉ đóng vai trò quan trọng trong quá trình tinh luyện. Để có thể kiểm soát tốt quá trình tinh luyện chúng ta phải có kiến thức, sự hiểu biết về tính chất của xỉ và giành sự quan tâm đặc biệt để tạo ra xỉ thích hợp.

**2.2 Thành phần hoá học**

Xỉ tinh luyện được tạo thành từ các thành phần CaO-SiO2 -Al2O3 -MgO. ***CaO*** có từ vôi cho vào lò và thông thường xỉ nên bão hoà chúng. ***SiO2 và Al2O3*** có trong xỉ lò ở giai đoạn đầu, sản phẩm của quá trình khử Oxygen, ở một giới hạn nào đó, từ việc ăn mòn gạch chịu lửa. Al2O3 cũng là chất trợ dung quan trọng trong nhiều loại xỉ tổng hợp..

Hàm lượng ***MgO*** thường có từ sự phân tán của MgO trong lò thùng và vật liệu chịu lửa ở nắp. MgO cũng có thể được cho vào ở dạng Oxit nguyên chất hoặc ở dạng dolomite để giảm ăn mòn tường lò. Hàm lượng của nó trong xỉ tinh luyện khoảng 6-8%. Thành phần chính của xỉ tinh luyện được thể hiện như hình dưới đây.



5-10% ***CaF2*** thường dùng để làm loãng xỉ.

***FeO, MnO***  và ***Cr2O3*** thường xuất hiện như các “tạp chất” và sự có mặt của chúng có ảnh hưởng xấu tới chất lượng thép. Hàm lượng của chúng không nên vượt quá 1.0-1.5 %.

***S*** xuất hiện ở dạng CaS và được lấy từ thép. ***P*** thường không xuất hiện trong xỉ tinh luyện vì hàm lượng Oxygen thấp.

***TiO2*** có thể xuất hiện như là kết quả của việc hoà tan vật liệu bauxite. Nó cũng có ảnh hưởng xấu tới chất lượng thép.

Xỉ tinh luyện có thể có thành phần khác nhau phụ thuộc vào loại thép sẽ sản xuất: khử Si hoặc Al. Thép khử Si sẽ được đúc thỏi nhỏ cái mà yêu cầu xỉ có hàm lượng Al2O3 thấp để tránh bít lỗ rót thùng trung gian.

Thép khử Al, yêu cầu không có Si nên hàm lượng SiO2 trong xỉ phải thấp để giảm thiểu Si lấy từ xỉ bởi bể kim loại.

Thành phần chủ yếu được giới thiệu như trong bảng dưới đây:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Thép khử Al*** | |  | ***Thép khử Si*** | |
| ***Thành phần*** | ***Hàm lượng, %*** |  | ***Thành phần*** | ***Hàm lượng, %*** |
| CaO | 56-62 |  | CaO | 56-62 |
| SiO2 | 6-10 |  | SiO2 | 15-20 |
| Al2O3 | 20-25 |  | Al2O3 | 5-8 |
| FeO+MnO+Cr2O3 | 1-2 |  | MgO | 6-8 |
| MgO | 6-8 |  | FeO+MnO+Cr2O3 | 1-2 |
| S | 0.3-2.0 |  | CaF2 | 5-10 |
|  |  |  | S | 0.3-1.0 |

Xỉ tinh luyện không chỉ phải có thành phần hoá học tốt mà còn phải có nhiệt độ đường lỏng phù hợp cốt để chúng dễ dàng chảy lỏng nhưng không vượt quá nhiệt độ luyện thép.

Xỉ cũng có nhiệt độ đường lỏng và nhiệt độ đông đặc giống như kim loại. Tuy nhiên, không giống với kim loại, việc tính toán nhiệt độ như là một hàm của thành phần hoá học phức tạp hơn rất nhiều bởi vì sự tương tác giữa các phần tử trong xỉ mạnh hơn nhiều so với sự tương tác giữa các phần tử trong kim loại. Ngay cả khi xỉ loãng, nó có thể có độ nhớt cao, trường hợp này yêu cầu phải thêm trợ dung.

Nhìn chung, Al2O3 hoặc CaF2 được sử dụng để điều chỉnh tính chảy lỏng của xỉ dựa trên lý thuyết cơ bản.





**2.3 Nhiệt dung của xỉ**

Nhiệt dung của xỉ như đã đề cập từ trước là 0.41 kWh/(ton,°C) và thực tế nó độc lập với nhiệt độ trong khoảng: 1550-1700 °C.

**2.4 Tỷ trọng của xỉ**

Tỷ trọng của xỉ tinh luyện có thể được tính toán khá chính xác dựa trên lý thuyết. Tỷ trọng của 2 loại xỉ đề cập ở trên khoảng 2.5 - 2.8 kg/dm3 trong phạm vi nhiệt độ 1550-1700 °C.

**2.5 Độ kiềm của xỉ**

Là hệ số quan trọng, tổng hợp thành phần của xỉ và sử dụng như một thông số đơn trong đó tính chất hoá học của chúng có thể được tương quan với nhau, là hệ số kiềm.

“Độ kiềm” không chỉ có một nghĩa. Có ít nhất 14 định nghĩa được sử dụng trong những năm qua. Định nghĩa đơn giản nhất và được sử dụng rộng rãi nhất được giới thiệu bởi Herty trong những thập niên 1920s, V-ratio được định nghĩa là:

***V-ratio = (wt-% CaO) / (wt-% SiO2)***

V-ratio bỏ qua ảnh hưởng của các oxit bazơ (FeO, MnO, MgO) và các oxit axit (Fe2O3, Al2O3, P2O5). Có nhiều những định nghĩa phức tạp nhưng chúng ta sẽ không đưa thêm bất cứ chất nào nữa để thảo luận. Vì vậy chúng ta nên giới hạn sử dụng V-ratio cho độ kiềm xỉ. Chúng ta không thể sử dụng V-ratio để tiên đoán chính xác khả năng khử S mà nó chỉ là phương thức mô tả cơ bản xỉ liên quan tới khả năng tinh luyện.

V-ratio trong xỉ tinh luyện thường nằm trong khoảng 1.8-3.5. Giới hạn thấp đặc trưng cho xỉ hoàn nguyên sử dụng cho sản xuất thép không gỉ, giới hạn cao cho xỉ trong lò LF khử S tốt.

**2.6 Khả năng sulphide hoá**

Một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất của xỉ tinh luyện là hấp thụ và giữ sulphur ở dạng sulphide. Khả năng giữ S của xỉ nhìn chung liên quan tới khả năng Sulphidehoá.Khả năng sulphide hoá, cho biết nồng độ S lớn nhất có thể có trong xỉ tương ứng với hoạt độ Oxygen và hoạt độ S trong thép ở nhiệt độ tương ứng.

Về tiện ích toán học, chúng ta sẽ không bàn luận thêm ở đây nữa, nó được định nghĩa là:

***CS = KS \* (%S) \* [aO] / (fS \* [%S])***,



Trong đó: ***logKS = (935/T - 1.375)***.

Vì vậy, ***CS*** có thể được quyết định từ giá trị tính toán hàm lượng S có trong xỉ ***(%S)***, hoạt độ của Oxygen ***aO*** trong thép, hàm lượng sulphur ***[%S]*** trong thép, hệ số hoạt độ ***fS*** , và nhiệt độ T sau khi xỉ thiết lập cân bằng với thép (xem sơ đồ).

Công thức biểu diễn khả năng sulphide hoá có thể được viết lại ở dạng:

***(%S) / [%S]= CS \* fS / (KS \* aO )***,

Hệ số phân bố S, ***LS*** .

Theo công thức này, ***CS*** là chìa khoá để tính toán sự phân bố sulphur giữa thép và xỉ.

Giá trị ***aO*** , ***fS*** và ***KS*** đã biết nhưng chúng ta phải tìm cách tính toán ***CS*** từ thành phần và nhiệt độ thực tế của xỉ thay vì phương pháp thí nghiệm.

Phương pháp toán học sử dụng để tính toán này được gọi là phương pháp hệ số kiềm.

**2.7 Phương pháp hệ số kiềm**

Chúng ta muốn tìm phương pháp toán học, dựa vào đó chúng ta có thể tiên đoán chính xác khả năng khử S của xỉ ở bất kỳ thành phần và nhiệt độ nào. Bằng phương pháp này, chúng ta có thể sử dụng chúng để kiểm soát toàn bộ quá trình luyện kim với khối lượng và thành phần xỉ trong từng trường hợp, khi ấy chúng ta sẽ đạt được hàm lượng S cuối cùng trong thép đáp ứng nhu cầu người tiêu dùng.

Với quan điểm này, chúng ta sẽ sử dụng hệ số kiềm, được gọi như vậy bởi vì nó liên kết một cách dễ dàng với các đặc tính đo lường của các oxit (CaO, MgO, Na2O ..) trong xỉ tinh luyện có khả năng khử S.

Định nghĩa nàycung cấp phương pháp toán học thiết thực về đặc tính của xỉ tinh luyện liên quan tới khả năng sulphide hoá của chúng trong phạm vi thành phần và nhiệt độ.

Tính thiết thực của phương pháp tính toán khả năng sulphide hoá thậm chí đã dẫn tới sử dụng cho việc phosphate hoá, tuy nhiên đó là mối quan tâm của loại xỉ tinh luyện khác.

Mối quan hệ thực tế giữa ***CS*** và ***Λ*** là:

***CS = (22690 - 54640 \* Λ) / T + 43.6 \* Λ - 25.2***,

trong đó ***Λ*** là toàn bộ hệ số kiềm với hỗn hợp xỉ tổng hợp. ***Λ*** lần lượt là hàm đơn của hệ số kiềm với mỗi thành phần của xỉ và khối lượng cân bằng, dễ dàng tính toán bằng hàm đơn.

|  |  |
| --- | --- |
| **Thành phần** | **Hệ số kiềm** |
| CaO | 1.0 |
| MgO | 0.78 |
| SiO2 | 0.48 |
| Al2O3 | 0.61 |
| FeO | 0.51 |
| Fe2O3 | 0.48 |
| MnO | 0.59 |
| Na2O | 1.15 |
| K2O | 1.40 |
| BaO | 1.15 |
| Li2O | 1.00 |
| B2O3 | 0.42 |
| P2O5 | 0.40 |
| TiO2 | 0.61 |
| Cr2O3 | 0.55 |



Không cần đi sâu vào chi tiết, chúng ta có thể kết luận rằng phương pháp hệ số kiềm là một công cụ thiết thực mà bằng cách sử dụng chúng khả năng sulphide hoá có thể được tính toán từ thành phần hoá học và nhiệt độ của xỉ.

Từ bảng trên cho thấy Na2O, K2O và BaO được biết tới như là những oxit làm tăng độ kiềm của xỉ. Tuy nhiên, trong thực tế, do phản ứng mạnh mẽ với lớp vật liệu chịu lửa và áp suất hoá hơi cao đã hạn chế khả năng sử dụng chúng . Xỉ có thể được kích thích bằng một vài phần trăm của các oxít này, tuy nhiên, nó cũng cải thiện đáng kể khả năng sulphide hoá.

Thông số trong sơ đồ cho thấy khả năng sulphide hoá vẫn ở mức thấp khi % CaO là 50 - 55, trước khi tăng đột ngột. Bài học được rút ra từ sơ đồ này là cực kỳ quan trọng để kiểm soát hàm lượng CaO nằm trong phạm vi 58-63 % nhằm đạt được sự khử S tốt nhất. Khi hàm lượng CaO cao hơn 63 % nghĩa là xỉ quá bão hoà với CaO, vì vậy xỉ sẽ trở nên sệt và kém hoạt động.

3. CÁC PHẢN ỨNG TINH LUYỆN

Phương pháp tinh luyện thường được tiến hành theo phương thức loại bỏ một hoặc nhiều nguyên tố từ bể thép lỏng. Quá trình tinh luyện được gây ra bởi các phản ứng giữa bề mặt xỉ–kim loại, khí–kim loại hoặc là giữa kim loại–kim loại. Quá trình tinh luyện các nguyên tố sau: S, H, N, C, O sẽ được mô tả. Hơn thế nữa, đặc điểm cơ bản của phương pháp xử lý Ca cũng sẽ được đề cập.

Tinh luyện một nguyên tố nào đó có thể được thực hiện bởi một hoặc một vài các phản ứng đã đề cập ở trên. Phản ứng khử S là phản ứng đặc trưng giữa xỉ–kim loại trong khi phản ứng khử Oxygen lại có thể được tiến hành như các phản ứng trong kim loại, xỉ-kim loại thậm chí là phản ứng khí-kim loại.

Để kiểm soát toàn bộ quá trình tinh luyện hợp lý cốt để chúng ta có thể sản xuất các mác thép có tính chất mong muốn, không còn cách nào khác, chúng ta cần có sự hiểu biết về điều kiện cân bằng và động học phản ứng và phương pháp biểu diễn toán học. Điều kiện cân bằng sẽ cho chúng ta biết những gì có thể đạt được nếu chúng ta có hằng số thời gian. ***Động học phản ứng*** sẽ cho chúng ta biết làm thế nào để đạt được cân bằng như là hàm của thời gian. Ở đây chúng ta sẽ thảo luận cả 2 vấn đề này.

**3.1 Khử S**

Một số nguyên tố thường xuất hiện như là những tạp chất hoặc nguyên tố hợp kim trong bể thép lỏng, cái mà có thể di chuyển giữa thép và xỉ. Từ góc độ lò thùng tinh luyện, nguyên tố quan trọng nhất mà chúng ta đề cập là S, và vì vậy quá trình tinh luyện nó sẽ được đề cập một cách chi tiết.

Hệ số phân bố của nguyên tố này giữa xỉ và thép được kiểm soát bởi môi trường hoá học, hoạt độ của Oxygen và độ kiềm của xỉ, và có thể dự đoán bằng phương pháp tính toán nhiệt động học.

Việc loại bỏ S từ thép lỏng vào xỉ thường được mô tả theo phản ứng sau:

***S + CaO → CaS + O***

Có thể viết phản ứng này ở dạng ion như sau:

***S + O2- →S2- + O***

Bằng cách viết này, chúng ta cũng thừa nhận rằng không chỉ có CaO mà còn MgO, FeO, Na2O và các oxit khác thay đổi nồng độ của Oxygen cần thiết cho phản ứng này.

Chúng ta đã định nghĩa hệ số phân bố S giữa xỉ và kim loại (xem phần khả năng sulphide hoá). Bây giờ chúng ta muốn dự đoán hàm lượng S cuối cùng trong kim loại, tuy nhiên, với mục đích này chúng ta phải biết khối lượng cụ thể của xỉ, ví dụ số kg xỉ trong 1 tấn kim loại, khả năng sulphide hoá của xỉ, hàm lượng S ban đầu trong các chất tạo xỉ và trong bể kim loại, cuối cùng, hệ số hoạt độ của S trong thép.

Chúng ta thừa nhận tổng hàm lượng S là hằng số, hàm lượng S còn lại trong kim loại sẽ được tìm thấy trong xỉ.

Có thể mô tả theo công thức sau:



Trong đó **‘**W***’*** là khối lượng.

Từ đây, chúng ta thay thế ***LS*** bằng ***CS \* fS / (KS \* aO)*** như đã đề cập trong phần khả năng Sulphide hoá. Từ đó sẽ đem lại cho chúng ta kết quả, ***hàm lượng S cân bằng trong kim loại*** :

****

Hoạt độ của Oxygen ***aO*** có thể tính toán một cách dễ dàng hoặc là đo được trong thành phần của kim loại; ***fS*** tính toán được thông qua công thức củaWagner; ***CS*** có thể được tính toán từ thành phần và nhiệt độ của xỉ. Khối lượng của kim loại và xỉ thì đã biết.

Vì vậy chúng ta có đầy đủ thông tin cần thiết để tính toán phạm vi có thể khử S lớn nhất***.*** Đây cũng là một ví dụ với hàm lượng S cân bằng trong kim loại như một hàm của độ kiềm xỉ,V-ratio.

******

Rõ ràng rằng V-ratio phải ít nhất lớn hơn 2 để có thể đạt được sự khử S tốt.

Quay trở lại với giản đồ pha CaO - SiO2 - MgO - Al2O3, kết quả khử S tốt nhất đạt được khi xỉ bão hoà với CaO (khi CaO = 63%).

Sự khử đáng kể S có thể đạt được không có nghĩa là sẽ đạt được hàm lượng S cuối cùng thấp như mong muốn. Phản ứng trao đổi giữa kim loại và xỉ cần có thời gian và bị ảnh hưởng chủ yếu bởi sự khuấy trộn và cường độ khuấy trộn.

Sự khử S được trình bày theo hàm mũ toán học:



Ở đây : ***%S*** = hàm lượng S tại thời điểm ‘t’  
 ***%S0*** = hàm lượng S ban đầu trong kim loại  
 ***%S∞*** = hàm lượng S sau hằng số thời gian (hàm lượng cân bằng)  
 ***kS*** = hằng số tốc độ khử S, m/phút  
 ***A*** = bề mặt tiếp xúc kim loại-xỉ, m2  
 ***V*** = thể tích kim loại, m3  
 ***t*** = thời gian khử S, phút­.

Trong hàm số trên, chúng ta biết tất cả các thông số ngoại trừ hằng số tốc độ ***kS***. Hằng số này có thể được ước tính theo lưu lượng khí khuấy đảo, nhiệt độ và áp suất môi trường nhưng cách tính này không chính xác. Thực tế, đo lường là phương pháp tốt nhất để xác định hằng số tốc độ trong nhiều trường hợp vận hành khác nhau như khi gia nhiệt trong lò LF và xử lý chân không.



Giá trị ***kS*** được xác định là 0.05 m/min cho mẻ thép 80 tấn trong trường hợp có khí khuấy đảo ở nhà máy của ***DANIELI*** và là 0.20 m/min đối với thiết bị khử khí chân không với cùng khối lượng. Nguyên nhân quá trình khử S sẽ thực hiện nhanh hơn trong điều kiện chân không là vì áp suất thấp trên bề mặt kim loại làm cho khí khuấy đảo nở ra đáng kể, do đó tạo ra sự khuấy đảo mãnh liệt giữa kim loại và xỉ.

Ngược lại, khuấy từ kém hiệu quả hơn về mặt tốc độ khử S. Sự khuấy trộn kim loại sẽ tốt hơn với khí nhưng lại khuấy trộn xỉ kém khi đang khuấy trộn giữa xỉ và kim loại.

Sự khử S trong môi trường chân không có thể thực hiện gần như hoàn toàn trong vòng 15 phút ở áp suất thấp nhất.

Sự khử S trong quá trình gia nhiệt tại lò thùng có thể không được kết thúc (tức là đạt tới hàm lượng cân bằng) ngay cả sau một thời gian rất dài.

**3.2 Sự hoá hơi của các phần tử kim loại**

Các phần tử kim loại trong bể thép lỏng có áp suất hoá hơi và có thể tính toán dễ dàng như đã mô tả ở phần trên.

Nếu chúng ta để bọt khí đi qua bể thép đã chảy, chúng sẽ lấy đi các phần tử kim loại đã hoá hơi, theo lý thuyết tới điểm bão hoà mà tại đó áp suất riêng phần của nó đạt tới cân bằng với hoạt độ của nguyên tố đó trong bể thép lỏng.Tuy nhiên giới hạn động học có thể ngăn cản các bọt khí tiến tới bão hoà khi chúng tăng.

Hơi kim loại ngưng tụ lại, nhìn chung, oxyhoá trên bể kim loại để tạo thành cái mà chúng ta có thể đơn giản coi nó là bụi.



Cơ chế này cung cấp cho chúng ta biết tại sao bụi được sinh ra và sinh ra như thế nào và làm thế nào để kiểm soát quá trình nhằm giảm lượng bụi.

Ap suất hoá hơi chính là áp suất riêng phần của chất tan trong mỗi bọt khí. Vì vậy, bằng cách biết khối lượng khí trơ đi qua bể kim loại, chúng ta có thể tính toán lượng kim loại hoá hơi đã mất đi, trong khi một phần đáng kể bị làm loãng bởi các nguyên tố hoá hơi.

Xử lý chân không và nấu luyện trong lò điện hồ quang là 2 phương pháp được biết tới như là những phương pháp tạo ra bụi và bay hơi mạnh mẽ, mặc dù có nhiều lý do khác nhau.

Phương pháp xử lý chân không sinh ra khối lượng lớn bụi chủ yếu là vì bọt khí trơ thổi qua bể kim loại nở ra đáng kể vì áp suất thấp trên bề mặt bể kim loại và vì vậy lấy đi nhiều chất tan bốc hơi.

Nấu luyện trong lò điện hồ quang sinh ra nhiều bụi, chủ yếu bởi vì nhiệt độ của hồ quang điện rất cao gây ra sự bay hơi.

Thiếc và chì là những nguyên tố có áp suất hoá hơi cao ở nhiệt độ luyện thép và vì vậy chúng thường được tìm thấy trong bụi. Bụi này phải được đưa vào vị trí an toàn cốt để không làm ô nhiễm môi trường.

Manganese cũng có áp suất hoá hơi khá cao. Hàm lượng MnO cao luôn luôn được tìm thấy trong bụi của quá trình luyện kim thứ cấp. Phương pháp xử lý chân không có thể sản sinh ra nhiều khói và các hạt Mn ngưng tụ trên đường hút khói bụi.

Sơ đồ dưới đây cho thấy lý thuyết quá trình bay hơi của các chất trong quá trình xử lý chân không là dễ bị ảnh hưởng bởi áp suất.



Việc cho thêm Al trong suốt quá trình khử khí có thể gây ra sự bay hơi mạnh mẽ khi Al đã chảy nhưng chưa hoà tan hoàn toàn với thép. Al hoá hơi sẽ đi dọc theo đường hút bụi và tập trung thành lớp ở các phần nguội hơn trên đường đi, nơi nó có thể bắt lửa khi không khí quay trở lại hệ thống chân không sau khi khử khí. Vì vậy Al tốt nhất là được thêm vào ở áp suất cao.

**3.4 Loại bỏ các chất khí hoà tan bằng phương pháp khử khí**

Thực tế áp suất riêng phần của một chất khí hoà tan phụ thuộc vào hoạt độ của chúng trong kim loại, và vì vậy phụ thuộc vào nồng độ của chúng, người ta tận dụng điều này để loại bỏ khí hoà tan ra khỏi kim loại...

Khi bể kim loại được làm sạch bằng khí trơ, ví dụ khí Ar, các nguyên tử của chất khí hoà tan sẽ tích tụ trên bề mặt của bọt khí trơ và đi ra khỏi thép lỏng cùng với các bọt khí. Ở đây, khí hoà tan sẽ tích tụ áp suất riêng phần tiến tới cân bằng với hoạt độ của chất rắn hoà tan.



Lấy nitrogen làm ví dụ , chúng ta viết :

**2*N →2 N → N2***

Thể tích của khí làm sạch và khí hoà tan trong bọt khí tỷ lệ với áp suất riêng phần của chúng:

***Vdiss/Vpurge = pdiss/ppurge***

Hơn thế nữa, áp suất tổng thì bằng tổng áp suất riêng phần của các chất khí hoà tan và khí làm sạch:

***P = pdiss + ppurge***

Các mối quan hệ này đã phát triển và kết hợp thành định luật ***Geller***, bằng cách sử dụng định luật này chúng ta có thể tính toán theo lý thuyết thể tích khí làm sạch cần thiết để đạt được hàm lượng cuối cùng nào đó của khí hoà tan như là một hàm của hàm lượng ban đầu, nhiệt độ, hệ số hoạt độ và hiệu quả khử khí:



Ở đây: ***Vpurge*** = thể tích khí làm sạch, Nm3,  
 ***W*** = khối lượng kim loại, ton,  
 ***Mdiss*** = khối lượng phân tử của khí hoà tan,  
 ***Kdiss*** = hằng số cân bằng của khí hoà tan,  
 ***P*** = áp suất bọt khí (= áp suất trên bể thép lỏng),  
 ***fdiss*** = hệ số hoạt độ của khí hoà tan,   
 ***η*** = hiệu quả làm sạch (khử khí),   
 ***%dissinitial*** = hàm lượng ban đầu của khí hoà tan,  
 ***%dissfinal*** = hàm lượng cuối cùng của khí hoà tan.

Hydrogen có tính chất giống như các khí khác. Các nguyên tử hydrogen nhỏ và dễ dàng đi ra khỏi bể thép lỏng cùng với các bọt khí.

Các nguyên tử nitrogen lớn hơn và bị ngăn cản bởi một lớp, gọi là hoạt tính bề mặt để đi vào các bọt khí. Nitrogen thậm chí còn không tiến tới cân bằng giữa các bọt khí và hàm lượng hoà tan.

Sulphur và Oxygen là những chất hoạt tính bề mặt quan trọng nhất. Hàm lượng sulphur trên 0.003 % và hoạt độ Oxygen trên 5 ppm làm giảm đáng kể sự thoát ra khỏi kim loại của các nguyên tử . Mức độ làm sạch lý thuyết lớn nhất có thể được tính toán bằng cách sử dụng định luật của Geller.

Làm sạch hydrogen bằng cách sử dụng Ar trong lò thùng và lò thổi được mô tả trong giản đồ sau.



Trong cả 2 trường hợp thực tế sự tăng bọt khí trở nên bão hoà với hydrogen, tuy nhiên điều này không phải lúc nào cũng đúng.

Về mặt lý thuyết có thể hạ thấp hàm lượng hydrogen trong lò thùng nhưng với lưu lượng khí khuấy đảo khoảng 2 Nl/(ton, min), rõ ràng đó là vấn đề không hy vọng.

Trong lò thổi có thể cho phép lưu lượng khí cao gấp 500-1500 lần so với lò thùng . Điều này cho thấy có thể dễ dàng sử dụng khí làm sạch để loại bỏ (khử) hydrogen.



Một ví dụ khác từ thực tế sản xuất thép liên quan tới công nghệ tinh luyện trong VOD.

Hiệu quả của việc loại bỏ nitrogen trong khi thổi Oxygen trong công nghệ VOD là khoảng 30 %. Mặc dù sơ đồ này không quá ấn tượng, nhưng cũng giảm được đáng kể hàm lượng nitrogen nhờ lưu lượng lớn (CO) và nhờ vận hành trong môi trường áp suất thấp.

**3.5 Sự khử Oxygen**

Sự khử Oxygen là một công nghệ mà qua đó hàm lượng khí Oxygen hoà tan được giảm trong kim loại. Một trong những phương pháp quan trọng khi khử Oxygen là:*.*

- Khử lắng (trực tiếp)  
- Khử khuếch tán (gián tiếp)  
- Khử chân không bằng carbon.

**3.6 Khử lắng**

***Khử lắng*** là phương pháp khử Oxygen phổ biến. Giống như tên gọi của chúng, chất khử Oxygen, thường là Al hoặc Si được cho vào bể thép lỏng. Cùng với việc cho chất khử và khuấy trộn, Oxygen hoà tan sẽ phản ứng với các chất khử Oxygen để sinh ra các oxít lắng trong kim loại.

Bản thân sự khử lắng không tự nó làm giảm hàm lượng Oxygen mà chỉ chuyển hoá từ dạng Oxygen hoà tan thành các oxít. Sau đó, các phần tử oxit này phải được di chuyển khỏi bể thép lỏng bằng cách nổi lên.

Biểu diễn theo phản ứng như sau:

***2Al + 3O → Al2O3*** và

***Si + 2O → SiO2***

Hàm lượng Oxygen hoà tan do bởi sự khử lắng phụ thuộc vào giá trị của hằng số cân bằng và hoạt độ của các chất phản ứng và các sản phẩm phản ứng.

Hoạt độ của Al và O có thể được tính toán dễ dàng bằng cách sử dụng công thức Wagner. Hoạt độ của Al2O3  kết tủa chính là ý nghĩa thực tế trong lò thùng tinh luyện vì vậy chúng ta có thể viết như sau:

***kAl -O = aAl2O3 / (aAl2 \* aO3)*** và

***aO = (1 / (kAl-O  \* aAl2))1/3***

Hàm lượng Oxygen hoà tan thực sự là mối quan tâm của chúng ta vì độ sạch của kim loại:

***%O = aO / fO*** .

Al2O3 xuất hiện như những phần tử nhỏ, cạnh sắc trong kim loại. Chúng được nổi lên khá dễ dàng bởi khuấy đảo khí hoặc khuấy từ.

Si hiếm khi được sử dụng như những chất khử đơn mà tốt hơn là kết hợp với Mn. Sự kết hợp Mn và Si làm tăng hiệu quả khử Oxygen so với khi sử dụng chúng một cách riêng rẽ..





Khi chỉ sử dụng Si làm chất khử, sản phẩm chỉ có SiO2, hoạt độ của chúng bằng 1.SiO2 đông đặc ở nhiệt độ 1713°C. Hơn thế nữa, các phân tử kết tủa không dính lại với nhau thành đám, cụm như các phân tử Al2O3 mà nó xuất hiện ở dạng các phần tử riêng rẽ trong kim loại. Vì vậy chúng không dễ nổi lên sau khi khử.

Hằng số cân bằng của phản ứng là:

***kSi-O = aSiO2 / (aSi \* aO2)*** và

***aO = (1 / (kSi-O \* aSi)***

Khi ta cho cả Si và Mn vào bể thép lỏng, cả 2 nguyên tố sẽ tham gia khử Oxygen vì vậy phản ứng sẽ là:

***Si + 2O → SiO2*** và

***Mn + O → MnO***

Xảy ra đồng thời.

Sản phẩm phản ứng ***SiO2*** và ***MnO*** hấp dẫn nhau mãnh liệt bởi vì SiO2 là oxit acid trong khi MnO là oxit bazơ mạnh. Vì vậy manganese silicate sẽ hình thành, trong đó hoạt độ của SiO2 và MnO giảm mạnh.

Khả năng khử của Si vì vậy sẽ tăng khi aSiO2 <<1:

***aO = (aSiO2 / (kSi-O \* aSi))1/2***

Tương tự như vậy, khả năng khử của Mn tăng mạnh bởi vì aMnO << 1:

***aO = aMnO / (kMn-O \* aMn)***

Mục tiêu sau khi khử Oxygen thì tỷ lệ Mn/Si ≥ 3. Điều này đảm bảo rằng manganese silicate được hình thành có tính lỏng ở nhiệt độ luyện thép, điều này rất quan trọng cho việc giảm thiểu khả năng bít lỗ rót và hình thành các khuyết tật bề mặt trong sản phẩm đúc.

Phương pháp khử lắng sinh ra các tạp chất trong xỉ (trong hầu hết các trường hợp Al2O3 hoặc Mn-silicates) phải được nổi lên khỏi bể thép lỏng.

Đoạn này minh họa hàm lượng khí Oxygen hoà tan ban đầu giảm xuống như thế nào khi cho thêm các chất khử lắng và hàm lượng khí Oxygen hoà tan giảm xuống so với tổng hàm lượng Oxygen. Sự khác nhau giữa tổng hàm lượng Oxygen và hàm lượng Oxygen hoà tan là các oxit đính vào các chất khử trong quá trình lắng.



Phản ứng hoá học giữa Oxygen và chất khử xảy ra tức thời. Vì vậy, thời gian cần thiết làm giảm hàm lượng Oxygenhoà tan chỉ phụ thuộc vào sự chảy của chất khử và sự khuấy trộn của nó với bể thép lỏng.

Thời gian cần thiết để giảm hàm lượng oxitphụ thuộc vào cơ chế khác. Các chất kết tủa hầu như không nổi lên bề mặt thép lỏng do sự khác biệt về tỷ trọng so với ban đầu. Chúng tiếp tục mở rộng biên giới bằng cách tích tụ và khuấy đảo trong bể thép lỏng. Tại đây, chúng được hấp thụ vào xỉ và dính vào tường thùng. Các khối liên kết càng lớn, chúng di chuyển càng nhanh. Điều này giải thích tại sao các phần tử Al2O3 ở dạng cụm di chuyển ra khỏi bể thép lỏng khá nhanh trong khi đó silicates, tồn tại ở dạng phân tử riêng rẽ, cần nhiều thời gian di chuyển hơn.



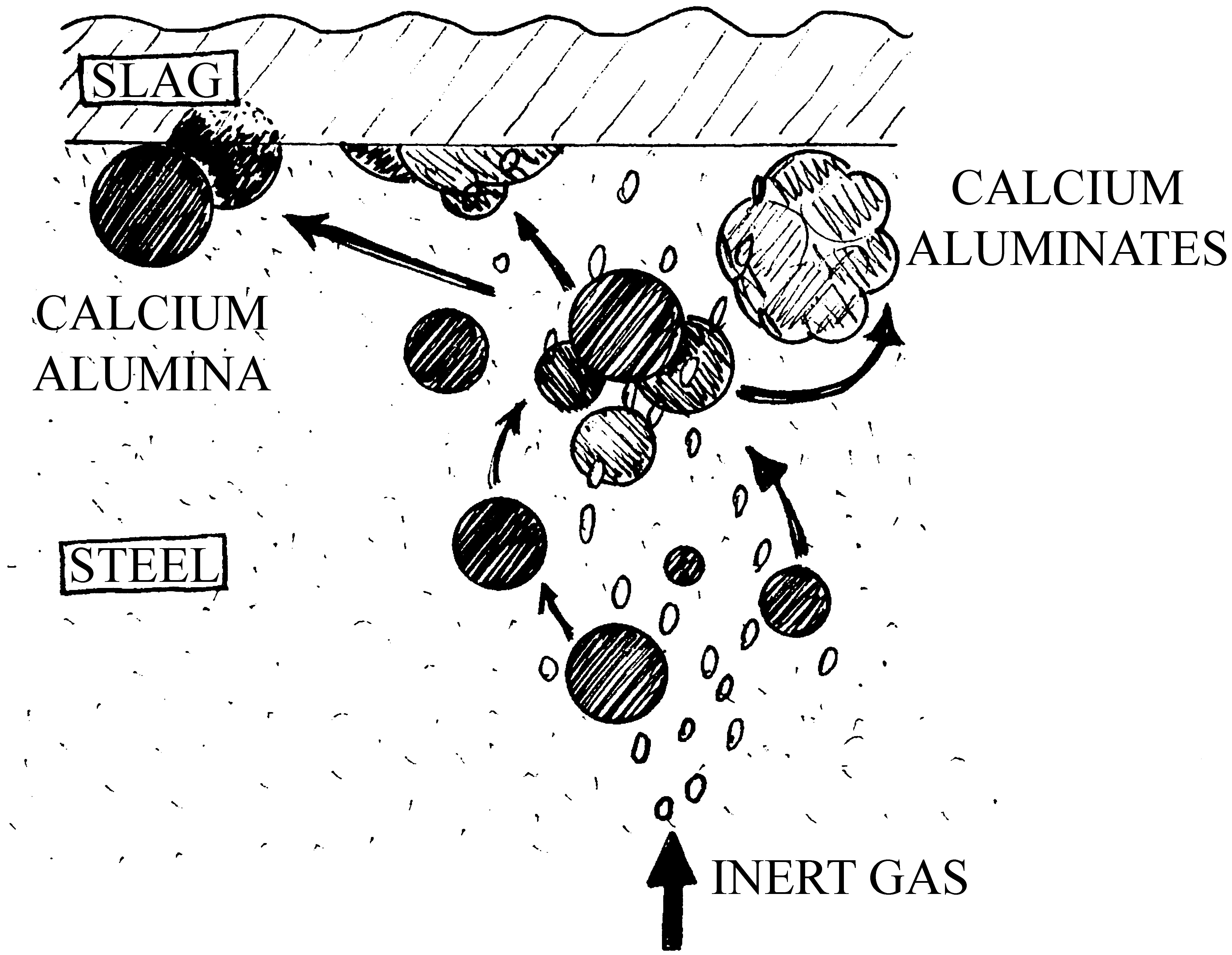
Toàn bộ phản ứng khử Oxygen trong thực tế được gây ra bởi 2 phản ứng, loại bỏ các chất kết tủa bằng cách khuấy đảo và sinh ra chất mới bởi quá trình tái oxyhoá bể thép lỏng.

Bể thép lỏng luôn luôn bị tái oxyhóa và tạo ra các chất kết tủa mới.

Sự tái oxyhoá này được gây ra bởi FeO, MnO và Cr2O3 trên bề mặt xỉ và trong vật liệu chịu lửa.

Nó cũng được gây ra bởi sự tiếp xúc trực tiếp với môi trường, Oxygen từ môi trường đi vào bể thép lỏng qua mắt khí khuấy đảo hoặc thông qua dòng đúc.

Các loại thép xử lý bằng Ca thì dễ bị tái oxyhoá. Mục đích của việc sử dụng Ca trong hầu hết các trường hợp là để cải thiện tính đúc bằng cách thay đổi hình dạng của các phân tử Al2O3 từ dạng nhọn, sắc sang dạng Ca- Al2O3 lỏng hình cầu.



Nếu sự tái oxyhoá cho phép xảy ra sau khi xử lý Ca, các phân tử Al2O3 mới, chưa thay đổi hình dạng được sinh ra và chúng sẽ gây teo dòng trong quá trình đúc. Vì lý do này, ngoại trừ một số trường hợp ngoại lệ, việc xử lý bằng Ca phải được tiến hành cuối cùng trong quá trình tinh luyện, sau đó thép sẽ được đúc mà không có sự cố không mong muốn.

Công suất và chế độ khuấy đảo có tính chất quyết định tới độ sạch của thép. Công suất khuấy đảo nên càng cao càng tốt mà không mở rộng mắt khí khuấy đảo (mắt tái oxyhoá) trên bề mặt xỉ. Khuấy từ hiệu quả hơn khuấy khí về mặt lôi kéo tạp chất nổi lên xỉ và ít nguy cơ mở rộng mắt khí khuấy.

**3.7 Khử khuếch tán (khử Oxygen trong xỉ)**

Như đã mô tả sự khử lắng thiếu sự liên kết với xỉ. Nó chỉ đề cập tới trường hợp không có xỉ hoặc với xỉ thụ động. Theo phương pháp xử lý nào đó, đặc biệt là phương pháp xử lý chân không thì giả định này không còn đúng nữa. Từ góc độ tinh luyện thì xỉ khá linh động. Điều này làm thay đổi phản ứng khử Oxygen tự nhiên.

Nếu kim loại và xỉ khuấy trộn mãnh liệt, các oxit trên xỉ sẽ tiếp xúc mạnh mẽ với kim loại. Các oxit trong xỉ, thay vì các oxit trong kết tủa, sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc xác định hoạt độ của oxit cái mà kiểm soát hoạt độ Oxygen trong thép.

Vì vậy, thay vì chấp nhận hoạt độ của oxit bằng 1 trong trường hợp khử Oxygen bằng Al, Chúng ta giả sử rằng hoạt độ của oxit rất thấp. Trong xỉ của thép khử Al, hoạt độ Al2O3 is thường là 0.03. Cũng như hoạt độ của Oxygen, chỉ bằng 1/3 của hoạt độ đồng nhất (=1).

Những oxit có hoạt độ thấp làm cho nguyên tố trở thành chất khử Oxygen mạnh và đẩy mạnh quá trình khử S.





Cũng giống như chất khử Si. Thay vì SiO2 có hoạt độ vào khoảng 0.5 trong chất kết tủa, nó có hoạt độ khoảng 0.001 trên bề mặt xỉ. Kết quả là hoạt độ của Oxygen sau đó chỉ bằng 1/25 cái đã đạt được bởi phương pháp khử lắng.

Không có giới hạn rõ ràng giữa phương pháp khử lắng và phương pháp khử khuếch tán (khử Oxygen trên xỉ). Sự khuấy đảo giữa thép và xỉ càng mạnh thì hoạt độ của Oxygen trong xỉ càng cao và vì vậy sự khử Oxygen trong xỉ càng nhiều. Hoạt độ Oxygen thấp nhất thường đạt được trong thực tế vào khoảng 1 ppm.

**3.8 Phương pháp khử Oxygen bằng carbon trong chân không (VCD) – Phương pháp khử Carbon trong chân không**

Oxygen hoà tan trong kim loại có thể phản ứng với Carbon hoà tan theo phản ứng sau:

***O + C → CO***

Hằng số cân bằng:

***KC-O = pCO / (aO \* aC)***

Có giá trị:

***KC-O = 10(-1168/T - 2.07)***

Chúng ta có thể viết lại như sau:

***aO  = pCO / (KC-O \* aC*)*.***

Rõ ràng phản ứng carbon-Oxygen phụ thuộc vào áp suất. Điều này cho thấy có thể tiến hành khử Oxygen bằng cách sử dụng carbon như là một chất khử Oxygen trong khi đưa bể thép lỏng vào môi trường chân không.



Theo lý thuyết, hoạt độ của Oxygen nhỏ hơn 1 ppm có thể đạt được đối với các mác thép carbon cao.

Vì vậy carbon cũng là một trong những chất khử mạnh.

Tuy nhiên, trong thực tế. Hàm lượng Oxygen trong phương pháp khử Oxygen bằng carbon này thường tương đương với áp suất riêng phần của CO trong khoảng 50 - 150 torr, ví dụ với hoạt độ Oxygen là 15 - 35 ppm.

Một trong những ưu điểm của phương pháp VCD là nó không để lại sản phẩm rắn, cái có thể làm bẩn thép. Vì vậy, VCD đi kèm với phương pháp cho các chất khử truyền thống như Al sẽ tạo ra ít chất kết tủa hơn so với phương pháp khử Oxygen truyền thống đã sử dụng, bởi vì số lượng lớn các phân tử khí hoà tan ban đầu sẽ rời bể thép lỏng ở pha khí thay vì chất kết tủa.

Ưn điểm nữa của phương pháp VCD này là sinh ra CO làm tăng đáng kể khả năng khử hydrogen. CO đóng vai trò như khí làm sạch phụ.

Nhược điểm của phương pháp VCD là hoạt độ của Oxygen còn lại vẫn khá cao cho việc khử S hiệu quả. Phương pháp khử Oxygen lắng hoặc khử trên xỉ vẫn tốt hơn về khía cạnh khử S.

Rõ ràng phương pháp khử Carbon chân không là mặt khác của vấn đề. Sự khác biệt ở đây là hàm lượng Oxygen dư thay vì carbon bởi vì carbon sẽ giảm đáng kể trong suốt quá trình khử chân không.

Phương pháp này được biểu diễn theo hàm mũ sau:



Ở đây: ***%C*** = hàm lượng C ở thời điểm ‘t’,  
 ***%C0*** = hàm lượng C ban đầu trong kim loại,  
 ***%C∞*** = hàm lượng C sau thời gian nhất định (hàm lượng cân bằng),  
 ***kC*** = hằng số tỷ lệ khử carbon, m/phút,  
 ***A*** = bề mặt tiếp xúc thép-xỉ, m2,  
 ***V*** = thể tích kim loại, m3,  
 ***t*** = thời gian khử, phút.



Hằng số tỷ lệ khử carbon có thể lên tới 0.30 m/phút đã được đo trong nhiều loại thiết bị khử chân không (đặc biệt là các thiết bị khử khí) sử dụng khí Ar để khuấy trộn với lưu lượng 3.6 Nl/ton,phút.

Trong thực tế, theo phương pháp này thép carbon nóng chảy sẽ được khử carbon từ 0.03 %C xuống tới 0.005 %C trong thời gian khoảng 15 phút.

***B. THỰC TIỄN***

1. LÒ LF VÀ VẬT LIỆU CHỊU LỬA SỬ DỤNG TRONG LÒ LF

Lò LF xuất hiện trong hầu hết các lưu trình sản xuất thép từ khi nó sinh ra tới giai đoạn mà nó được trang bị cửa trượt và viên gạch thấu khí.

Nhờ khả năng xử lý thép trong lò thùng, lò điện không còn là thiết bị sử dụng để tinh luyện nữa và vì vậy công suất của nó đã được tăng lên đáng kể, làm cho việc kiểm soát thời gian linh hoạt hơn rất nhiều trong quá trình xử lý tại CCM.

Việc thổi khí trơ được thực hiện trong suốt quá trình vận hành lò thùng.

Trong những năm gần đây, nhờ sử dụng hợp lý thiết bị này, nó không những cải thiện được sản lượng mà còn chất lượng sản phẩm cũng như tính kinh tế của quy trình.

Người ta lắp đặt LF nhờ tính chất ưu việt của nó nhằm:

* Tăng năng suất bằng cách giảm thời gian mẻ tiếp mẻ bởi vì quá trình gia nhiệt và khử S được thực hiện trong LF.
* Tăng tuổi thọ vật liệu chịu lửa của EAF do nhiệt độ ra thép thấp hơn.
* Tăng khả năng phục vụ của EAF.
* Kiểm soát thành phần và nhiệt độ tốt hơn dẫn tới thu hồi hợp kim cao hơn.
* Tiêu hao điện và điện cực thấp hơn trong EAF.
* Vận hành linh hoạt hơn dẫn tới số chu trình đúc nhiều hơn.
* Hiệu quả khử S tốt hơn bởi vì không sử dụng xỉ oxyhóa dẫn tới tiếp xúc giữa xỉ- kim loại tốt hơn và tỷ số phân bố S cao.
* Có khả năng xử lý các mẻ thiếu nhiệt bằng cách nấu lại.

***Vật liệu chịu lửa sử dụng cho lò LF:***

**1.1 Những khái niệm về vật liệu chịu lửa của lò thùng tinh luyện**

Lò thùng tinh luyện sản sinh ra một lượng ứng suất lớn tác động lên vật liệu chịu lửa. Để tương thích với quy trình tinh luyện cũng như chống lại nhiệt và xỉ tấn công từ lò hồ quang thì vật liệu chịu lửa phải có khả năng cách nhiệt tốt.

Lò thùng tiêu hao một lượng rất lớn vật liệu chịu lửa. Vì vậy việc bố trí, sắp xếp hợp lý vật liệu chịu lửa trong lò thùng là một yếu tố hết sức quan trọng về quan điểm kinh tế.

Vật liệu chịu lửa sử dụng trong lò thùng có thể phân chia khái quát thành 3 loại chính sau:

* Hợp chất Mg/cao Al
* Mg-Cr
* Dolomit

Sự kết hợp của một vài loại trên là có thể. Các nhà máy sản xuất thép thường dựa vào điều kiện sản xuất thực tế và khả năng cung ứng vật liệu để phát triển theo cách của riêng họ.Vì thực tế sản xuất không phải lúc nào cũng như lý thuyết. Tuy nhiên, 3 loại vật liệu mà chúng tôi mô tả ở đây có thể xem như là điểm khởi đầu đáng tin cậy cho việc kết hợp vật liệu trong quá trình thiết kế.

**Hợp chất Mg/cao Al** là vật liệu phổ biến cho hầu hết các quy trình công nghệ trừ phương pháp VOD – PP có nhiệt độ cao về cuối của quá trình thổi Oxy. Khả năng chịu nhiệt của vật liệu này là rất tốt và điều này làm cho chúng thích hợp trong suốt giai đoạn khởi động cho tới khi điều kiện vận hành ổn định.

Gạch cao Al có xu hướng thoát Oxy vào bể thép lỏng nhiều hơn đôi chút so với gạch bazơ bởi những phản ứng hóa học.

Gạch cao Al lại có lợi về khía cạnh năng lượng. Chúng cho thấy khả năng hấp thụ nhiệt và dẫn nhiệt khá thấp. Trong khi khả năng hấp thụ nhiệt và dẫn nhiệt của gạch Mg cao.

Khi vận hành với độ kiềm thấp (%CaO/%SiO2 < 2), sẽ là có lợi khi thay thế gạch Mg bằng gạch Mg-Cr ở vị trí ngấn xỉ.

**Gạch Mg-Cr** có đặc điểm là tính chịu nhiệt cao, khả năng chống lại biến đổi nhiệt tốt. Chúng có lợi về quan điểm luyện kim với hàm lượng Oxy đi vào bể thép lỏng thấp. Khả năng chống ăn mòn cao hơn gạch cao Al.

Gach Mg-Cr tại ngấn xỉ có khả năng chịu đựng độ kiềm của xỉ thấp (B <2) tốt hơn so với gạch Mg thuần túy. Gạch Mg-Cr đặc biệt thích hợp cho công nghệ VOD.

Gạch Mg-Cr có khả năng hấp thụ nhiệt cao và dẫn nhiệt khá tốt.

Vữa được sử dụng cho gạch Mg-Cr lại rất khác nhau giữa các nhà cung cấp vật liệu. Nhìn chung, viên gạch được đặt với vữa khô sẽ có sai số về kích thước nhỏ hơn so với vữa ướt.

Điều này sẽ được phản ánh trong danh sách tính chất vật liệu phụ lục 1

Các nhà cung ứng gạch chịu lửa có thể phân loại gạch tùy theo sự biến đổi chiều cao của chúng sau khi thiêu kết vì vậy mỗi lớp trong lò thùng có thể được xây với các loại gạch có chiều cao gần như nhau mặc dù chiều cao của mỗi lớp có thể khác nhau.

**Dolomite,**vật liệu này có tính chất tuyệt vời về quan điểm luyện kim là hàm lượng Oxy đi vào thép lỏng như chúng tôi đã đề cập, nhưng gạch Dolomit lại không chịu đựng được các loại xỉ giàu SiO2, FeO và Al2O3.

Nhược điểm chính khi sử dụng gạch Dolomit nằm ở tính nhạy cảm với độ ẩm không khí và sự biến đổi nhiệt độ. Điều kiện làm việc phải ổn định vì vậy lò thùng nên được giữ trong môi trường tuần hoàn nóng với nhiệt độ bề mặt không dưới 1000oC. Khi liên kết cacbon được đốt cháy hoàn toàn thì việc sấy kéo dài có thể tránh được.

Khả năng hấp thụ và dẫn nhiệt khá thấp đối với các loại gạch Dolomit.

Khi làm việc với nhiệt độ cao và xỉ có tính chất ăn mòn mạnh, thì gạch Dolomit ở ngấn xỉ nên được thay thế bằng gạch Mg có liên kết hắc ín.

Với các nhà máy có điều kiện nhiệt ổn định và kiểm soát thành phần xỉ tốt thì Dolomit là sự lựa chọn hàng đầu.

Để thời gian làm việc của lò thùng tăng thì quy trình sấy thùng phải được thực hiện một cách chặt chẽ.

**1.2 Lò thùng – cách sắp xếp vật liệu chịu lửa**

Các lớp của lò thùng được thiết kế theo tính chất luyện kim, làm việc an toàn, tính chất nhiệt và khả năng giãn nở vì nhiệt.

Thông thường mỗi lớp gạch của lò thùng có dạng hình tròn, trong những năm gần đây có kỹ thuật đặt một số viên gạch với những đường côn để tránh phải cắt viên gạch cuối mỗi vòng và có thể sử dụng chỉ một loại. Kỹ thuật này đòi hỏi có đường dốc thoai thoải cho đường côn ở đáy. Ưu điểm của loại gạch côn này là không thể chối cãi.

Mỗi vùng sẽ được trình bày sơ qua trong từng đoạn và có liên quan tới danh sách tính chất vật liệu trong phụ lục.

***Lớp đáy lò***

Lớp đáy lò là phần cân bằng lý tưởng cho tuổi thọ của tường lò. Với điều kiện như vậy, sẽ là rất thuận lợi khi toàn bộ phần tường lò đặt trên lớp đáy lò, khi ta mở rộng lớp đáy lò tới lớp gạch lót (back filling). Điều này có thể cho thấy lợi ích khi tăng chiều dày hoặc sử dụng vật liệu có chất lượng cao hơn tại vị trí chịu áp lực của dòng thép để tăng tuổi thọ của lớp đáy lò. Trong trường hợp tuổi thọ của lớp đáy thường xuyên thấp hơn lớp tường, sẽ là hợp lý khi coi lớp đáy như là cái “chốt” ở bên trong của lớp tường để có thể thay thế nó với thiệt hại nhỏ nhất cho vật liệu chịu lửa của tường lò.

Gạch đáy thường được xây theo dạng hình vuông để cân bằng giãn nở ứng suất theo mọi hướng. Gạch Dolomit tốt nhất là được xây theo mô hình có lớp lót để giảm thiểu ứng suất.

Material # 1 –Gạch cao Al

Material # 2 – Gạch Mg-Cr

Material # 3 – Gạch Dolomit

Material # 4 – Gạch Mg

***Phần nối tường và đáy lò***

Giữa tường và đáy được đầm bằng hỗn hợp có thành phần tương thích với thể xây xung quanh. Hỗn hợp đầm phải có tính ổn định với nhiệt độ cao để giảm thiểu độ co ngót và vỡ nứt trong quá trình làm việc. Những viên gạch ở đáy gần chỗ nối tường và đáy lò được đặt sao cho bề mặt nhám quay về phía có bột đầm để có được sự liên kết chặt chẽ giữa chúng.

Material # 5 – Bột đầm cao Al

Material # 6 – Bột đầm Mg

Material # 7 – Bột đầm Dolomit

***Phần tường chứa thép lỏng***

Phần này thường được xây bằng vật liệu giống như đáy lò. Cũng tại đây, nó cho thấy lợi ích ở giai đoạn sau khi tăng chiều dày hoặc sử dụng vật liệu có chất lượng cao hơn tại những khu vực chịu áp lực dòng thép để bù đắp sự ăn mòn ở vùng này.

Vật liệu giới thiệu cho phần này là gạch cao Al, Mg-Cr, trong đó có một mặt cong.

Material # 1 –Gạch cao Al

Material # 2 – Gạch Mg-Cr

Material # 3 – Gạch Dolomit

Material # 4 – Gạch Mg

***Vùng ngấn xỉ***

Vùng ngấn xỉ phải chịu đựng nhiệt độ cực cao và sự tác động của xỉ. Các loại gạch Mg với hàm lượng C dư ít nhất 4.5% đặc biệt phù hợp cho vùng này, miễn là độ kiềm của xỉ ≥ 2.0. Khi hàm lượng này tăng tới 9 – 10% thì sẽ tăng khả năng chịu nhiệt và sự tác động của xỉ cho vật liệu. Khi hàm lượng Cacbon cao hơn nữa nhìn chung không được khuyến khích sử dụng bởi nó cũng làm tăng tính dẫn nhiệt của gạch quá mức cần thiết.

Gạch nung Mg nguyên chất không đem lại hiệu quả tốt ở vùng này vì khả năng chống chịu dao động nhiệt và sự tác động của xỉ kém.

Gạch Mg-Cr chứng tỏ hiệu quả trong nhiều ứng dụng, đặc biệt là với xỉ có độ kiềm thấp và hay thay đổi. Khả năng chịu dao động nhiệt là khá tốt với loại gạch này.

Gạch Dolomit khá hợp lý khi độ kiềm xỉ thấp nhất là 2 và hàm lượng Al2O3  trong xỉ không vượt quá 12%.

Gạch Mg và Mg-Cr với mặt cong được khuyến khích sử dụng.

Chiều cao ngấn xỉ đối với lò gia nhiệt/chân không nên là 1200mm. Với công nghệ VOD, khuyến khích chiều cao ngấn xỉ lên tới miệng lò.

Gạch vùng ngấn xỉ nên được xây vươn xuống phía dưới khoảng 400mm so với mực thép lỏng thông thường để có thể xử lý thành công các trường hợp mực thép lỏng ở dưới mức bình thường. Hình dạng gạch giống như sử dụng cho vùng chứa thép lỏng.

Material # 2 – Gạch Mg-Cr

Material # 12 – Gạch Dolomit

Material # 8 – Gạch Mg (liên kết nhựa thông).

***Lớp tường phía trên ngấn xỉ***

Vùng này có thể được xây bằng vật liệu khác với vật liệu dùng để xây ngấn xỉ miễn là không có sự tiếp xúc thép/xỉ. Lớp trên cùng của thùng sử dụng cho phương pháp gia nhiệt và khử khí chân không có thể xây bằng vật liệu giống như tường phái dưới, ví dụ gạch cao Al hoặc Mg-Cr.

Lò thùng sử dụng cho phương pháp VOD được đặt vào điều kiện làm việc vô cùng khắc nhiệt ở mọi vị trí, tuy nhiên cũng vì vậy mà vùng ngấn xỉ thường được mở rộng tới tận đỉnh của thùng.

Duy trì “gờ” gạch ở gần phía trên của thùng. Giữa gờ này và lớp gạch phía dưới cho phép giãn nở, được điền đầy bằng sợi ceramic. Chính nơi này đáp ứng nhiệm vụ quan trọng là ngăn chặn khả năng bị cong của gờ bởi sự giãn nở của gạch trong giai đoạn đầu sấy thùng.

Bề mặt của gờ này được bao phủ bởi lớp vật liệu chịu lửa dạng tấm hoặc bột đầm để có thể tách và lấy thép, xỉ dính một cách dễ dàng mà không gây thiệt hại gì. Hình dạng gạch sử dụng giống như phần chứa thép lỏng.

Material # 1 –Gạch cao Al

Material # 2 – Gạch Mg-Cr

Material # 12 – Gạch Dolomit

Material # 8 – Gạch Mg (liên kết nhựa thông).

Material # 5 – Bột đầm cao Al

Material # 6 – Bột đầm Mg

***Lớp đệm***

Lớp đệm ngăn chặn thép lỏng thâm nhập qua tường lò. Đối với lò thùng sử dụng để ra nhiệt thì gạch đất sét nung là đủ, với những phương pháp chân không hoặc VOD, điều kiện làm việc với nhiệt độ cao hơn nên đòi hỏi gạch cao Al làm lớp đệm.

Gạch dùng cho lớp đệm phải có dung sai kích thước rất nhỏ để đáp ứng độ khít giữa các viên gạch nhằm chống lại sự thâm nhập của thép lỏng qua tường lò. Khuyến khích sử dụng gạch đất sét nung bán sấy nhấn vào để đạt được độ khít. Tính chịu nhiệt của chúng sẽ vượt nhiệt độ bề mặt lớn nhất ít nhất là 25oC.

Trong hầu hết các trường hợp, lớp đệm sau vùng ngấn xỉ được xây bằng gạch Mg-Cr. Loại này có thể chịu đựng trực tiếp sự ăn mòn của gianh giới thép/xỉ ít nhất là một mẻ và có độ dẫn nhiệt thấp hơn so với gạch Mg nguyên chất, điều này rất quan trọng trong việc giữ nhiệt độ vỏ thùng thấp.

Lớp đáy của vật liệu chịu lửa trong thùng rót lõm lòng đĩa nên làm bằng tấm khoáng chất corudum.

Những tấm này có khả năng chống sự thâm nhập của thép lỏng rất tốt và có thể kéo dài vài nămvới những miếng vá nhỏ trung gian trước khi được thay thế.

Trong những thùng Dolomit có lớp đầm Dolomit dày khoảng 30mm giữa lớp tường và lớp đệm. Lớp đầm này phục vụ như lớp an toàn đặc biệt chống lại sự thâm nhập của thép lỏng vàhấp thụ sự giãn nở nhiệt của tường lò.

Material # 1 –Gạch cao Al

Material # 7 – Bột đầm Dolomit

Material # 9 – Gạch Mg-Cr

Material # 23 – Tấm cao Al.

***Lớp cách nhiệt***

Mục đích của lớp này là để ngăn chặn việc vỏ thùng bị đặt lâu dài vào nhiệt độ khoảng trên 300oC ngay cả khi thép lỏng được giữ trong thùng rót vài giờ. Lớp này bao gồm một lớp gạch được xây bằng gạch đất sét cách nhiệt và có chiều dày như nhau ở tường và đáy lò. Những gạch này phải có đủ độ bền va đập nguội để chịu được lực nén thông thường mà không cong, oằn trong suốt chu kỳ sấy tới hạn. Nếu vì một vài lý do nào đó mà lực nén quá cao, gạch sẽ bị cong và vì vậy bảo vệ thùng trong trạng thái chịu ứng suất quá lớn. Độ bền va đập nguội hợp lý nhất là 3 – 4 MPa.

Gạch cách nhiệt nên có khả năng đáp ứng nhiệt độ lớn nhất trên nhiệt độ lớn nhất tính toán là 50­oC. Những bản vẽ lò thùng chỉ ra nhiệt độ tính toán của thùng trong điều kiện làm việc ổn định không có chất xen kẽ và có chất xen kẽ (1/3 chiều dày của lớp).

Material # 10 – Gạch đất sét cách nhiệt.

***Lớp lót ceramic***

Lớp này hoạt động như một lớp cách nhiệt và, trong chừng mực nào đó cũng là lớp hấp thụ sự giãn nở nhiệt của lớp vật liệu gần nhất với nó. Cơ tính của ceramic ở nhiệt độ phòng cũng giống như tấm amiăng.

Material # 11- Tính chất của sợi ceramic.

Phụ lục vật liệu:

Material #1:

Gạch cao Al

Những loại gạch với 75÷85% Al2O3 và có tính ổn định cao được sử dụng. Sự thay đổi kích thước đường thẳng +1÷+3% trong quá trình sấy là có lợi cho việc giữ độ khít (chặt) của gạch.

Al2O3 % ≈ 75÷85

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 3.05

Khả năng chịu nhiệt có tải ta  oC ≥ 1530

Độ xốp biểu kiến % ≤ 22

Độ bền phá hủy nguội MPA ≥ 50

Sai số theo chiều cao %/mm ≤ 0.75/1.5

Material #2:

Gạch Mg-Cr.

Thường là các loại gạch thiêu kết ở nhiệt độ cao.

MgO % ≈ 55÷62

Cr2O3 % ≈ 17÷21

SiO2 % ≤ 0.8

CaO % ≤ 1.5

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 3.00

Khả năng chịu nhiệt có tải ta  oC ≥ 1750

Độ xốp biểu kiến % ≤ 18

Độ bền phá hủy nguội MPA ≥ 30

Sai số theo chiều cao mm ≤ 0.5 (dry)

≤ 1.5 (wet)

Material #3:

Gạch Dolomite

Gạch Dolomite được sử dụng cả 2 dạng liên kết hắc ín và liên kết ceramic.

Gạch có dạng liên kết ceramic thì chiếm ưu thế đối với thép Carbon thấp cũng như thép không gỉ.

MgO % ≥ 38

CaO % ≤ 59

SiO2 % ≤ 1.1

Khả năng chịu nhiệt có tải oC ≥ 1400

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 2.9

Độ xốp biểu kiến % ≤ 15

Độ bền phá hủy nguội MPA ≥ 65

Material #4:

Gạch Magnesite

Liên kết trực tiếp hoặc thiêu kết ở nhiệt độ cao được sử dụng.

MgO % ≥ 92

CaO % ≤ 2.5

SiO2 % ≤ 0.6

Khả năng chịu nhiệt có tải oC ≥ 1750

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 3.08

Độ xốp biểu kiến % ≤ 7

Độ bền phá hủy nguội MPA ≥ 40

Material #5:

Hỗn hợp đầm cao Al

Al2O3 % ≥ 80

Nhiệt độ làm việc lớn nhất oC ≥ 1740

Độ bền phá hủy ở 900oC MPA ≥ 13

Dạng liên kết chất lỏng hoặc photphate

Material #6:

Hỗn hợp đầm Mg

MgO % ≥ 90

SiO2 % ≤ 5

Nhiệt độ làm việc lớn nhất oC ≥ 1750

Độ bền phá hủy ở 1000oC MPa ≥ 25

Cỡ hạt mm 0 ÷ 5

Material #7:

Hỗn hợp đầm Dolomite

MgO % ≥ 36

CaO % ≤ 61

SiO2 % ≤ 1.5

Cỡ hạt mm 0 ÷ 5

Material #8:

Gạch Mg với liên kết dạng hắc ín, nhựa thông.

MgO % ≥ 36

CaO % ≤ 61

C (dư) % ≥ 5.5

Khả năng chịu nhiệt có tải oC ≥ 1750

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 3.11

Độ xốp biểu kiến % ≤ 1

Độ bền phá hủy nguội MPa ≥ 75

Material #9:

Gạch Mg-Cr

MgO % ≈ 55÷62

Cr2O3 % ≈ 17÷21

SiO2 % ≤ 1

CaO % ≤ 2.5

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 2.80

Khả năng chịu nhiệt có tải ta  oC ≥ 1700

Độ xốp biểu kiến % ≤ 18

Độ bền phá hủy nguội MPa ≥ 30

Sai số theo chiều cao mm ≤ 0.5 (dry)

≤ 1.5 (wet)

Material #10

Gạch cách nhiệt

Al2O3 % ≥ 38

Khả năng chịu nhiệt có tải ta oC ≥ 1350

Độ xốp biểu kiến % ≤ 50

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 1.0

Độ bền phá hủy nguội MPa ≥ 3

Sai số kích thước %/mm ≤ 2÷3

Độ dẫn nhiệt ở 800oC W/K,m ≤ 0.5

Material #11:

Tấm ceramic

Nhiệt độ làm việc lớn nhất oC ≤ 1250

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 200

Độ dẫn nhiệt ở 600oC W/K,m ≤ 0.10

Material #12:

Gạch Dolomite

Cả 2 dạng liên kết hắc ín và ceramic đều được sử dụng.

MgO % ≥ 38

CaO % ≤ 59

SiO2 % ≤ 1.1

C (dư) % ≥ 7.5

Khả năng chịu nhiệt có tải oC ≥ 1400

Tỷ trọng đống kg/m3 ≈ 2.9

Độ xốp biểu kiến % ≤ 4

Độ bền phá hủy nguội MPa ≥ 40

Material #23:

Tấm cao Al đúc sẵn

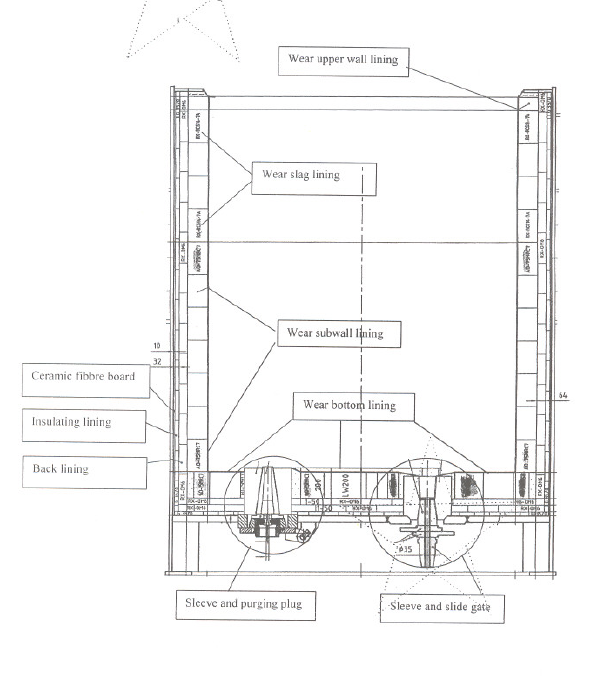
Al2O3 % ≥85

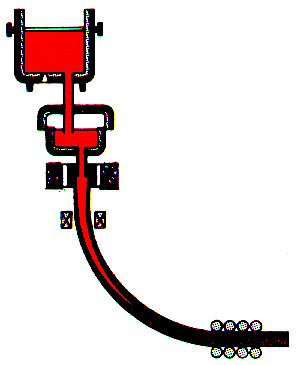
Nhiệt độ làm việc lớn nhất oC ≥ 1750

Độ bền phá hủy ở 900oC MPa ≥ 60

Dạng liên kết chất lỏng

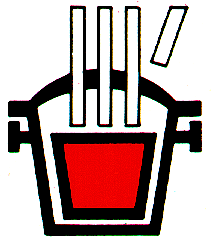
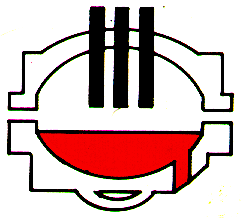
***Thể xây lò thùng:***





**EAF**

**LF**



**2. CÁC YÊU CẦU ĐỂ SẢN XUẤT CÓ HIỆU QUẢ TẠI LF**

* Hợp kim và tinh luyện số lượng lớn;
* Tối ưu hoá thành phần và nhiệt độ khi ra thép;
* Chất lượng xỉ: xỉ đưa từ lò EAF sang lò thùng phải giảm tới mức nhỏ nhất trong quá trình ra thép, điều này cho phép dự đoán quá trình khử oxy trong lò thùng, cải thiện hiệu quả hợp kim hoá và góp phần sản xuất thép sạch hơn;
* Việc xác định chính xác nhiệt độ, thành phần hóa học và khối lượng thép trong thùng phải được thực hiện để tính toán các chất phụ gia;
* Sử dụng vật liệu chịu lửa chất lượng cao trong các thiết bị xử lý thép lỏng để thúc đẩy quá trình khử oxy, khử S và làm sạch thép. Vật liệu chịu lửa của lò thùng nên có tính chất trung hoà (cao nhôm) hoặc baơ (các vật liệu magie hoặc dolomite) và phải ổn định về nhiệt động học.

3. CÁC MỤC ĐÍCH CHÍNH CỦA LÒ LF

* + Thực hiện quá trình tinh luyện dễ dàng
  + Tối ưu và đồng đều hoá quá trình
  + Chính xác hoá thành phần hoá học cho CCM
  + Cải thiện tính đúc ở CCM (thép sạch hơn …)
  + Luyện được thép sạch hơn
  + Giảm các tiêu hao của EAF
  + Giảm thời gian vận hành
  + Tăng năng suất của toàn bộ dây truyền EAF-LF-CCM.

**3.1 Thực hiện quá trình tinh luyện dễ dàng**

Điều quan trọng nhất là có thể khử S xuống giá trị rất nhỏ(ví dụ:0,003%).

Điều này xảy ra trong điều kiện lý tưởng. Tuy nhiên, bí quyết để khử S (thông thường đạt được phạm vi 50% đến 80%, giữa giá trị S khi ra thép và giá trị S cuối cùng ở thùng trung gian) gắn liền với 3 thông số cơ bản sau:

* Không có xỉ đưa từ lò EAF qua lò thùng.
* Hàm lượng oxy tự do thấp hơn 30ppm.
* Trong khi ra thép và sau đó ở LF xỉ được tạo ra phải có độ kiềm cao hơn 2.1

Giả sử rằng xỉ có tính chất phù hợp(độ kiềm và tính chảy loãng) tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tinh luyện.

Thực tế, ở điều kiện này, nhiều oxit và phần lớn tạp chất đi lên bề mặt của xỉ lỏng và vì vậy làm cho thép rất sạch.

**3.2 Tối ưu và đồng đều hoá quá trình.**

Đồng đều hoá là một quá trình rất quan trọng, điều này đạt được thông qua các viên gạch thấu khí, số lượng viên gạch phụ thuộc vào kích thước lò thùng (1 đối với thùng 80 tấn và 2 cho các thùng có kích thước lớn hơn).

Đồng đều hoá đem lại những thuận lợi sau:

* Thúc đẩy các phản ứng hoá học.
* Loại bỏ việc tăng nhiệt cục bộ.
* Mẫu có thành phần hóa học chính xác.
* Tăng tốc độ nổi của tạp chất.
* Tăng bề mặt tiếp xúc giữa thép và xỉ.

**3.3 Chính xác hoá thành phần hoá học cho CCM**

Để đạt được kết quả này, phải tuân thủ nghiêm ngặt các điều kiện sau:

* Đảm bảo việc khuấy trộn hợp lý trong suốt quá trình và điều chỉnh lưu lượng Ar và N2 và áp lực sao cho mắt khuấy đảo có đường kính không vượt quá 10-20 inch. Lấy mẫu đầu tiên sau khi bắt đầu nấu khoảng 2 phút khi mà xỉ đã có độ chảy loãng thích hợp;
* Khi lấy mẫu, kiểm tra mức độ oxy trong thép;
* Kiểm soát các hoạt động theo tiêu chuẩn sản xuất thép tương ứng.

**3.4 Cải thiện tính đúc ở CCM**

Cải thiện đáng kể tính đúc nếu:

* Thùng trung gian và chén xả đủ nóng, cùng với lò thùng nhận thép từ EAF ở nhiệt độ tiêu chuẩn khi ra thép;
* Điều kiện gia nhiệt giống với lò thùng giống như thùng trung gian mà không có xỉ đưa từ lò EAF qua;
* Các yêu cầu khác đi kèm.

Tất cả những kết quả trên có thể đạt được miễn là:

* Nhiệt độ thép ổn định;
* Thép sạch hơn và không bị lẫn các tạp chất lớn;
* Loại bỏ được đáng kể hàm lượng các oxít.

**3.5 Luyện được thép sạch hơn**

Thời gian xử lý, phụ thuộc vào mác thép, kéo dài từ khoảng 25-30 phút đến 50-60 phút. Điều này rõ ràng dẫn tới việc làm sạch tạp chất.

Hiện tượng này, có thể xảy ra do sự khác nhau về trọng lượng, có thể tăng đáng kể, miễn là vận hành đúng, bằng cách thay đổi các thông số sau đây:

* Nhiệt độ thép lỏng trên 800C so với nhiệt độ đường lỏng.
* Hiệu chỉnh việc khuấy trộn theo dòng điện, như quy trình vận hành cụ thể.
* Xỉ có độ nhớt thích hợp..

**3.6 Giảm các tiêu hao EAF**

**3.7 Giảm thời gian vận hành EAF**

Yếu tố quyết định là, nhờ thiết bị này (LF) lò nấu chảy (EAF) được giải phóng khỏi các vấn đề liên quan tới giai đoạn tinh luyện.

Và như vậy, EAF chỉ là một thiết bị nấu chảy theo đúng nghĩa của nó, tạo ra hỗn hợp thép lỏng trong chừng mực thành phần và nhiệt độ mà không đưa xỉ vào lò thùng.

Bằng cách tiết kiệm thời gian và có thể ra lò ở nhiệt độ khá thấp, cho phép lò EAF tiết kiệm được đáng kể:

* Thời gian hoạt động của lò;
* Năng lượng điện;
* Tiêu hao điện cực và vật liệu chịu lửa.

Đôi khi bằng cách tác động lên tốc độ và tính liên tục các mẻ đúc, (từ 5 đến 50), công suất lò EAF có thể đạt được mức tối ưu và vì vậy giảm được đáng kể giá thành và cải thiện năng suất tới mức không ngờ.

**3.8 Tăng năng suất của toàn bộ dây truyền (EAF-LF-CCM)**

Thừa nhận rằng khi có LF, chúng ta có thể kiểm soát chương trình nấu luyện dễ dàng, thời gian, tốc độ và các điều kiện bằng cách tối ưu hoá chúng, và trong trường hợp có bất kỳ sự ngưng trệ nào của một trong các thiết bị này, sử dụng LF như một bước đệm, có thể đối phó với các vấn đề sinh ra ở CCM cũng như EAF.

Nhờ khả năng hoạt động linh hoạt này, đúc liên tục nhiều mẻ trở nên dễ dàng hơn và hậu quả là tăng năng suất và giảm đáng kể giá thành.

Một vấn đề thường được quan tâm nữa là hiệu quả, cải thiện chất lượng trong chu trình cán và các giai tạo thành phẩm khác, tăng năng suất và giảm đáng kể khối lượng phế phẩm.

Về thực chất, đây là một đặc điểm chiến lược có thể dễ dàng đem lại các ưu điểm mà còn quan tâm tới lợi ích kinh tế.

4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHUẤY TRỘN VÀ ĐẶC TÍNH CỦA NÓ

Khuấy đảo và hòa trộn là không thể thiếu đối với quá trình tinh luyện thép hiệu quả.

Khuấy đảo liên quan tới tốc độ của một thể tích hoặc nguyên tố di chuyển trong thép lỏng.

Hòa trộn liên quan đến cách chất lỏng tiếp xúc với chất khác.

Sự khuấy đảo cần cho các phản ứng xảy ra bên trong thùng thép như việc nổi lên của các tạp chất phi kim.

Nó cũng cần cho các phản ứng giữa kim loại và môi trường, như trong quá trình xử lý chân không.

Hòa trộn giữa kim loại và xỉ cần cho sự trao đổi khối lượng giữa thép và xỉ, như khi khử S.

**4.1 Khuấy trộn bằng viên gạch thấu khí ở đáy**

Hầu hết các viên gạch thấu khí đều có thiết kế hình côn, gạch chịu lửa với một khung thép tấm chặn khí, gạch có khả năng thấm khí thích hợp mà khí trơ có thể đi qua.

Gạch có các lỗ xốp ngẫu nhiên hoặc xốp theo hướng.

Độ xốp ngẫu nhiên được tạo ra bởi sự sắp xếp đặc biệt do các ứng suất của vật liệu chịu lửa trong viên gạch.

Xốp theo hướng được sinh ra bằng cách chế tạo

các rãnh hẹp hoặc các đường soi trong viên gạch

với mật độ khác nhau.

Các rãnh hoặc các đường soi này phải đủ hẹp để

sức căng bề mặt của thép ngăn cản thép chảy vào

trong điều đó có nghĩa là đường kính hoặc khe hở giữa các rãnh vào khoảng 0,1-0,5mm.



**4.2 Khuấy trộn bằng vòi ở đỉnh**

Các vòi ở đỉnh thường được thiết kế nguyên khối có từ 1 tới 3 lỗ thổi.

Chúng thường được làm từ vật liệu cao nhôm đúc sẵn trên nền bauxite hoặc corundum.

Chỉ những vật liệu chất lượng cao mới có khả năng chịu đựng nhiều hơn một mẻ trong lò thùng. Thiết bị này thường được thiết kế để sử dụng khẩn cấp trong trường hợp viên gạch thổi ở đáy không hoạt động.

**4.3 Khuấy trộn điện từ**

Hệ thống khuấy trộn điện từ của bể thép làm việc như một động cơ điện trong đó thiết bị khuấy trộn là stato còn bể thép là roto.

Dòng điện 1350A trong thiết bị khuấy trộn sinh ra một trường điện từ di chuyển rất mạnh.

Khuấy đảo bằng điện từ đảm bảo đồng đều về nhiệt và thành phần hoá nhanh hơn so với khuấy đảo bằng khí.

Thiếu dao động (dạng sóng) trên bề mặt kim loại giảm thiểu lượng cacbon thâm nhập trong quá trình gia nhiệt hồ quang nhưng đem lại sự hoà trộn kém giữa xỉ và kim loại và vì vậy khử S kém.

**4.4 Đặc tính của sự khuấy trộn**

Hiện tượng này được biểu diễn theo công thức toán học sau:

**ε = 371 x Qgas x Tl x [( 1-Ta/Tl) + in (P1/P2)] (W/ton)**

Trong đó:

**Qgas** = lưu lượng khí gas Nm**3**/giây.

**Tl** = nhiệt độ kim loại K.

**Ta** = nhiệt độ khí vào K.

**P1** = tổng áp suất ở đáy thùng.

**P2** = áp suất trên bề mặt.

**4.5 Các chế độ khuấy trộn**

Trong quá trình vận hành lò LF, người vận hành có thể điều chỉnh mức độ khuấy trộn bằng cách điều chỉnh lưu lượng khí kết hợp với quan sát mắt khuấy (stirring eye) trên bề mặt thép lỏng. Chúng ta có thể tham khảo sơ đồ sau:



5. CÁCH THỨC NẠP FERRÔ VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ KHUẤY TRỘN

**5.1 Cách thức nạp ferro**

* **C** được nạp khi ra thép, như vậy lượng điều chỉnh còn lại có thể thực hiện bằng các hợp kim cacbon cao;
* **Mn** và **Si** được nạp khi ra thép với tỷ lệ %Mn/%Si > =3;
* **Si** là được nạp khi ra thép khoảng 0,2% để đảm bảo thép được khử hoàn toàn sau khi ra thép.
* **Al** để khử O2 được nạp khi bắt đầu ra thép.
* **Al** để hợp kim được nạp khi ra thép hoặc sau khi khử xỉ (đã khử O2) như vậy không cần phải thêm Al trong quá trình tinh luyện.
* Các nguyên tố không oxy hoá (Ni, Mo, W và Cr) được nạp ở EAF đến giới hạn dưới của mác thép.

**5.2 Anh hưởng của sự khuấy trộn tới suất thu hồi hợp kim**

Ferro hợp kim nạp vào lò được nung nóng,

nấu chảy và hoà trộn với kim loại.

Nung nóng và nấu chảy hợp kim được gọi là

**sự hoà tan** và sau khi hoà trộn với kim loại dẫn

đến **sự đồng đều hoá**.

Giai đoạn quyết định là nung nóng và nấu chảy

của các phần tử hợp kim.

Thời gian yêu cầu để hoà tan ferrô vào bể thép lỏng phụ thuộc vào các yếu tố sau:

* Khối lượng của ferro
* Chất lượng và kích thước hạt của ferro
* Nhiệt độ thép
* Khuấy đảo
* Gia nhiệt
* Chất lượng xỉ.

6. CÁC THAO TÁC TẠI LF–TRƯỜNG HỢP KHẨN CẤP VÀ CÁCH XỬ LÝ

**6.1 Các thao tác tại LF**

* Khi tới trạm LF, kết nối ống mềm Ar và bắt đầu khuấy trộn với mắt khuấy15/20cm, đo nhiệt độ và tháo xỉ nếu yêu cầu, di chuyển xe đến vị trí nấu luyện và hạ nắp từ hộp điều khiển cục bộ trên sàn.
* Cung cấp năng lượng (**tap** tuỳ theo nhiệt độ lúc đầu). Tăng mắt khuấy trộn tới 30cm và cho 100kg CaO ở lần đầu tiên, giảm khuấy trộn sau khi nạp vôi.
* Sau 4-5 phút lấy mẫu, kiểm tra độ nhớt của xỉ. Đo nhiệt, nếu xỉ dày thêm CaF2  hoặc bauxite theo tỷ lệ 1-10 với CaO .
* Khi biết thành phần hoá. Tính toán lượng hợp kim, nạp hợp kim và 100 kg CaO ở lần 2. Tăng khuấy trộn trước khi nạp hợp kim và CaO (nếu hoạt động với tự động hoá mức 2, hợp kim được tính toán tự động từ thành phần phân tích).
* Sau 4-6 phút (phụ thuộc vào khối lượng hợp kim cho vào) lấy mẫu, đo nhiệt và kiểm tra tình trạng xỉ.
* Điều chỉnh nhiệt độ trong khi đợi kết quả phân tích, hiệu chỉnh nhiệt độ cho CCM, xử lý VD…
* Từ kết quả phân tích, tinh chỉnh thành phần (nếu cần thiết).
* Nếu Al cao và lò thùng chuẩn bị đưa sang CCM hoặc đúc thỏi. Nạp CaSi để tránh hiện tượng tắc gạch xả thùng lớn.
* Nếu lò thùng đi thẳng tới VD, giữ Al, hoặc nếu Si ở giới hạn trên, nó sẽ giảm xuống trong giai đoạn kế tiếp.

Nếu nhiệt độ và thành phần đạt, đưa thùg sang CCM hoặc VD.

**6.2 Các trường hợp khẩn cấp và cách giải quyết**

**6.2.1 Xỉ đưa từ EAF sang LF**

* Trước khi bắt đầu mẻ nấu, nạp 50kg Al hạt ( cỡ hạt 2-3mm) trên mặt xỉ;
* Gia nhiệt trong khoảng 2 phút, thêm 400kg CaO;
* Gia nhiệt khoảng 4 phút;
* Lấy mẫu oxy;
* Nếu oxy tự do lớn hơn 80ppm, nạp 40kg Al và 200kg CaO, lấy mẫu Oxy. Lặp lại cho đến khi oxy tự do < 80ppm;
* Lấy mẫu và đo nhiệt độ;
* Xử lý như các mẻ thông thường.

**6.2.2 Gạch thấu khí không làm việc**

* Ngay lập tức chuyển thùng đến vị trí tinh luyện;
* Thông điện với công suất lớn nhất trong vòng 5 phút;
* Cố gắng thông viên gạch thấu khí với áp suất khí Ar lớn nhất (2-3 lần);
* Nếu gạch thông, xử lý như các mẻ thông thường;
* Nếu gạch vẫn không thể hoạt động, sử dụng hệ thống khuấy đảo khẩn cấp ở đỉnh (vòi khuấy đảo khẩn cấp).

**6.2.3 Nhiệt độ quá cao khi bắt đầu xử lý LF**

* Nạp 300 kg CaO và 30 kg Al hạt;
* Sục khí Ar mạnh khoảng 5 phút;
* Lấy mẫu và đo nhiệt;
* Nạp 300 kg CaO;
* Sục khí Ar mạnh khoảng 5 phút;
* Nạp hầu hết hợp kim để đạt được thành phần mong muốn;
* Giảm khuấy trộn khi T = T đường lỏng + 85oC;
* Quản lý thời gian cho kịp với chu trình;
  + Xử lý như các mẻ thông thường.

7. XỬ LÝ SICA (NẾU CÓ)

Mục đích của việc nạp dây SiCa để loại bỏ hiện tượng bít lỗ rót lò thùng do Al2O3 gây ra. Tuy nhiên, việc xử lý SiCa thường đi kèm với quá trình khử Oxy bằng Al trước đó và chỉ nên xử lý SiCa trong trường hợp thép có hàm lượng S < 0.015%. Nếu hàm lượng S cao hơn giá trị trên, Ca sẽ kết hợp với S để tạo CaS có tính chất tương tự như Al2O3 (bít lỗ rót lò thùng).

**Al + S + (CaO) → (CaS) + (Al2O3)**

Ngoài ra, thời điểm nạp SiCa cũng có ảnh hưởng lớn tới chất lượng thép cũng như tính ổn định khi đúc. Vì vậy việc nạp SiCa phải được tiến hành 15-20 phút trước khi mở cửa trượt thùng rót.

*Nếu nạp quá sớm*: (>25 phút):

Xảy ra sự kết tủa lại của các oxit trong thép và nhiệt độ hạ thấp ảnh hưởng tới tính đúc của thép.

*Nếu quá trễ*: (<10 phút):

SiCa không có đủ thời gian để đưa các oxit tạp chất đã biến đổi vào xỉ mà sẽ đưa các tạp chất này vào thùng trung gian ảnh hưởng tới tính ổn định khi đúc và xảy ra hiện tượng tái oxyhoá.