



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0035556

(51)^{2006.01} C21C 5/46; F27D 21/02; F27D 19/00; (13) B
C21C 5/30

(21) 1-2019-07387

(22) 26/06/2018

(86) PCT/JP2018/024089 26/06/2018

(87) WO 2019/004157 03/01/2019

(30) 2017-129111 30/06/2017 JP; 2017-136030 12/07/2017 JP; 2018-030474 23/02/2018 JP; 2018-102017 29/05/2018 JP

(45) 25/05/2023 422

(43) 25/09/2020 390A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

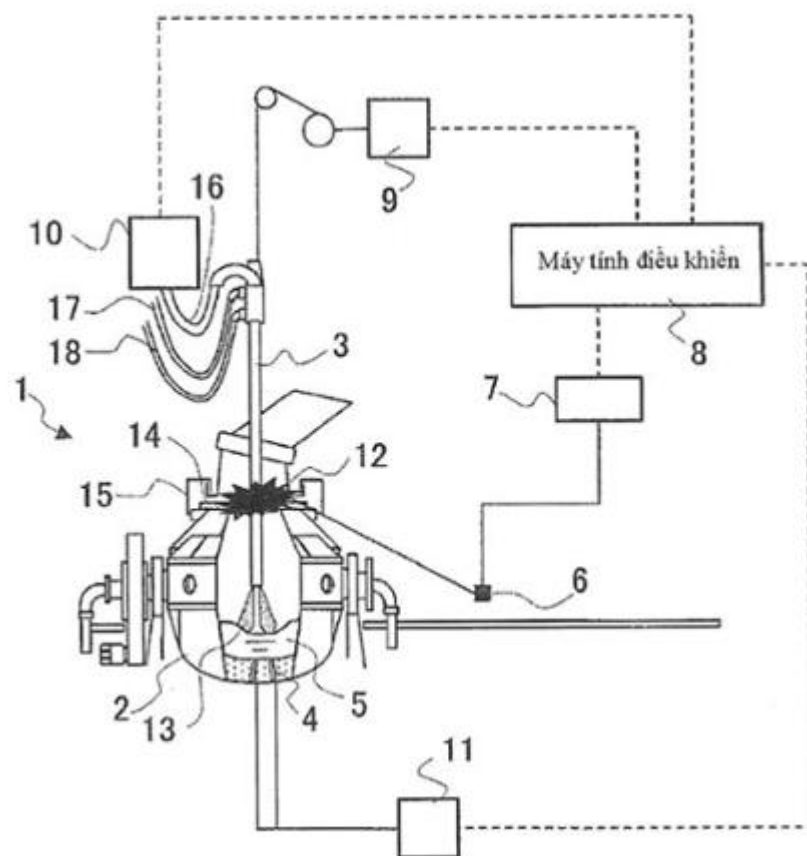
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) TAKAHASHI Yukio (JP); AMANO Shota (JP); HAYASHI Ryoya (JP); KIKUCHI Naoki (JP); YOKOMORI Rei (JP); KODAMA Toshifumi (JP); KATO Kohei (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP THEO DÕI SỰ VẬN HÀNH CỦA Lò CHUYỂN VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò CHUYỂN

(57) Trong lò chuyển trong đó kim loại nóng chảy trong lò chuyển trải qua quá trình tinh luyện oxy hóa bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy từ ống thổi từ đỉnh, trạng thái trong lò chuyển được nắm bắt chính xác theo thời gian thực theo năng suất và sản lượng sắt. Sáng chế đề cập đến phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển, phương pháp theo sáng chế là phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển (2) trong đó kim loại nóng chảy (5) trải qua quá trình tinh luyện bằng cách thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh (3), phương pháp này bao gồm bước đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò (12) của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển với máy ảnh quang phổ (6), bước tính toán sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được và bước giả định sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển phù hợp với sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập đến phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển trong đó kim loại nóng chảy trong lò chuyển được trải qua quá trình tinh luyện oxy hóa bằng cách thổi khí oxy hóa trên kim loại nóng chảy từ ống thổi từ đỉnh và phương pháp vận hành lò chuyển, và đặc biệt hơn là phương pháp theo dõi sự vận hành và phương pháp vận hành góp phần cải thiện năng suất và sản lượng sắt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thỏi sắt nóng chảy được sản xuất trong lò luyện gang có chứa các tạp chất như Cacbon (C), Phospho (P) và Silic (Si). Để loại bỏ các tạp chất này, kim loại nóng chảy phải được tinh luyện oxy hóa bằng cách thổi khí oxy hóa trên bề mặt của kim loại nóng chảy hoặc bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy. Qua đó, thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy. Khi kim loại nóng chảy chứa cacbon, phospho và silic được tinh luyện oxy hóa, sẽ xảy ra phản ứng khử cacbon ($C + O \rightarrow CO$), phản ứng khử phospho ($2P + 5O \rightarrow P_2O_5$), và phản ứng khử silic ($Si + 2O \rightarrow SiO_2$).

Trong số các phản ứng này, phản ứng khử silic xảy ra tốt hơn. Sau khi nồng độ silic trong kim loại nóng chảy giảm xuống do phản ứng khử silic, phản ứng khử cacbon và phản ứng khử phospho xảy ra. Khi kim loại nóng chảy chứa cacbon, phospho và silic trải qua quá trình tinh luyện oxy hóa, giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện phản ứng khử silic xảy ra chủ yếu được gọi là "giai đoạn khử silic" và giai đoạn xảy ra phản ứng khử cacbon và phản ứng khử phospho sau đó được gọi là "giai đoạn khử cacbon" hoặc "giai đoạn khử phospho-cacbon". Tuy nhiên, phản ứng khử cacbon và phản ứng khử phospho xảy ra không hoàn toàn trong giai đoạn khử silic. Mặc dù tốc độ phản ứng là chậm, phản ứng khử cacbon và phản ứng khử phospho cũng vẫn có xảy ra.

Hoạt động sản xuất thép nóng chảy từ kim loại nóng chảy với tỉ lệ đưa vào của khí oxy hóa gia tăng lên gần đây đã được thực hiện trong quá trình tinh luyện oxy hóa (còn được gọi là "tinh luyện khử cacbon") trong các lò chuyển từ quan điểm cải thiện

năng suất. Trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển, kim loại nóng chảy chuyển thành thép nóng chảy khi phản ứng khử cacbon diễn ra. Kim loại nóng chảy trong lò chuyển trong quá trình tinh luyện khử cacbon, kim loại nóng chảy và thép nóng chảy hầu như không thể phân biệt được với nhau hoặc được hiển thị riêng biệt. Trong đặc điểm kỹ thuật này, kim loại nóng chảy và thép nóng chảy được gọi chung là "sắt nóng chảy". Khi kim loại nóng chảy và thép nóng chảy có thể phân biệt rõ ràng với nhau, "kim loại nóng chảy" hoặc "thép nóng chảy" được sử dụng.

Tuy nhiên, sự gia tăng tỉ lệ nạp khí oxy hóa dẫn đến sự gia tăng lượng sắt ở dạng bụi phân tán từ các lò chuyển ra bên ngoài, làm gia tăng lượng sắt bám dính và lắng đọng trên các thành bên của lò chuyển và gần cổ lò của các lò chuyển, và gia tăng lượng sắt phân phối thành xỉ dưới dạng oxit sắt. Lượng sắt này được giả định là sắt hao tổn trong quá trình tinh luyện làm giảm sản lượng sắt của thép nóng chảy, dẫn đến gia tăng chi phí tinh luyện và giảm sản lượng. Hầu hết lượng sắt hao tổn cuối cùng sẽ được phục hồi và được tái sử dụng làm nguồn sắt. Tuy nhiên, sự gia tăng lượng sản sinh bất lợi dẫn đến sự gia tăng chi phí cần thiết để loại bỏ và phục hồi sắt bám dính, do đó làm giảm tỉ lệ vận hành của các lò chuyển.

Trong những năm gần đây, để đáp ứng nhu cầu ngày càng gia tăng đối với các sản phẩm thép có độ bền cao hơn và chức năng lớn hơn, hàm lượng phospho thấp hơn và hàm lượng lưu huỳnh thấp hơn là rất cần thiết. Để giải quyết vấn đề này, các phương pháp sau đây đã được báo cáo: phương pháp xử lý sơ bộ trong đó sau khi thực hiện xử lý khử silic trong kim loại nóng chảy bằng lò chuyển, xỉ tạo ra được rút ra và kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển được khử phospho; và phương pháp tinh luyện trong đó kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển trải qua quá trình tinh luyện khử cacbon.

Tuy nhiên, trong trường hợp tùy thuộc vào kim loại nóng chảy để xử lý khử silic và xử lý khử phospho trong lò chuyển hoặc tùy thuộc vào kim loại nóng chảy có chứa cacbon, phospho và silic để tinh luyện khử cacbon, sự gia tăng tỉ lệ nạp của khí oxy hóa tạo thành một lượng lớn các bong bóng khí CO trong xỉ, do đó dễ dàng tạo bọt cho xỉ. Điều này là do sự hiện diện của xỉ có sức căng bề mặt cao phát sinh bởi phản ứng khử silic. Được biết, điều này gây ra cái gọi là hiện tượng trượt trong đó một lượng lớn xỉ

chứa sắt nóng chảy thoát ra từ cổ lò của lò chuyển. Nếu sự vận hành rơi vào trạng thái này, để làm dịu trạng thái, tốc độ dòng khí oxy hóa được làm giảm. Trong một số trường hợp, quá trình thổi oxy bị gián đoạn, do đó làm giảm sản lượng. Số hạng "thổi oxy" được sử dụng ở đây chỉ ra quá trình xử lý khử silic, xử lý khử phospho và xử lý khử cacbon được thực hiện bằng cách thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh.

Ví dụ, để ngăn chặn sự phát sinh của bụi và xỉ thoát ra, tài liệu sáng chế 1 trình bày ống thổi từ đỉnh trong đó tỉ lệ chông chéo điểm nóng (d/D) được xác định bởi tỉ lệ của phần chông chéo d giữa điểm nóng và điểm nóng tiếp giáp tới điểm nóng tới đường kính D của vùng phản ứng nhiệt độ cao (gọi là "điểm nóng" hoặc "khoảng") tạo ra trên bề mặt tiếp xúc giữa khí oxy thổi trên cùng và sắt nóng chảy là 0,2 hoặc ít hơn. Tài liệu sáng chế 1 khẳng định rằng việc phụt ra, bụi hao tổn và tuổi thọ của lò chuyển đều được cải thiện.

Tài liệu sáng chế 2 trình bày phương pháp tinh luyện bằng lò chuyển trong đó ống thổi bảy lỗ bao gồm một lỗ trung tâm và sáu lỗ xung quanh nó được sử dụng, vị trí ngoài cùng của các điểm nóng được cách nhau 0,4m hoặc hơn từ vị trí chịu lửa của thành bên lò chuyển, tỉ lệ trùng lặp điểm nóng là 30% hoặc ít hơn tổng diện tích của các điểm nóng và tổng diện tích của các điểm nóng là 75% hoặc lớn hơn diện tích của vòng tròn bao quanh chu vi ngoài cùng của các điểm nóng. Tài liệu sáng chế 2 khẳng định rằng điều đó có thể làm giảm năng suất hao tổn do bụi phát sinh, phụt ra và bắn tung tóe.

Tuy nhiên, tài liệu sáng chế 1 và tài liệu sáng chế 2 không đề cập đến trạng thái của khí oxy hóa được nạp vào. Trong khí oxy hóa được nạp vào, một phần khí oxy hóa không phản ứng với cacbon nhưng với sắt nóng chảy được tích lũy dưới dạng oxit sắt trong xỉ. Sự tích lũy quá lớn oxy trong xỉ dẫn đến giảm sản lượng sắt bên cạnh việc giảm tốc độ phản ứng khử cacbon.

Tài liệu sáng chế 3 trình bày phương pháp xử lý khử phospho khử silic để khử silic và khử phospho kim loại nóng chảy bằng lò chuyển bằng cách thổi trên cùng và dưới đáy. Trong phương pháp, nguồn oxy rắn được thêm vào kim loại nóng chảy trong vòng 30 giây ngay trước hoặc sau khi bắt đầu cung cấp khí oxy từ ống thổi từ đỉnh. Tỉ lệ nạp của khí thổi dưới đáy được thay đổi giữa giai đoạn khử silic và giai đoạn khử

phospho. Độ kiềm của xỉ ((CaO, % theo khối lượng)/(SiO₂, % theo khối lượng)) là từ 2,5 đến 3,0. Bột vôi sống được xịt lên kim loại nóng chảy với tỉ lệ bơm 6 kg/(phút·kim loại nóng chảy-t) hoặc ít hơn. Nồng độ cacbon trong kim loại nóng chảy khi kết thúc xử lý là từ 3,4% đến 3,7% theo khối lượng. Tài liệu sáng chế 3 khẳng định rằng việc trượt và phụt ra có thể bị ức chế trong khi đạt được chức năng khử phospho cao mà không cần sử dụng nguyên vật liệu phụ có chứa flo.

Tuy nhiên, trong Tài liệu sáng chế 3, kết thúc của giai đoạn khử silic được xác định bằng cách tính toán cân bằng khối lượng dựa trên nồng độ silic trong kim loại nóng chảy, nguồn oxy rắn và lượng khí oxy được cung cấp từ ống thổi từ đỉnh, và kết thúc thực tế của giai đoạn khử silic không được xác định.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Tài liệu công bố của đơn xin cấp bằng sáng chế Nhật Bản chưa được cấp số 60-165313.

Tài liệu sáng chế 2: Tài liệu công bố của đơn xin cấp bằng sáng chế Nhật Bản chưa được cấp số 2002-285224.

Tài liệu sáng chế 3: Tài liệu công bố của đơn xin cấp bằng sáng chế Nhật Bản chưa được cấp số 2014-28992.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Như đã mô tả ở trên, để ngăn chặn sự giảm năng suất và sản lượng sắt do sự thoát ra của sắt nóng chảy, xỉ, bụi, v.v., trong bước tinh luyện oxy hóa như khử silic, khử phospho và khử cacbon trong lò chuyển, vòi phun thổi trên cùng được cải thiện, và các điều kiện bổ sung của chất tinh luyện được tối ưu hóa; tuy nhiên, những phép đo đầy đủ đã không được thực hiện, để lại cơ hội cải thiện.

Để ngăn chặn sự giảm năng suất và sản lượng sắt trong lò chuyển, những điều sau đây là quan trọng: Trạng thái trong lò chuyển được nắm bắt chính xác trong thời gian thực và các điều kiện thổi của khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh, điều kiện thổi khí

khuấy qua lỗ gió thổi dưới đáy, v.v., được thiết lập phù hợp.

Đặc biệt, để làm giảm sự thoát ra của sắt nóng chảy, xỉ, bụi, v.v., do trượt và xỉ phụt ra có sức căng bề mặt cao, điều quan trọng là phải theo dõi nồng độ silic trong sắt nóng chảy liên quan đến sự tạo ra xỉ trong lò chuyển và để điều khiển thích hợp các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy phù hợp với nồng độ silic trong sắt nóng chảy.

Tương tự như vậy, trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển, để thực hiện quá trình tinh luyện khử cacbon ở tỉ lệ cao, oxy được sử dụng cho phản ứng khử cacbon trong oxy được cung cấp, ví dụ, ở hiệu suất oxy cao để khử cacbon, mà không làm gia tăng quá mức hàm lượng oxit sắt trong khi vẫn duy trì sản lượng sắt ở mức cao, điều quan trọng là phải điều khiển thích hợp các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy phù hợp với nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy ở nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon.

Tuy nhiên, trong các kỹ thuật được mô tả trong các Tài liệu sáng chế từ 1 đến 3, trạng thái trong lò chuyển không được theo dõi trong thời gian thực và nó không nhằm điều khiển, ví dụ, tỉ lệ nạp của khí oxy hóa thổi trên cùng và tỉ lệ nạp của khí khuấy thổi dưới đáy phù hợp với sự thay đổi nồng độ silic trong sắt nóng chảy và thay đổi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy.

Sáng chế này đã được đưa ra trong bối cảnh đã nêu ở trên và nhằm mục tiêu cung cấp phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển trong đó kim loại nóng chảy trong lò chuyển trải qua quá trình tinh luyện oxy hóa như khử silic, khử phospho và khử cacbon bằng cách thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy, trạng thái trong lò chuyển có khả năng được theo dõi thích hợp trong thời gian thực.

Mục tiêu khác của sáng chế này là đề xuất phương pháp vận hành lò chuyển, phương pháp có khả năng triệt tiêu sự thoát bụi và xỉ để cải thiện năng suất và sản lượng sắt bằng cách theo dõi sự thay đổi nồng độ silic trong sắt nóng chảy trong quá trình tinh luyện oxy hóa và điều khiển các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy phù hợp với nồng độ silic. Mục tiêu tiếp theo của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành

lò chuyển, phương pháp có khả năng khử oxit sắt có trong xỉ để cải thiện sản lượng sắt bằng cách theo dõi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon và kiểm soát các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy phù hợp với nồng độ cacbon.

Giải pháp cho vấn đề

Mục đích của sáng chế này để giải quyết các vấn đề đã nói ở trên được mô tả dưới đây.

[1] Phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển trong đó kim loại nóng chảy trong lò chuyển trải qua quá trình tinh luyện oxy hóa bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy, gồm có:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được; và

giả định sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển phù hợp với sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán.

[2] Trong phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển được mô tả theo mục [1], tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ và thay đổi trạng thái trong lò chuyển được giả định là phù hợp với tỉ lệ thay đổi theo thời gian được tính toán của cường độ phát xạ:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , I_{n-1} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n , và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[3] Trong phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển được mô tả theo mục [1], tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2)

được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ và sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển được giả định là phù hợp với tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn), và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[4] Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình khử silic, khử phospho và khử cacbon,

kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic, bao gồm:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được;

xác định kết thúc giai đoạn khử silic phù hợp với sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán; và

sau khi xác định kết thúc giai đoạn khử silic, điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy.

[5] Trong phương pháp vận hành lò chuyển được mô tả theo mục [4], tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được mô tả dưới đây được tính

toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, và kết thúc giai đoạn khử silic được xác định tại thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước sau khi bắt đầu thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

Trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , I_{n-1} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[6] Trong phương pháp vận hành lò chuyển được mô tả theo mục [4], tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, và kết thúc của giai đoạn khử silic được xác định tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước sau khi bắt đầu thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S)/[(I_n^S + I_{n-m}^S)/2] \cdots (2)$$

Trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[7] Trong phương pháp vận hành lò chuyển được mô tả theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4] đến [6], sự điều chỉnh sau khi xác định kết thúc giai đoạn khử silic là để giảm độ cao ống của ống thổi từ đỉnh hoặc để giảm tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí tro thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy, trong khi tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh được tăng lên.

[8] Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển

từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình tinh luyện khử cacbon, gồm có:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được;

xác nhận, phù hợp với sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán ở nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon, rằng bước xác định tỉ lệ của phản ứng khử cacbon đã được thay đổi từ sự cung cấp oxy sang sự chuyển khối của cacbon trong sắt nóng chảy; và

sau đó điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy.

[9] Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình tinh luyện khử cacbon, gồm có:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được mô tả dưới đây là sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được; và

điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tính toán thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , I_{n-1} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[10] Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình tinh luyện khử cacbon, gồm có:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây là sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được; và

điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[11] Trong phương pháp vận hành lò chuyển được mô tả theo mục [9] hoặc [10], việc điều chỉnh tại thời điểm khi trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn được thỏa mãn là giảm độ cao ống của ống thổi từ đỉnh hoặc để gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc

khí trơ được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy, trong khi tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh giảm xuống.

[12] Phương pháp để vận hành lò chuyển gồm có:

bước xử lý khử silic bằng cách cung cấp kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trong một lò chuyển với khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình khử silic;

bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic từ lò chuyển;

sau bước khử xỉ, bước xử lý khử phospho bằng cách bổ sung chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển và cung cấp khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh vào lò chuyển để đưa kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển khử phospho; và

sau bước xử lý khử phospho, bước rút bằng cách xả kim loại nóng chảy đã được khử phospho từ lò chuyển sang bể chứa kim loại nóng chảy,

trong bước xử lý khử silic, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển được đo,

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được và

bước khử xỉ được thực hiện tại thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên

bằng 0 hoặc lớn hơn) và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[13] Phương pháp để vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách tinh luyện oxy hóa kim loại nóng chảy trong một lò chuyển gồm có:

bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho, được thực hiện liên tục, cung cấp kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trong lò chuyển với khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh và thêm một chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình khử silic;

sau đó, bước khử xỉ bằng cách xả xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho; và

sau bước khử xỉ, bước tinh luyện khử cacbon bằng cách bổ sung chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển và cung cấp khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh vào lò chuyển để đưa kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển vào quá trình khử cacbon.

trong đó trong bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển được đo,

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được và

bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic hoặc bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho được thực hiện tại thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước, tại thời điểm khi khoảng thời gian xác định trước trôi qua dựa trên thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước hoặc tại thời điểm lượng oxy xác định trước được cung cấp:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2]$$

... (2)

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể

dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) và Δt là khoảng thời gian đo (s).

[14] Phương pháp vận hành hai lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy, hai lò chuyển gồm có: lò chuyển thứ nhất và lò chuyển thứ hai, lò chuyển thứ nhất được sử dụng làm lò chuyển xử lý sơ bộ cho kim loại nóng chảy, lò chuyển thứ hai được sử dụng làm lò chuyển khử cacbon cho kim loại nóng chảy đã được xử lý sơ bộ trong lò chuyển xử lý sơ bộ, gồm có, trong xử lý sơ bộ:

bước xử lý khử silic cung cấp kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trong lò chuyển xử lý sơ bộ bằng khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình khử silic, bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic từ lò chuyển xử lý sơ bộ và sau bước khử xỉ, bước xử lý khử phospho bằng cách bổ sung chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển xử lý sơ bộ và cung cấp khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh vào lò chuyển xử lý sơ bộ để đưa kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển xử lý sơ bộ vào quá trình khử phospho, bước xử lý khử silic, bước khử xỉ và bước xử lý khử phospho được đưa vào quá trình xử lý sơ bộ,

trong đó trong bước xử lý khử silic, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển xử lý sơ bộ hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển xử lý sơ bộ được đo,

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được,

bước khử xỉ được thực hiện khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước,

trong đó trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển khử cacbon, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò từ cổ lò của lò chuyển khử cacbon hoặc phổ phát xạ

của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi thông qua lỗ vòi của lò chuyển khử cacbon được đo.

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được và

một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được điều chỉnh tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon:

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) và Δt là khoảng thời gian đo (s).

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Dựa theo sáng chế này, trạng thái trong lò chuyển được sử dụng để tinh luyện quá trình oxy hóa, chẳng hạn như khử silic, khử phospho và khử cacbon, của kim loại nóng chảy được theo dõi trong thời gian thực.

Việc theo dõi trạng thái thời gian thực trong lò chuyển cho phép xác định kết thúc giai đoạn khử silic, cho phép điều kiện thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh và điều kiện thổi của khí khuấy qua lỗ gió thổi dưới đáy được thay đổi tại một thời điểm thích hợp phù hợp với quá trình chuyển từ giai đoạn khử silic sang giai đoạn khử cacbon và triệt tiêu sự phát sinh bụi để cho phép vận hành lò chuyển với năng suất cao và sản lượng sắt cao.

Hơn nữa, việc theo dõi trạng thái thời gian thực trong lò chuyển cho phép xác định chính xác nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy ở nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon, cho phép điều kiện thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh và điều kiện thổi của khí khuấy qua lỗ gió thổi dưới đáy được thay đổi vào thời điểm thích hợp phù hợp với sự thay đổi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy ở nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon và làm giảm lượng oxit sắt trong xỉ để cho phép vận hành lò chuyển với sản lượng sắt cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy, được biểu thị bằng mức độ tiến trình thổi oxy, và bụi trên mỗi đơn vị sản xuất sau khi hoàn thành quá trình thổi oxy.

Fig.2 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại bước sóng 610 nm trong phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò của lò chuyển và nồng độ silic trong sắt nóng chảy.

Fig.3 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại bước sóng 610 nm trong phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò của lò chuyển và nồng độ silic trong sắt nóng chảy.

Fig.4 là khung nhìn dưới dạng sơ đồ minh họa kết cấu của hệ thống lò chuyển phù hợp để thực hiện sáng chế này.

Fig.5 là khung nhìn dưới dạng sơ đồ của hệ thống lò chuyển phù hợp để thực hiện sáng chế này khi được nhìn theo hướng khác với hướng trong Fig.4.

Fig.6 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy, được biểu thị bằng mức độ tiến trình thổi oxy và hàm lượng oxit sắt trong xỉ sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon.

Fig.7 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại bước sóng 610 nm trong phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò của lò chuyển và nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy.

Fig.8 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ thay đổi trung bình động của

cường độ phát xạ tại bước sóng 610 nm trong phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò của lò chuyển và nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thứ nhất

Các tác giả đã tiến hành các nghiên cứu sau đây để ngăn chặn sự thoát ra của bụi và xỉ bằng cách theo dõi sự thay đổi nồng độ silic trong sắt nóng chảy trong thời gian thực trong quá trình tinh luyện oxy hóa trong lò chuyển và kiểm soát các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy phù hợp với nồng độ silic. Đó là, các tác giả đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu về ảnh hưởng của tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và lưu lượng của luồng khí khuấy được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy trên lượng bụi phát sinh trong sự vận hành lò chuyển trong đó kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trải qua quá trình khử silic, khử phospho và khử cacbon để sản xuất thép nóng chảy từ kim loại nóng chảy.

Trong các nghiên cứu, lò chuyển (dung tích: 300 tấn) đã được sử dụng và được tạo kết cấu để cho phép luồng khí khuấy được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy trong phần dưới đáy của lò chuyển trong khi khí oxy hóa có thể được thổi từ ống thổi từ đỉnh. Khí oxy (khí oxy tinh khiết công nghiệp) được sử dụng làm khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh. Khí argon được sử dụng làm khí khuấy được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy. Đối với ống thổi từ đỉnh, ống thổi từ đỉnh có năm vòi phun loại vòi phun Laval đóng vai trò là vòi phun khí oxy được bố trí trên phần đầu của nó và ở góc phun nghiêng 15° đã được sử dụng. Góc phun của mỗi vòi phun là góc tương đối giữa hướng phun của khí oxy từ vòi phun và hướng của tâm trục của ống thổi từ đỉnh.

Kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic được nạp vào lò chuyển. Kim loại nóng chảy trong lò chuyển đã được khử silic, khử phospho và khử cacbon bằng cách thổi khí oxy từ ống thổi từ đỉnh. Khi khí oxy được thổi từ ống thổi từ đỉnh vào kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic, phản ứng khử silic ($\text{Si} + 2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2$), phản ứng khử phospho ($2\text{P} + 5\text{O} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$) và quá trình tinh luyện khử cacbon ($\text{C} + \text{O} \rightarrow \text{CO}$) xảy ra. Trong số các phản ứng này, phản ứng khử silic xảy ra tốt hơn. Sau khi nồng độ silic trong kim loại nóng chảy bị làm giảm do phản ứng

khử silic, phản ứng khử phospho và quá trình tinh luyện khử cacbon xảy ra.

Việc cung cấp khí oxy từ ống thổi từ đỉnh được bắt đầu vào thời điểm kim loại nóng chảy có hàm lượng cacbon chiếm 4,5% theo khối lượng và tiếp tục đến thời điểm sắt nóng chảy trong lò chuyển có hàm lượng cacbon chiếm 0,04% theo khối lượng. Trong quá trình thổi oxy, tốc độ dòng khí oxy được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và lưu lượng của khí khuấy được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được thay đổi thủ công cùng thời điểm. Các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy được thay đổi khác nhau trong nửa đầu của quá trình thổi oxy.

Tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh đã được thay đổi gia tăng từ 833 Nm³/phút lên 1000 Nm³/phút. Độ cao ống của ống thổi từ đỉnh đã được thay đổi giảm từ 3,0m xuống 2,5m. Lưu lượng của khí khuấy qua lỗ gió thổi dưới đáy đã được thay đổi giảm từ 30 Nm³/phút xuống 15 Nm³/phút. Cụm từ "độ cao ống của ống thổi từ đỉnh" được sử dụng ở đây đề cập đến khoảng cách từ đỉnh của ống thổi từ đỉnh đến bề mặt kim loại nóng chảy khi kim loại nóng chảy trong lò chuyển ở trạng thái tĩnh.

Trong nửa sau của quá trình thổi oxy, thời điểm nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được ước tính là 0,35% theo khối lượng, đã được tính toán bởi máy tính xử lý trên cơ sở tính toán vật liệu nhiệt, được đặt tại thời điểm thay đổi tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, độ cao ống, và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy và mỗi thay đổi được thực hiện thủ công cùng một lúc. Liên quan đến những thay đổi ở nửa sau của quá trình thổi oxy, tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh đã giảm từ 1000 Nm³/phút xuống còn 833 Nm³/phút, độ cao ống đã giảm từ 2,5m xuống còn 2,0m, và tốc độ dòng khí khuấy qua lỗ gió thổi dưới đáy được gia tăng từ 15 Nm³/phút lên 30 Nm³/phút.

Sau khi hoàn thành quá trình thổi oxy, lượng bụi (kg) phát sinh trong mỗi hoạt động thổi oxy đã được đo và bụi trên mỗi đơn vị sản xuất (kg/sắt nóng chảy-t) đã được tính toán. Thời điểm thay đổi tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, độ cao ống và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được tổ chức theo mức độ tiến trình thổi oxy được xác định bởi công thức (3) dưới đây.

$$\text{Mức độ tiến trình thổi oxy} = (Q_{O2C}/Q_{O2}) \times 100 \cdots (3)$$

Trong đó Q_{O2C} là lượng oxy tích lũy (Nm³) tại thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên

cùng và điều kiện thổi dưới đáy, và Q_{O_2} là lượng oxy tích lũy (Nm^3) khi hoàn thành quá trình thổi oxy.

Fig.1 minh họa mối quan hệ giữa thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy, được biểu diễn bằng mức độ tiến trình thổi oxy và bụi trên mỗi đơn vị sản xuất sau khi hoàn thành quá trình thổi oxy. Fig.1 chỉ ra rằng khi tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, độ cao ống và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được thay đổi ở một mức độ nhỏ trong tiến trình thổi oxy, bụi trên mỗi đơn vị sản xuất (kg/thép nóng chảy-t) khi hoàn thành quá trình thổi oxy được tăng lên.

Đó là, có điều đã được phát hiện ra rằng khi sự gia tăng tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, việc giảm độ cao ống và giảm tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được thực hiện ở giai đoạn đầu của quá trình thổi oxy, lượng bụi phát sinh khi hoàn thành quá trình thổi oxy gia tăng lên làm gia tăng lượng bụi trên mỗi đơn vị sản xuất. Lý do lượng bụi phát sinh khi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy bị thay đổi ở giai đoạn đầu của quá trình thổi oxy có thể là do xỉ nóng chảy, được tạo ra do quá trình oxy hóa silic trong sắt nóng chảy, không đủ tạo ra và do đó một phần bề mặt của kim loại nóng chảy không được che phủ bằng xỉ nóng chảy.

Theo đó, người ta thấy rằng thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy ảnh hưởng đáng kể đến lượng bụi phát sinh (sắt hao tổn) và điều quan trọng là phải nắm được trạng thái trong lò chuyển và xác định thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy để giảm lượng bụi phát sinh (sắt hao tổn).

Để nắm bắt một cách thích hợp trạng thái trong lò chuyển, các tác giả đã tập trung sự chú ý của họ vào ngọn lửa cháy ở cổ lò trong lò chuyển và đã tạo ra ý tưởng đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò trong quá trình thổi oxy. Số hạng "ngọn lửa cháy ở cổ lò" được sử dụng ở đây dùng để chỉ một ngọn lửa phát ra từ cổ lò của lò chuyển hướng đến một ống khói phía trên trong lò chuyển.

Phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò chứa thông tin về khí CO phát sinh từ quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển, thông tin về khí CO_2 phát sinh trong quá trình đốt tự phát do trộn một phần khí CO và không khí được hút vào phần cổ lò của lò

chuyển và thông tin về FeO^* (sản phẩm trung gian) có nguồn gốc từ các nguyên tử sắt bay hơi từ một điểm nóng trong lò chuyển. Các tác giả đã nhận biết rằng nếu cường độ phát xạ ở mỗi bước sóng trong khoảng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ có thể được đo theo thời gian thực, thì trạng thái trong lò chuyển có thể dễ dàng được đoán trước trong thời gian thực.

Các bước sóng trong khoảng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ tương ứng với "dải hệ thống màu cam FeO " được quy cho sự tạo ra và biến mất của FeO^* (sản phẩm trung gian) và khác với khoảng bước sóng của sản phẩm trung gian của khí hydrocacbon. Tại thời điểm tạo ra FeO^* , một cực đại hấp thụ được quan sát trong khoảng bước sóng. Tại thời điểm FeO^* biến mất, một cực đại phát xạ được quan sát trong cùng bước sóng. Cường độ phát xạ đã được xác nhận là có liên quan đến tỉ lệ biến mất của FeO^* .

Ở đây, những gì được theo dõi là sóng điện từ có bước sóng cụ thể, sóng điện từ được phát ra hoặc hấp thụ tại thời điểm chuyển trạng thái điện tử của FeO^* chủ yếu tạo ra ở điểm nóng của sắt nóng chảy trong lò chuyển. FeO^* được tích hợp với ngọn lửa phát ra từ lò chuyển. Do đó, ví dụ, khi phản ứng khử silic sắp hoàn thành, lượng FeO^* phát sinh và lượng FeO^* đã phản ứng tăng lên. Theo đó, khi đo phổ phát xạ của ngọn lửa, cường độ của sóng điện từ có bước sóng từ 580 đến 620 nm tăng lên. Ngược lại, khi lượng FeO^* phát sinh và lượng FeO^* phản ứng giảm xuống, cường độ của sóng điện từ có bước sóng từ 580 đến 620 nm giảm xuống.

Các bước sóng trong khoảng từ 580 đến 620 nm có liên quan đến việc giảm ánh sáng phát sinh tại thời điểm khử FeO bằng cacbon. Cường độ phát xạ ở các bước sóng biểu thị cường độ của năng lượng phát xạ khi FeO thay đổi từ trạng thái kích thích (FeO^*) sang trạng thái cơ bản. Cường độ phát xạ ở các bước sóng được tăng lên vào cuối giai đoạn khử silic. Do đó, một sự thay đổi cường độ quang phổ dường như tương ứng với sự tạo ra và sự khử FeO với sự hoàn thành của phản ứng khử silic.

Phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò trong lò chuyển được đo trong quá trình thổi oxy trong lò chuyển. Như minh họa trong Fig.4 (chi tiết của Fig.4 sẽ được mô tả bên dưới), phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò trong lò chuyển được đo bằng cách bố trí một máy ảnh quang phổ 6 trước lò chuyển 2 và chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12

nhìn từ khoảng cách giữa cổ lò 14 và chụp hút di động 15. Một hình ảnh được chụp bằng máy ảnh quang phổ 6 được truyền đến bộ phân tích ảnh 7. Hình ảnh được ghi lại trong bộ phân tích ảnh 7. Cường độ phát xạ ở mỗi bước sóng phát xạ được phân tích bởi phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do của dữ liệu hình ảnh đầu vào. Việc đo phổ phát xạ và phân tích cường độ phát xạ được thực hiện trong khoảng thời gian đo không đổi Δt từ 1 đến 10 giây. Đồng thời với phép đo phổ phát xạ, việc thu thập các mẫu sắt nóng chảy và phân tích nồng độ silic trong sắt nóng chảy được thực hiện một hoặc hai lần trong quá trình thổi oxy bằng máy đo phụ (thiết bị lấy mẫu đo nhiệt độ tự động) được gắn vào lò chuyển.

Từ kết quả đo phổ phát xạ, bước sóng 610 nm, trong đó mức thay đổi lớn nhất được quan sát thấy trong quá trình thổi oxy, được xác định là bước sóng cụ thể và tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được mô tả dưới đây được tính từ cường độ phát xạ I_n tại thời điểm T_n và cường độ phát xạ I_{n-1} tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n tại bước sóng cụ thể. Khoảng thời gian đo Δt là từ 1 đến 10 giây.

$$\text{Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n và I_{n-1} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n .

Fig.2 minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ được tính toán thay đổi cường độ phát xạ và nồng độ silic trong sắt nóng chảy. Fig.2 chỉ ra rằng tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ thay đổi rất lớn ở nồng độ silic trong sắt nóng chảy với khoảng 0,02% theo khối lượng như là điều kiện biên. Đó là, ở nồng độ silic trong sắt nóng chảy dưới khoảng 0,02% theo khối lượng, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tăng lên lớn hơn 1,8. Ở nồng độ silic trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,02% theo khối lượng, cường độ phát xạ tại bước sóng 610 nm là cao. Ở nồng độ silic trong sắt nóng chảy khoảng 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng, không có bức xạ đáng kể được quan sát thấy tại bước sóng 610 nm.

Trong quá trình tinh luyện oxy hóa kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn

theo khối lượng silic, người ta đã biết rằng phản ứng khử silic xảy ra trước tiên và sau đó xảy ra phản ứng khử phospho và quá trình tinh luyện khử cacbon. Khi nồng độ silic trong kim loại nóng chảy giảm xuống dưới khoảng 0,02% theo khối lượng do phản ứng khử silic, cường độ phát xạ tăng lên.

Từ Fig.2, tại thời điểm nồng độ silic trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,02% theo khối lượng, nói cách khác, tại thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ lớn hơn 1,8, hiệu ứng che chắn bề mặt kim loại nóng chảy được cung cấp bởi sự tạo ra xỉ nóng chảy. Đó là, điều sau đây đã được tìm thấy: để ngăn chặn sự sụt giảm sản lượng sắt do sự gia tăng của bụi phát sinh, như chỉ số về thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy như gia tăng tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng vào ở giai đoạn đầu của quá trình thổi oxy, thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ vượt quá 1,8 sau khi bắt đầu thổi oxy là tối ưu, và thời điểm này có thể được xác định là thời điểm kết thúc giai đoạn khử silic. Nói cách khác, người ta thấy rằng "trị số ngưỡng" của tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được biểu thị theo công thức (1) là 1,8 và thời điểm vượt quá trị số ngưỡng có thể được xác định là kết thúc giai đoạn khử silic. "Trị số ngưỡng" của tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ không bị giới hạn ở mức 1,8 nhưng được xác định trước cho mỗi lò chuyên.

Các tác giả đã tiến hành các nghiên cứu sâu hơn và đã tìm thấy những điều sau đây: Trong quá trình thổi oxy thực tế, một vật cản như cần trục hoặc khói có thể đi vào đường quang học trong phép đo phổ cường độ phát xạ. Trong trường hợp đó, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được đo, được xác định bởi (1), lớn hơn trị số ngưỡng được đặt (1,8), do đó dẫn đến phát hiện sai. Vì lý do này, có điều được nhận thấy rằng việc xác định chính xác chỉ có thể được thực hiện bằng cách so sánh cường độ phát xạ tại thời điểm nhất định T_n với cường độ phát xạ tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n (so sánh các giá trị tức thời) như công thức (1).

Các tác giả đã nhận biết rằng cường độ phát xạ được xác định tại thời điểm T_n , được sử dụng làm tham chiếu, thời điểm T_{n-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_n , thời điểm T_{n-2} ($\Delta t \times 2$) giây (s) trước thời điểm T_n , thời điểm T_{n-3} ($\Delta t \times 3$) giây (s) trước thời điểm T_n , ..., và thời điểm T_{n-S} ($\Delta t \times S$) giây (s) (trong đó S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn

hơn) trước thời điểm T_n , và tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bằng cách sử dụng tổng (sum) các giá trị kết quả của cường độ phát xạ, nghĩa là sử dụng trung bình động của cường độ phát xạ. Có điều được nhận biết rằng việc sử dụng trung bình động của cường độ phát xạ cho phép các biến thiên của cường độ phát xạ được lấy trung bình ở một mức độ nào đó để giảm sự thay đổi của tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ, từ đó dẫn đến xác định chính xác.

Từ kết quả đo phổ phát xạ được mô tả ở trên, bước sóng 610 nm, tại đó mức thay đổi lớn nhất được quan sát thấy trong quá trình thổi oxy, được xác định là bước sóng cụ thể. Thời điểm T_n đã được sử dụng làm tham chiếu. Các giá trị của cường độ phát xạ I_{n-i} tại thời điểm T_{n-i} tại bước sóng cụ thể đã được xác định. Cụ thể, tổng $(S + 1)$ các giá trị của cường độ phát xạ được xác định tại thời điểm T_n , thời điểm T_{n-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_n , thời điểm T_{n-2} ($\Delta t \times 2$) giây (s) trước thời điểm T_n , và thời điểm T_{n-S} ($\Delta t \times S$) giây (s) trước thời điểm T_n . Các giá trị được cộng lại (tính tổng) và trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên thời điểm T_n được tính toán theo công thức (4) dưới đây. Lưu ý rằng I_{n-i} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-i} ($\Delta t \times i$) giây (s) trước thời điểm T_n .

Công thức toán học 1

Trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên $T_n = I_n^S = \left(\sum_{i=0}^S I_{n-i} \right) / (S+1)$

Thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n được sử dụng làm tham chiếu. Tương tự, các giá trị cường độ phát xạ I_{n-m-i} tại thời điểm T_{n-m-i} tại bước sóng cụ thể đã được xác định. Cụ thể, tổng $(S + 1)$ các giá trị của cường độ phát xạ (trong đó S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) được xác định tại thời điểm T_{n-m} , thời điểm T_{n-m-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_{n-m} , thời điểm T_{n-m-2} ($\Delta t \times 2$) giây (s) trước thời điểm T_{n-m} , ..., và thời điểm T_{n-m-S} ($\Delta t \times S$) giây (s) trước thời điểm T_{n-m} . Các giá trị được cộng lại (tính tổng), và trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên thời điểm T_{n-m} được tính toán theo công thức (5) bên dưới. Lưu ý rằng I_{n-m-i} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-m-i} ($\Delta t \times i$) giây (s) trước thời điểm T_{n-m} đó là thời điểm ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n .

Công thức toán học 2

Trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên

$$T_{n-m} = I_{n-m}^S = \left(\sum_{i=0}^S I_{n-m-i} \right) / (S+1)$$

Từ trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên thời điểm T_n và trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên thời điểm T_{n-m} , tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể, được xác định bởi công thức (2), đã được xác định.

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) và Δt là khoảng thời gian đo (s).

Fig.3 minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán và nồng độ silic trong sắt nóng chảy. Ở đây, khoảng thời gian đo Δt là 1 giây. Số tự nhiên m và số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động là 20.

Fig.3 chỉ ra rằng tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ, được tính toán theo công thức (2), thay đổi rất lớn tại thời điểm khi nồng độ silic trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,02% theo khối lượng như là điều kiện biên. Nói cách khác, khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ lớn hơn 0,4, hiệu ứng che chắn bề mặt kim loại nóng chảy phải được cung cấp bởi sự tạo ra xỉ nóng chảy. Đó là, điều sau đây đã được tìm thấy: để ngăn chặn sự sụt giảm sản lượng sắt do sự gia tăng của bụi phát sinh, như chỉ số về thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy như gia tăng tốc độ dòng khí oxy thổi vào ở giai đoạn đầu của quá trình thổi oxy, thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ vượt quá 0,4 sau khi bắt đầu thổi oxy là tối ưu và thời gian này có thể được xác định là kết thúc giai đoạn khử silic. Nói cách khác, điều được nhận thấy rằng "trị số ngưỡng" của tỉ lệ thay đổi trung

biến động của cường độ phát xạ là 0,4 và thời điểm vượt quá trị số ngưỡng có thể được xác định là kết thúc giai đoạn khử silic. "Trị số ngưỡng" của tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ không bị giới hạn ở mức 0,4 nhưng được xác định trước cho mỗi lò chuyển.

Ví dụ, khi một đường quang học để đo phổ phát xạ bị gián đoạn, ví dụ, bởi sự chuyển động của cần trục hoặc sự phát sinh khói, trong trường hợp sử dụng tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) (so sánh các giá trị tức thời), tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ giảm, có thể xác định rằng điều kiện được xác định trước (vượt quá trị số ngưỡng đặt trước) được thỏa mãn. Ngược lại, trong trường hợp sử dụng tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán bằng cách sử dụng trung bình động được biểu thị theo công thức (2), ngay cả khi xảy ra vấn đề như vậy, các thay đổi được tính trung bình và do đó ổn định.

Do đó, người ta thấy rằng việc sử dụng tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán bằng cách sử dụng trung bình động chỉ trong các biến đổi nhỏ của thời điểm khi nồng độ silic trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,02 theo khối lượng, tức là thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ lớn hơn trị số ngưỡng, và kết thúc giai đoạn khử silic có thể được xác định ổn định.

Lò chuyển gồm có: lò vôi được tạo kết cấu để rút sắt nóng chảy tinh luyện trong lò chuyển vào một bể chứa kim loại nóng chảy hoặc một bể chứa giữ thép nóng chảy. Thông thường, lò vôi được mở ra; do đó, ngọn lửa trong lò chuyển cũng được quan sát thông qua lò vôi. Trong đặc điểm kỹ thuật này, ngọn lửa được gọi là "ngọn lửa cháy ở lò vôi". Như với trường hợp đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò, trạng thái trong lò chuyển có thể được nắm bắt bằng cách đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lò vôi được quan sát qua lò vôi hoặc ngọn lửa cháy ở lò vôi được quan sát tại lò vôi.

Các nghiên cứu sâu hơn dựa trên những phát hiện đã nói ở trên đã dẫn đến việc hoàn thành phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển và phương pháp vận hành lò chuyển theo phương án thứ nhất của sáng chế này. Phương pháp cụ thể để thực hiện phương án thứ nhất của sáng chế này sẽ được mô tả dưới đây cùng việc tham chiếu đến các bản vẽ. Fig.4 minh họa dưới dạng sơ đồ kết cấu phác thảo của một hệ thống lò

chuyển phù hợp để thực hiện sáng chế.

Hệ thống lò chuyển 1 phù hợp để thực hiện sáng chế gồm có lò chuyển 2, ống thổi từ đỉnh 3, máy ảnh quang phổ 6 được bố trí trước lò chuyển 2 và có thể chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12, bộ phân tích ảnh 7 được định kết cấu để có thể ghi lại hình ảnh được chụp bằng máy ảnh quang phổ 6 và phân tích ảnh được chụp, và máy tính điều khiển 8 được định kết cấu để gửi tín hiệu điều khiển theo dữ liệu được phân tích bởi bộ phân tích ảnh 7. Hệ thống lò chuyển 1 gồm có thêm thiết bị điều khiển độ cao ống 9 để điều chỉnh độ cao ống của ống thổi từ đỉnh 3 và được tạo kết cấu để có thể vận hành riêng biệt bằng tín hiệu điều khiển được gửi từ máy tính điều khiển 8, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 điều chỉnh tốc độ dòng khí oxy hóa phun ra từ ống thổi từ đỉnh 3, và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 điều chỉnh lưu lượng của khí khuấy được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy 4.

Lò chuyển 2 được sử dụng có kết cấu trong đó luồng khí oxy hóa 13 có thể được thổi từ ống thổi từ đỉnh 3 về phía kim loại nóng chảy 5 trong lò chuyển và khí khuấy có thể được thổi đồng thời qua lỗ gió thổi dưới đáy 4 ở phần dưới đáy của lò chuyển. Máy ảnh quang phổ 6 có thể đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 trong lò chuyển được bố trí phía trước lò chuyển 2. Ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò 14 của lò chuyển và chụp hút di động 15 được chụp bằng máy ảnh quang phổ 6. Hình ảnh (dữ liệu hình ảnh) được chụp bằng máy ảnh quang phổ 6 được gửi liên tục đến bộ phân tích ảnh 7. Trong bộ phân tích ảnh 7, hình ảnh gửi (dữ liệu hình ảnh) được ghi lại, và các bước sóng phát xạ và cường độ phát xạ ở mỗi bước sóng được phân tích bằng phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do.

Dữ liệu phân tích hình ảnh của ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được truyền đến máy tính điều khiển 8 mỗi lần. Máy tính điều khiển 8 được tạo kết cấu để gửi tín hiệu điều khiển để vận hành riêng lẻ hoặc đồng thời thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 phù hợp với đầu vào, dữ liệu hình ảnh được phân tích. Trong Fig.4, số tham chiếu 16 biểu thị đường ống cấp khí oxy hóa đến ống thổi từ đỉnh, số tham chiếu 17 biểu thị đường ống cấp nước làm mát cho ống thổi từ đỉnh và số tham chiếu 18 biểu thị một ống

xả nước làm mát từ ống thổi từ đỉnh.

Trong sự vận hành lò chuyển dựa theo phương án thứ nhất của sáng chế này, hệ thống lò chuyển 1 được sử dụng, và kim loại nóng chảy 5 trải qua quá trình khử silic, khử phospho và khử cacbon bằng cách tinh luyện oxy hóa được thực hiện bằng cách thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh 3 trên kim loại nóng chảy 5 trong lò chuyển 2 hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy 4, do đó tạo ra thép nóng chảy từ kim loại nóng chảy 5. Lưu ý rằng kim loại nóng chảy 5 chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic.

Trong phương án thứ nhất của sáng chế này, một trạng thái trong lò chuyển trong quá trình thổi oxy trong lò chuyển 2 được theo dõi bằng cách chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 bằng máy ảnh quang phổ 6 và phân tích phổ phát xạ thu được. Việc chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 bằng máy ảnh quang phổ 6 và phân tích phổ phát xạ tốt hơn là được thực hiện trong khoảng thời gian đo Δt từ 1 đến 10 giây từ quan điểm cải thiện năng suất và sản lượng sắt.

Phổ phát xạ thu được bằng cách chụp ảnh có thể được ghi lại trong bộ phân tích ảnh 7. Trong bộ phân tích ảnh 7, các phân tích để xác định bước sóng phát xạ và để tính toán cường độ phát xạ ở mỗi bước sóng được thực hiện trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò 12. Các bước sóng trong khoảng từ 580 đến 620 nm tương ứng với "dải hệ thống màu cam FeO" được quy cho sự tạo ra và biến mất của FeO* (sản phẩm trung gian) như mô tả ở trên. Tại thời điểm tạo ra FeO*, một cực đại hấp thụ được quan sát trong khoảng bước sóng. Tại thời điểm FeO* biến mất, một cực đại phát xạ được quan sát trong cùng bước sóng. Cường độ phát xạ đã được xác nhận là có liên quan đến tỉ lệ biến mất của FeO*. Các bước sóng trong khoảng từ 580 đến 620 nm được nhắm làm mục tiêu để đo vì các bước sóng phản ánh các phản ứng trong lò chuyển và cung cấp manh mối cho một giả định dễ dàng về trạng thái trong lò chuyển. Cường độ phát xạ biểu thị cường độ của năng lượng phát xạ khi FeO thay đổi từ trạng thái kích thích (FeO*) sang trạng thái cơ bản.

Trong phương án thứ nhất của sáng chế này, sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ với mỗi bước sóng được tính toán, sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển

được giả định là từ sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ và được sử dụng để theo dõi sự vận hành của lò chuyển. Cụ thể, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể được biểu thị bằng công thức (1) hoặc tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể được biểu thị bởi công thức (2) được tính và sử dụng cho sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ của phổ phát xạ thu được bằng cách chụp ngọn lửa cháy ở cổ lò 12.

Bước sóng cụ thể được sử dụng để tính toán tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bằng cách đo trước bước sóng trong đó quan sát thấy mức thay đổi lớn nhất của cường độ phát xạ trong quá trình thổi oxy trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm hoặc bằng cách theo dõi nhiều bước sóng trong khoảng bước sóng trong quá trình thổi oxy và xác định bước sóng mà tại đó mức độ thay đổi cường độ phát xạ lớn nhất được quan sát thấy trong mỗi lần.

Trong phương pháp vận hành lò chuyển theo phương án thứ nhất của sáng chế này, sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán tại bước sóng cụ thể trong khoảng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được. Sau khi bắt đầu thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh, tức là sau khi bắt đầu thổi oxy, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, giảm độ cao ống, và giảm tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được thực hiện tại thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) vượt quá trị số ngưỡng đặt trước (ví dụ: 1,8) hoặc tại thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) vượt quá trị số ngưỡng đặt trước (ví dụ: 0,4).

Trong nửa đầu của quá trình thổi oxy, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) khác nhau rất lớn ở nồng độ silic trong sắt nóng chảy với khoảng 0,02% theo khối lượng làm điều kiện biên. Ở nồng độ silic trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,02% theo khối lượng, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tăng lên. Ở nồng độ silic trong sắt nóng chảy từ 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng, không quan sát thấy ánh sáng phát xạ đáng kể

trong khoảng bước sóng.

Trong giai đoạn đầu của quá trình thổi oxy trong đó nồng độ silic trong sắt nóng chảy khoảng 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng, sự tạo ra xỉ nóng chảy do quá trình oxy hóa silic trong sắt nóng chảy là không đủ. Sự tán xạ nhỏ giọt do sự tách bọt khí CO khỏi bề mặt của sắt nóng chảy là không đáng kể. Do đó, sự gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa thổi trên cùng ở giai đoạn này làm gia tăng lượng bụi phát sinh, dẫn đến giảm sản lượng sắt.

Do đó, một hoặc hai hoặc nhiều hơn thay đổi trong số: ví dụ, gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa thổi trên cùng, giảm độ cao ống, và giảm tốc độ dòng khí thổi dưới đáy, trong giai đoạn đầu của quá trình thổi oxy được thực hiện tại thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) vượt quá trị số ngưỡng đặt trước hoặc tại thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) vượt quá trị số ngưỡng đặt trước. Nói cách khác, chúng được thực hiện tại thời điểm quá trình oxy hóa silic trong sắt nóng chảy gần như hoàn tất.

Cụm từ "trị số ngưỡng đặt trước" được sử dụng trong phương án thứ nhất đề cập đến từng tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại thời điểm khi nồng độ silic trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,02%, cả hai tỉ lệ được xác định trước bằng cách thực hiện thử nghiệm sơ bộ cho mỗi lò chuyển.

Hơn nữa, tại thời điểm này, tốt hơn là, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh được giảm xuống hoặc tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được làm giảm, đồng thời với sự gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh. Các điều chỉnh cho phép tạo ra bụi được loại bỏ để cải thiện sản lượng sắt.

Mức gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, mức giảm độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và mức giảm tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy tốt hơn là được xác định trước trên cơ sở, ví dụ, tỉ lệ của lực để khuấy sắt nóng chảy với tốc độ dòng khí oxy hóa.

Hệ thống lò chuyển 1 phù hợp để thực hiện phương án thứ nhất của sáng chế này được ưu tiên tạo kết cấu để truyền tín hiệu điều khiển từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển độ cao ống 9 để làm giảm độ cao ống, để truyền tín hiệu điều khiển tới

thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 để gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa, để truyền tín hiệu điều khiển đến thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 để làm giảm tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ được thổi hoặc đồng thời truyền tất cả các tín hiệu điều khiển này mỗi lần khi tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) vượt quá trị số ngưỡng đặt trước hoặc tại từng thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) vượt quá trị số ngưỡng đặt trước.

Khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh 3 thường là khí oxy. Ví dụ, có thể sử dụng khí hỗn hợp khí oxy và khí hiếm, như khí argon hoặc khí heli, hoặc khí nitơ, không khí hoặc không khí giàu oxy. Số hạng "khí oxy hóa" được sử dụng ở đây dùng để chỉ một loại khí có chứa oxy có nồng độ oxy bằng hoặc cao hơn không khí. Khí được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy 4 là khí trơ hoặc khí oxy hóa. Trong trường hợp thổi khí oxy hóa, khí oxy hóa có chức năng như khí oxy hóa để tinh luyện oxy hóa và cũng có chức năng như một khí khuấy.

Mô tả ở trên là ví dụ trong đó trạng thái trong lò chuyển 2 trong quá trình thổi oxy được theo dõi trong thời gian thực bằng cách chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12. Trạng thái trong lò chuyển 2 trong quá trình thổi oxy cũng có thể được theo dõi trong thời gian thực bằng cách đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát từ lỗ vòi của lò chuyển 2.

Fig.5 minh họa khung nhìn dưới dạng sơ đồ của lò chuyển khi lò chuyển 2 được minh họa trong Fig.4 được nhìn theo hướng khác với Fig.4 (hướng vuông góc với hướng trong Fig.4). Như minh họa trong Fig.5, lò chuyển 2 trong đó vỏ ngoài là vỏ thép 21 và vật liệu chịu lửa 22 được bố trí bên trong vỏ thép 21 bao gồm lỗ vòi 19 xuyên qua vật liệu chịu lửa 22 được bố trí trên mặt thành bên. Bằng cách nghiêng lò chuyển 2, sắt nóng chảy, đã được tinh luyện oxy hóa, trong lò chuyển được rút ra khỏi lò vào bể chứa kim loại nóng chảy (không được minh họa) hoặc bể chứa giữ thép nóng chảy (không được minh họa).

Áp suất bên trong của lò chuyển 2 được điều khiển ở áp suất thấp hơn một chút so với áp suất khí quyển trong quá trình thổi oxy. Không khí đi vào lò chuyển qua lỗ vòi

19. Ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20 không phát ra từ lỗ vòi 19. Vì vậy, trong trường hợp này, như trong trường hợp đo ngọn lửa cháy ở cổ lò 12, trạng thái trong lò chuyển 2 trong khi thổi oxy có thể được theo dõi trong thời gian thực bằng cách đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20 bằng máy ảnh quang phổ qua lỗ vòi 19.

Trong trường hợp áp suất bên trong của lò chuyển 2 được điều khiển ở áp suất cao hơn áp suất khí quyển một chút, ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20 phát ra từ lỗ vòi 19 đến bên ngoài lò chuyển, do đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc đo ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20. Số tham chiếu 23 trong Fig.5 biểu thị xỉ.

Trong phương pháp vận hành lò chuyển theo phương án thứ nhất của sáng chế này, bất kỳ phương pháp thổi oxy thông thường nào cũng có thể được sử dụng trong nửa sau của quá trình thổi oxy và phương pháp này không bị giới hạn đặc biệt. Ví dụ, để tránh trạng thái peoroxo hóa của sắt nóng chảy trong lò chuyển và cải thiện sản lượng sắt, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: giảm tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, giảm mức độ của độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy tốt hơn là được thực hiện tại thời điểm mức độ tiến trình thổi oxy là phù hợp (ví dụ, tại thời điểm khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được ước tính là 0,35% theo khối lượng trên cơ sở tính toán vật liệu nhiệt bằng máy tính xử lý hiện có).

Trong phương pháp vận hành lò chuyển theo phương án thứ nhất của sáng chế này, cũng ở nửa sau của quá trình thổi oxy như trong nửa đầu của quá trình thổi oxy, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được đo. Tỷ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) hoặc tỷ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được tính toán như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể trong khoảng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ. Các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy có thể được thay đổi tại thời điểm tỷ lệ thay đổi cường độ phát xạ hoặc tỷ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn. Điều này tránh sự gia tăng hàm lượng oxit sắt trong xỉ để cải thiện sản lượng sắt.

Phương án thứ hai

Trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách cho kim loại nóng chảy vào quá trình tinh luyện oxy hóa, các tác giả đã tiến hành điều tra sau đây để giảm oxit sắt trong xỉ bằng cách theo dõi sự thay đổi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy trong thời gian thực ở nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon và kiểm soát các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy theo nồng độ cacbon. Đó là, trong sự vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách cho kim loại nóng chảy được tinh luyện khử cacbon, các tác giả đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu về ảnh hưởng của tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh, và lưu lượng của khí khuấy thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy đến sự tạo ra oxit sắt trong xỉ. Kim loại nóng chảy chịu quá trình tinh luyện khử cacbon có thể có bất kỳ hàm lượng silic và hàm lượng phospho nào.

Điều đã được biết trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển, tốc độ phản ứng khử cacbon được giới hạn bởi việc cung cấp oxy cho giai đoạn cho đến khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy đạt đến nồng độ cacbon tới hạn và tốc độ phản ứng khử cacbon bị hạn chế bởi sự truyền khối lượng (khuếch tán) của cacbon trong sắt nóng chảy cho giai đoạn trong đó nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy thấp hơn nồng độ cacbon tới hạn. Trạng thái trong đó tốc độ phản ứng khử cacbon được giới hạn bởi việc cung cấp oxy là trạng thái trong đó tốc độ phản ứng khử cacbon được xác định bởi tỉ lệ cung cấp oxy bất kể nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy. Theo đó, trong giai đoạn trong đó tỉ lệ được giới hạn bởi nguồn cung cấp oxy, việc gia tăng tỉ lệ nạp của khí oxy hóa sẽ làm gia tăng tốc độ phản ứng khử cacbon. Trong giai đoạn trong đó tốc độ phản ứng được giới hạn bởi sự chuyển khối của cacbon, việc gia tăng tỉ lệ nạp của khí oxy hóa không làm gia tăng tốc độ phản ứng khử cacbon. Khí oxy hóa được cung cấp quá mức dẫn đến sự gia tăng oxit sắt trong xỉ. Đó là, các tác giả đã nhận biết rằng oxit sắt trong xỉ có thể được giảm bằng cách nắm bắt chính xác thời điểm khi bước xác định tỉ lệ của phản ứng khử cacbon được thay đổi từ sự cung cấp oxy sang sự chuyển khối của cacbon trong sắt nóng chảy và thay đổi điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy trên

cơ sở thời gian.

Trong các nghiên cứu, như với phương án thứ nhất, lò chuyển (dung tích: 300 tấn) đã được sử dụng và được tạo kết cấu để cho phép luồng khí khuấy được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy ở phần dưới đáy của lò chuyển trong khi khí oxy hóa có thể được thổi từ ống thổi từ đỉnh. Khí oxy (khí oxy tinh khiết công nghiệp) được sử dụng làm khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh. Khí argon được sử dụng làm khí khuấy thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy. Đối với ống thổi từ đỉnh, ống thổi từ đỉnh có năm vòi phun loại vòi phun Laval đóng vai trò là vòi phun khí oxy được bố trí trên phần đầu của nó và ở góc phun nghiêng 15° đã được sử dụng.

Kim loại nóng chảy có nồng độ cacbon 3,5% theo khối lượng đã được tinh luyện khử cacbon bằng cách sử dụng lò chuyển. Việc cung cấp khí oxy từ ống thổi từ đỉnh được bắt đầu vào thời điểm kim loại nóng chảy có chứa hàm lượng cacbon chiếm 3,5% theo khối lượng và tiếp tục cho đến thời điểm sắt nóng chảy trong lò chuyển có chứa hàm lượng cacbon chiếm 0,04% theo khối lượng. Trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon, tốc độ dòng khí oxy được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và lưu lượng của khí khuấy được thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được thay đổi thủ công tại cùng thời điểm. Thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy được thay đổi đa dạng quanh thời điểm bước xác định tỉ lệ của phản ứng khử cacbon trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon được thay đổi từ sự cung cấp oxy sang sự chuyển khối của cacbon trong sắt nóng chảy.

Tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh đã được thay đổi giảm từ $1000 \text{ Nm}^3/\text{phút}$ xuống còn $833 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Độ cao ống của ống thổi từ đỉnh đã được thay đổi giảm từ 2,5m xuống còn 2,0m. Lưu lượng của khí khuấy qua lỗ gió thổi dưới đáy được thay đổi từ $15 \text{ Nm}^3/\text{phút}$ thành $30 \text{ Nm}^3/\text{phút}$.

Sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon, xỉ phát sinh bởi mỗi lần hoạt động tinh luyện khử cacbon được thu thập. Hàm lượng oxit sắt (% theo khối lượng, FeO) của xỉ được đo bằng phân tích huỳnh quang tia X. Như với phương án thứ nhất, thời điểm thay đổi tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, độ cao ống và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được tổ chức theo mức độ tiến trình thổi oxy được xác định bởi công thức

(3) dưới đây.

$$\text{Mức độ tiến trình thổi oxy} = (Q_{O2C}/Q_{O2}) \times 100 \cdots (3)$$

trong đó Q_{O2C} là lượng oxy tích lũy (Nm^3) tại thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy, và Q_{O2} là lượng oxy tích lũy (Nm^3) khi hoàn thành quá trình thổi oxy.

Fig.6 minh họa mối quan hệ giữa thời điểm thay đổi được biểu thị bằng mức độ (%) tiến trình thổi oxy và hàm lượng oxit sắt trong xỉ (% theo khối lượng, FeO) sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon. Fig.6 chỉ ra rằng hàm lượng oxit sắt (% theo khối lượng, FeO) của xỉ tại thời điểm hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon gia tăng khi mức độ tiến trình thổi oxy gia tăng lên tại thời điểm các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy được thay đổi. Có điều được nhận thấy rằng khi tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, độ cao ống và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được thay đổi trong giai đoạn mà mức độ tiến trình thổi oxy là 90% hoặc lớn hơn, xỉ có hàm lượng oxit sắt cao (% theo khối lượng, FeO) sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon.

Đó là, có điều được phát hiện ra rằng khi giảm tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, giảm độ cao ống, và gia tăng tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được thực hiện ở mức độ cao hơn trong tiến trình thổi oxy (ở giai đoạn kết thúc của quá trình tinh luyện khử cacbon), hàm lượng oxit sắt (% theo khối lượng, FeO) của xỉ tại thời điểm hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon được tăng lên. Theo đó, các tác giả đã phát hiện ra rằng thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy ảnh hưởng đáng kể đến việc sắt hao tổn và điều quan trọng là phải nắm được trạng thái trong lò chuyển và xác định thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy để giảm hàm lượng oxit sắt (% theo khối lượng, FeO) của xỉ tại thời điểm hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon.

Để nắm bắt một cách thích hợp trạng thái trong lò chuyển, các tác giả đã tập trung sự chú ý của họ vào ngọn lửa cháy ở cổ lò trong lò chuyển và đã tạo ra ý tưởng đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò trong quá trình tinh luyện khử cacbon.

Phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò chứa thông tin về khí CO phát sinh từ quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển, thông tin về khí CO_2 phát sinh trong quá

trình đốt tự phát do sự pha trộn của một phần khí CO và không khí được hút vào phần cổ lò của lò chuyển và thông tin về FeO* (sản phẩm trung gian) có nguồn gốc từ các nguyên tử sắt bay hơi từ một điểm nóng trong lò chuyển. Nếu cường độ phát xạ ở mỗi bước sóng trong khoảng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ có thể được đo trong thời gian thực, thì trạng thái trong lò chuyển có thể dễ dàng được đoán trước trong thời gian thực.

Các bước sóng trong khoảng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ tương ứng với "dải hệ thống màu cam FeO" được thể hiện cho sự tạo ra và biến mất của FeO* (sản phẩm trung gian). Các tác giả đã xác nhận như sau: Tại thời điểm tạo ra FeO*, một cực đại hấp thụ được quan sát thấy trong khoảng bước sóng. Tại thời điểm FeO* biến mất, một cực đại phát xạ được quan sát trong cùng bước sóng. Cường độ phát xạ có liên quan đến tỉ lệ biến mất của FeO*.

Ở đây, những gì được theo dõi là một sóng điện từ có bước sóng cụ thể, sóng điện từ được phát ra hoặc hấp thụ tại thời điểm chuyển trạng thái điện tử của FeO* chủ yếu tạo ra ở điểm nóng của sắt nóng chảy trong lò chuyển. FeO* được tích hợp với ngọn lửa phát ra từ lò chuyển. Do đó, ví dụ, khi phản ứng khử cacbon sắp hoàn thành, lượng FeO* phát sinh và lượng FeO* đã phản ứng sẽ giảm. Theo đó, khi đo phổ phát xạ của ngọn lửa, cường độ của sóng điện từ có bước sóng từ 580 đến 620 nm giảm xuống.

Khi bước xác định tỉ lệ của phản ứng khử cacbon được thay đổi thành chuyển khối của cacbon trong sắt nóng chảy, sự tạo ra FeO chiếm ưu thế hơn so với sự khử FeO, do đó làm giảm mạnh cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm.

Như với phương án thứ nhất, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò trong lò chuyển được đo trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển. Như minh họa trong Fig.4, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò trong lò chuyển được đo bằng cách bố trí máy ảnh quang phổ 6 ở phía trước lò chuyển 2 và chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò 14 và chụp hút di động 15. Hình ảnh được chụp bằng máy ảnh quang phổ 6 được truyền đến bộ phân tích ảnh 7. Hình ảnh được ghi lại trong bộ phân tích ảnh 7. Cường độ phát xạ ở mỗi bước sóng phát xạ được phân tích bằng phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do của dữ liệu hình ảnh đầu vào. Việc

đo phổ phát xạ và phân tích cường độ phát xạ được thực hiện trong khoảng thời gian đo không đổi Δt từ 1 đến 10 giây. Đồng thời với phép đo phổ phát xạ, việc thu thập các mẫu sắt nóng chảy và phân tích nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được thực hiện một hoặc hai lần trong quá trình tinh luyện khử cacbon bằng máy đo phụ (thiết bị lấy mẫu đo nhiệt độ tự động) được gắn vào lò chuyển.

Từ kết quả đo của phổ phát xạ, bước sóng 610 nm, trong đó mức thay đổi lớn nhất được quan sát thấy trong quá trình tinh luyện khử cacbon được xác định là bước sóng cụ thể và tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) dưới đây được tính toán từ cường độ phát xạ I_n tại thời điểm T_n và cường độ phát xạ I_{n-1} tại thời điểm $T_{n-1} \Delta t$ giây (s) trước thời điểm T_n tại bước sóng cụ thể. Khoảng thời gian đo Δt là từ 1 đến 10 giây.

$$\text{Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , và I_{n-1} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm $T_{n-1} \Delta t$ giây (s) trước thời điểm T_n .

Fig.7 minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tính toán và nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy. Fig.7 chỉ ra rằng tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ thay đổi rất lớn ở nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy với khoảng 0,45% theo khối lượng như là điều kiện biên. Đó là, ở nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy bằng khoảng 0,45% hoặc lớn hơn theo khối lượng, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tăng lên lớn hơn 1,8. Ở nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy bằng khoảng 0,45% hoặc lớn hơn theo khối lượng, cường độ phát xạ tại bước sóng 610 nm là cao. Ở nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,45% theo khối lượng, không quan sát thấy có bức xạ đáng kể tại bước sóng 610 nm.

Fig.7 chỉ ra rằng thời điểm khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,45% theo khối lượng, nói cách khác, thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ thỏa mãn 1,8 hoặc thấp hơn, là tối ưu như một chỉ số về thời gian về việc thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy ở giai đoạn kết thúc của quá trình tinh luyện khử cacbon. Đó là, điều sau đây đã được tìm thấy: để ngăn chặn sự giảm sản

lượng sắt do sự gia tăng hàm lượng oxit sắt (% theo khối lượng, FeO) của xỉ, "trị số ngưỡng" của tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ là 1,8, và là chỉ số về thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy như giảm tốc độ dòng khí oxy thổi trên cùng, thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ, được tính toán theo công thức (1), thỏa mãn 1,8 hoặc ít hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon là tối ưu. "Trị số ngưỡng" của tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ không bị giới hạn ở mức 1,8 nhưng được xác định trước cho mỗi lò chuyển.

Các tác giả đã tiến hành các nghiên cứu sâu hơn và đã tìm thấy những điều sau đây: Trong quá trình tinh luyện khử cacbon thực tế, một vật cản như cần trục hoặc khối có thể đi vào đường quang học để đo phổ cường độ phát xạ. Trong trường hợp đó, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được đo, được xác định bởi (1), thỏa mãn trị số ngưỡng được đặt (1,8) hoặc thấp hơn, do đó dẫn đến phát hiện sai. Vì lý do này, có điều được nhận thấy rằng việc xác định chính xác chỉ có thể được thực hiện bằng cách so sánh cường độ phát xạ tại thời điểm nhất định T_n với cường độ phát xạ tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n (so sánh các giá trị tức thời).

Theo đó, các tác giả đã xác định tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể, được xác định bởi công thức (2) dưới đây, sử dụng trung bình động của cường độ phát xạ như trong phương án thứ nhất.

$$\text{Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn), và Δt là khoảng thời gian đo (s).

Fig.8 minh họa mối quan hệ giữa tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán và nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy. Ở đây, khoảng thời gian đo Δt là 1 giây. Số tự nhiên m và số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động

là 10.

Fig.8 chỉ ra rằng tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thay đổi rất lớn tại thời điểm khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy với khoảng 0,45% theo khối lượng như là điều kiện biên. Khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy từ 0,45% hoặc lớn hơn theo khối lượng, tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ gia tăng khi quá trình tinh luyện khử cacbon diễn ra. Khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,45% theo khối lượng, sự phát xạ giảm.

Fig.8 chỉ ra rằng thời điểm khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,45% theo khối lượng, nói cách khác, thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước (đường chấm: 1,6 ở đây) hoặc ít hơn, là tối ưu như là một chỉ số về thời gian thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy ở nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon để tránh giảm sản lượng sắt do gia tăng hàm lượng oxit sắt (% theo khối lượng, FeO) của xỉ. "Trị số ngưỡng" của tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ không bị giới hạn ở mức 1,6 nhưng được xác định trước cho mỗi lò chuyển.

Ví dụ, khi đường quang học để đo phổ phát xạ bị gián đoạn bởi sự chuyển động của cần trục hoặc sự phát sinh khói, trong trường hợp sử dụng tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) (so sánh các giá trị tức thời), tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ giảm xuống, có thể xác định rằng điều kiện được xác định trước (bằng hoặc thấp hơn trị số ngưỡng đặt trước) được thỏa mãn. Ngược lại, trong trường hợp sử dụng tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán bằng cách sử dụng trung bình động được biểu thị theo công thức (2), ngay cả khi xảy ra vấn đề như vậy, các biến đổi về cường độ phát xạ được tính trung bình và do đó thay đổi là ổn định.

Do đó, người ta thấy rằng việc sử dụng tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán bằng cách sử dụng kết quả trung bình động chỉ trong các biến đổi nhỏ của thời điểm khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,45% theo khối lượng, nghĩa là thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn trị số ngưỡng hoặc ít hơn, và thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy có thể được xác định ổn định.

Trong mô tả ở trên, trạng thái trong lò chuyển trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển được nắm bắt bằng cách đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò. Trạng thái trong lò chuyển trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển cũng có thể được nắm bắt bằng cách đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi hoặc ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát tại lỗ vòi như trong trường hợp đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò.

Các nghiên cứu sâu hơn dựa trên những phát hiện đã nói ở trên đã dẫn đến việc hoàn thành phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển và phương pháp vận hành lò chuyển theo phương án thứ hai của sáng chế này. Phương pháp cụ thể để thực hiện phương án thứ hai của sáng chế này sẽ được mô tả dưới đây.

Hệ thống lò chuyển được sử dụng trong phương án thứ hai của sáng chế này có cùng cấu trúc với hệ thống lò chuyển 1, được minh họa trong Fig.4, được sử dụng trong phương án thứ nhất của sáng chế này. Do đó, mô tả chi tiết của hệ thống lò chuyển được bỏ qua.

Trong sự vận hành lò chuyển dựa theo phương án thứ hai của sáng chế này, hệ thống lò chuyển 1 được sử dụng và kim loại nóng chảy 5 trải qua quá trình tinh luyện oxy hóa, nói cách khác, kim loại nóng chảy 5 phải được tinh luyện khử cacbon, sản xuất thép nóng chảy từ kim loại nóng chảy 5 bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy 5 trong lò chuyển 2 từ ống thổi từ đỉnh 3 hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trợ qua lỗ gió thổi dưới đáy 4. Khi nóng kim loại 5 được sử dụng chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic, phản ứng khử silic xảy ra trước tiên và sau đó là phản ứng khử cacbon và phản ứng khử phospho xảy ra. Khi nồng độ silic trong kim loại nóng chảy 5 được sử dụng nhỏ hơn 0,02% theo khối lượng, phản ứng khử cacbon và phản ứng khử phospho xảy ra từ giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện khử cacbon. Sự vận hành lò chuyển theo phương án thứ hai của sáng chế này được nhắm mục tiêu vào nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon. Bất kể các mẫu phản ứng ở giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện khử cacbon, các kiểu phản ứng tương tự xảy ra ở nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon. Do đó, các kiểu phản ứng trong giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện khử cacbon không phải là vấn đề.

Trong phương án thứ hai của sáng chế này, trạng thái trong lò chuyển trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển 2 được theo dõi bằng cách chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 bằng máy ảnh quang phổ 6 và phân tích phổ phát xạ thu được. Việc chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 bằng máy ảnh quang phổ 6 và phân tích phổ phát xạ tốt hơn là được thực hiện trong khoảng thời gian đo Δt từ 1 đến 10 giây từ quan điểm cải thiện năng suất và sản lượng sắt.

Phổ phát xạ thu được bằng cách chụp ảnh có thể được ghi lại trong bộ phân tích ảnh 7. Trong bộ phân tích ảnh 7, các phân tích để xác định bước sóng phát xạ và để tính toán cường độ phát xạ ở mỗi bước sóng được thực hiện trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của kết quả đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò 12.

Trong phương án thứ hai của sáng chế này, sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ tại mỗi bước sóng được tính toán, sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển được giả định là từ sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ và được sử dụng để theo dõi sự vận hành của lò chuyển. Cụ thể, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể được biểu thị bằng công thức (1) hoặc tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể được biểu thị bởi công thức (2) được tính toán và sử dụng như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ của phổ phát xạ thu được bằng cách chụp ngọn lửa cháy ở cổ lò 12.

Bước sóng cụ thể được sử dụng để tính tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bằng cách đo trước, bước sóng trong đó quan sát thấy mức thay đổi lớn nhất của cường độ phát xạ trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm hoặc bằng cách theo dõi nhiều bước sóng trong khoảng bước sóng trong quá trình tinh luyện khử cacbon và xác định bước sóng mà tại đó mức độ thay đổi cường độ phát xạ lớn nhất được quan sát thấy trong mỗi lần.

Trong phương pháp vận hành lò chuyển dựa theo phương án thứ hai của sáng chế này, sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán tại bước sóng cụ thể trong khoảng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được. Trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: giảm

tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, giảm độ cao ống, và gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được thực hiện tại thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước (ví dụ: 1,8) hoặc ít hơn hoặc tại thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước (ví dụ: 1,6) hoặc thấp hơn.

Cụm từ "nửa sau của nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon" được sử dụng ở đây đề cập đến giai đoạn sau 1/2 tổng lượng oxy cung cấp cho lượng nập được cung cấp. Cụm từ "trị số ngưỡng đặt trước" được sử dụng trong phương án thứ hai đề cập đến từng tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại thời điểm khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy nhỏ hơn khoảng 0,45%, cả hai tỉ lệ được xác định trước bằng cách thực hiện thử nghiệm sơ bộ cho mỗi lò chuyển.

Hơn nữa, tại thời điểm này, tốt hơn là, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh giảm xuống hoặc tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được tăng lên, đồng thời với việc giảm tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh. Các điều chỉnh cho phép cải thiện hiệu quả oxy để khử cacbon, triệt tiêu trạng thái peoroxo hóa của sắt nóng chảy trong lò chuyển, ức chế sự gia tăng quá mức hàm lượng oxit sắt trong xỉ và cải thiện sản lượng sắt.

Tại thời điểm mỗi tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn, nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được giả định là nồng độ cacbon tới hạn hoặc ít hơn. Nồng độ cacbon tới hạn khác nhau tùy thuộc vào lực khuấy sắt nóng chảy của khí thổi trên cùng và khí thổi dưới đáy và tốc độ dòng khí oxy hóa, và là khoảng 0,45% hoặc ít hơn theo khối lượng. Trong trường hợp tốc độ phản ứng khử cacbon bị hạn chế bởi sự chuyển khối của cacbon trong sắt nóng chảy, phần được thổi khí oxy hóa ở trạng thái dễ tích lũy dưới dạng oxit sắt trong xỉ. Do đó, việc cung cấp quá lớn khí oxy hóa dẫn đến giảm hiệu quả oxy cho quá trình khử cacbon và giảm sản lượng sắt.

Trong phương pháp vận hành lò chuyển theo phương án thứ hai của sáng chế này,

sau bước xác định tỉ lệ của phản ứng khử cacbon được thay đổi thành sự chuyển khối của cacbon trong sắt nóng chảy, nói cách khác, tại thời điểm mỗi tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ và tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn, một hoặc nhiều sự giảm tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, giảm độ cao ống, và gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được điều chỉnh, do đó triệt tiêu trạng thái peoroxo hóa của sắt nóng chảy trong lò chuyển để giảm sự gia tăng quá mức hàm lượng oxit sắt trong xỉ.

Lượng giảm tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, mức giảm độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tỉ lệ gia tăng của tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy tốt hơn là được xác định trước trên cơ sở, ví dụ, tỉ lệ lực để khuấy sắt nóng chảy với tốc độ dòng khí oxy hóa.

Hệ thống lò chuyển 1 phù hợp để thực hiện phương án thứ hai của sáng chế này tốt hơn là được tạo kết cấu để truyền tín hiệu điều khiển từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển độ cao ống 9 để giảm độ cao ống, để truyền tín hiệu điều khiển tới thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 để giảm tốc độ dòng khí oxy hóa, để truyền tín hiệu điều khiển đến thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 để gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ được thổi hoặc truyền đồng thời tất cả các tín hiệu điều khiển này mỗi lần khi tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn hoặc tại từng thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn.

Khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh 3 thường là khí oxy. Ví dụ, có thể sử dụng khí hỗn hợp khí oxy và khí hiếm, như khí argon hoặc khí heli, hoặc khí nitơ, không khí hoặc không khí giàu oxy. Số hạng "khí oxy hóa" được sử dụng ở đây dùng để chỉ một loại khí có chứa oxy có nồng độ oxy bằng hoặc cao hơn không khí. Khí thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy 4 là khí trơ hoặc khí oxy hóa. Trong trường hợp thổi khí oxy hóa, khí oxy hóa có chức năng như khí oxy hóa để tinh luyện oxy hóa và cũng có chức năng như một khí khuấy.

Mô tả ở trên là một ví dụ trong đó trạng thái trong lò chuyển 2 trong quá trình

tinh luyện khử cacbon được theo dõi trong thời gian thực bằng cách chụp ảnh ngọn lửa cháy ở cổ lò 12. Có thể theo dõi trạng thái trong lò chuyển 2 trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong thời gian thực bằng cách đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20 được quan sát từ lỗ vòi của lò chuyển 2 theo cách tương tự như ngọn lửa cháy ở cổ lò 12. Phép đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20 đã được mô tả trong phương án thứ nhất và do đó mô tả được bỏ qua.

Phương án thứ ba

Trong những năm gần đây, để đáp ứng nhu cầu ngày càng gia tăng đối với các sản phẩm thép có độ bền cao hơn và chức năng lớn hơn, việc xử lý sơ bộ kim loại nóng chảy đã được thực hiện rộng rãi trong mỗi lò chuyển được sử dụng trong phương án thứ nhất và thứ hai. Đó là, như việc xử lý sơ bộ kim loại nóng chảy, xử lý khử silic và xử lý khử phospho kim loại nóng chảy được thực hiện trong lò chuyển. Sau quá trình xử lý sơ bộ, quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển được thực hiện trong cùng một lò chuyển.

Các phương pháp khác nhau được sử dụng cho sự kết hợp giữa xử lý sơ bộ kim loại nóng chảy và xử lý khử cacbon của kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng lò chuyển. Ví dụ, các phương pháp sau đây được sử dụng.

[1] Phương pháp được sử dụng trong đó hai lò chuyển được sử dụng, một trong số các lò chuyển được sử dụng làm lò chuyển xử lý sơ bộ và lò chuyển còn lại được sử dụng làm lò chuyển khử cacbon trong đó kim loại nóng chảy đã được xử lý sơ bộ trong lò chuyển xử lý sơ bộ để tinh luyện khử cacbon. Trong phương pháp này, xử lý khử silic và xử lý khử phospho được thực hiện theo thứ tự này trong lò chuyển xử lý sơ bộ. Sau bước xử lý khử silic, bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ (được gọi là "xỉ khử silic") được tạo ra trong xử lý khử silic từ lò chuyển xử lý sơ bộ được cung cấp, do đó làm giảm lượng từ chất trợ dung gốc CaO được thêm vào bước xử lý khử phospho. Trong lò chuyển khử cacbon, kim loại nóng chảy đã được xả ra từ lò chuyển xử lý sơ bộ sang bình chứa kim loại nóng chảy, không chứa silic, và có hàm lượng phospho thấp sẽ được tinh luyện khử cacbon.

Phương pháp này có thể không bao gồm bước khử xỉ giữa bước xử lý khử silic

và bước xử lý khử phospho. Trong trường hợp này, sau bước xử lý khử phospho, bước rút bằng cách xả kim loại nóng chảy đã được xử lý khử phospho từ lò chuyển được cung cấp. Kim loại nóng chảy được xả ra trong bước rút được nạp vào lò chuyển khử cacbon. Do đó, lò chuyển khử cacbon không chứa xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử phospho, do đó làm giảm lượng chất trợ dung gốc CaO được sử dụng trong lò chuyển khử cacbon.

Ví dụ về chất trợ dung gốc CaO được sử dụng gồm có vôi sống, đá vôi, vôi ngâm nước và đolômit. Trong trường hợp của bước xử lý khử phospho, xỉ đã khử cacbon (xỉ được tạo ra từ quá trình tinh luyện khử cacbon) cũng được sử dụng làm chất trợ dung gốc CaO.

[2] Phương pháp được sử dụng trong đó một lò chuyển được sử dụng, xử lý khử silic, xử lý khử phospho và quá trình tinh luyện khử cacbon được thực hiện theo thứ tự này và bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ trong lò chuyển được đưa vào giữa bước xử lý khử phospho và bước tinh luyện khử cacbon. Bởi vì ít nhất một phần xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho được xả ra, lượng từ chất trợ dung gốc CaO được sử dụng trong bước tinh luyện khử cacbon giảm xuống. Phương pháp này có thể bao gồm thêm bước tạo xỉ giữa bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho hoặc có thể không bao gồm bước khử xỉ giữa bước xử lý khử phospho và bước tinh luyện khử cacbon.

Bước xử lý khử silic được mô tả theo [1] và [2] ở trên nhằm vào kim loại nóng chảy có hàm lượng silic từ 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng. Do đó, kết thúc bước xử lý khử silic trong giai đoạn xử lý sơ bộ có thể được xác định theo phương pháp xác định kết thúc giai đoạn khử silic được mô tả trong phương án thứ nhất.

Trong bước xử lý khử silic bằng cách cung cấp kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trong lò chuyển 2 với khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh 3 để làm cho kim loại nóng chảy khử silic, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 phát ra từ cổ lò của lò chuyển 2 hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20 được quan sát qua lỗ vòi 19 của lò chuyển 2 được đo. Tỷ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) hoặc tỷ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được tính toán như sự thay đổi theo thời gian của cường

độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm phổ phát xạ đo được. Bước khử xỉ bằng cách xả xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic hoặc bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho được thực hiện tại thời điểm tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ hoặc tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước, tại thời điểm khi khoảng thời gian xác định trước trôi qua dựa trên thời điểm khi tỉ lệ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng đặt trước hoặc tại thời điểm lượng oxy xác định trước được cung cấp.

Theo cách này, kết thúc bước xử lý khử silic hoặc kết thúc bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho có thể được nắm bắt một cách đáng tin cậy. Việc nắm bắt đáng tin cậy kết thúc bước xử lý khử silic hoặc kết thúc bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho dẫn đến việc ngăn chặn peoroxi hóa sắt nóng chảy được mô tả ở trên, loại bỏ oxy hóa đủ trong xỉ, giảm lượng chất trợ dung gốc CaO được sử dụng trong bước xử lý khử phospho tiếp theo hoặc bước tinh luyện khử cacbon, và ngăn ngừa sự khử cacbon quá mức trong sắt nóng chảy. Theo đó, lượng cacbon được mang qua bước xử lý khử phospho hoặc bước tinh luyện khử cacbon tiếp theo được tăng lên để tiết kiệm vật liệu làm nóng như thấm lại cacbon, do đó cho phép vận hành có lợi về mặt kinh tế.

Ngoài ra, trong bước tinh luyện khử cacbon của việc xử lý kim loại nóng chảy xử lý sơ bộ để tinh luyện khử cacbon, phương pháp được mô tả trong phương án thứ hai có thể được sử dụng trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon, phương pháp gồm kiểm soát các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy phù hợp với nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy để giảm oxit sắt trong xỉ.

Cụ thể, trong bước tinh luyện khử cacbon của việc xử lý kim loại nóng chảy xử lý sơ bộ để tinh luyện khử cacbon, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 phát ra từ cổ lò của lò chuyển 2 hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi 20 được quan sát qua lỗ vòi 19 của lò chuyển 2 được đo. Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) hoặc tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được tính toán như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm phổ phát xạ đo được. Một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: giảm tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống

thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được điều chỉnh tại thời điểm được tính toán tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ hoặc tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn trong nửa sau của bước tinh luyện khử cacbon.

Theo cách này, sự gia tăng quá mức hàm lượng oxit sắt trong xỉ tại thời điểm hoàn thành bước tinh luyện khử cacbon có thể được giảm để cải thiện sản lượng sắt.

Trong mô tả trên, các công thức (1) và (2) được sử dụng như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ. Trong trường hợp thực hiện sáng chế này, sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ không bị giới hạn ở các công thức (1) hoặc (2). Một công thức khác có thể được sử dụng. Ví dụ: công thức (6) sử dụng trung bình động có thể được sử dụng.

Công thức toán học 3

Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ

$$A = \left[\left(\sum_{i=0}^S I_{n-i} \right) / \left(\sum_{i=0}^S I_{n-1-i} \right) \right] - 1 \dots (6)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , I_{n-i} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-i} ($\Delta t \times i$) giây (s) trước thời điểm T_n , I_{n-1-i} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1-i} ($\Delta t \times i$) giây (s) trước thời điểm T_{n-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_n , S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động (số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) và Δt là khoảng thời gian đo (s).

Công thức (6) được xác định như mô tả dưới đây.

Thời điểm T_n được sử dụng làm tham chiếu. Giá trị của cường độ phát xạ I_{n-i} tại thời điểm T_{n-i} tại bước sóng cụ thể được xác định. Cụ thể, tổng $(S + 1)$ các giá trị của cường độ phát xạ được xác định tại thời điểm T_n , thời điểm T_{n-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_n , thời điểm T_{n-2} ($\Delta t \times 2$) giây (s) trước thời điểm T_n , đến và thời điểm T_{n-S} ($\Delta t \times S$) giây (s) trước thời điểm T_n . Các giá trị được cộng lại (tổng hợp) và trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên thời điểm T_n được tính toán theo công thức (7) dưới đây. Lưu ý rằng I_{n-i} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-i} (Δt

× i) giây (s) trước thời điểm T_n . Công thức (7) giống hệt với công thức (4) được mô tả ở trên.

Công thức toán học 4

$$\text{Trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên } T_n = \left(\sum_{i=0}^S I_{n-i} \right) / (S+1) \quad \dots(7)$$

Thời điểm T_{n-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_n được sử dụng làm tham chiếu. Tương tự, các giá trị cường độ phát xạ I_{n-1-i} tại thời điểm T_{n-1-i} tại bước sóng cụ thể được xác định. Cụ thể, tổng ($S + 1$) các giá trị của cường độ phát xạ (trong đó S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn) được xác định tại thời điểm T_{n-1} , thời điểm T_{n-1-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_{n-1} , thời điểm T_{n-1-2} ($\Delta t \times 2$) giây (s) trước thời điểm T_{n-1} , và thời điểm T_{n-1-S} ($\Delta t \times S$) giây (s) trước thời điểm T_{n-1} . Các giá trị được cộng lại (tính tổng) và trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên thời điểm T_{n-1} được tính toán theo công thức (8) bên dưới. Lưu ý rằng I_{n-1-i} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1-i} ($\Delta t \times i$) giây (s) trước thời điểm T_{n-1} ($\Delta t \times 1$) giây (s) trước thời điểm T_n .

[Công thức toán học 5]

$$\text{Trung bình động của cường độ phát xạ dựa trên } T_{n-1} = \left(\sum_{i=0}^S I_{n-1-i} \right) / (S+1) \quad \dots(8)$$

Công thức (6) được mô tả ở trên được xác định từ trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán theo công thức (7) dựa trên thời điểm T_n và trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán theo công thức (8) dựa trên thời điểm T_{n-1} . Trong thông số kỹ thuật này, để phân biệt tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (6) với tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (6) được gọi là "tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ A". Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) là trường hợp tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ A được xác định bởi công thức (6) khi $S = 0$. Trong trường hợp tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) trong đó $m = 1$ và S có cùng giá trị với S được sử dụng trong

công thức (6), tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) nhằm mục tiêu dữ liệu đo lường tương tự như tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ A được xác định bởi công thức (6). Nói cách khác, công thức (2) có thể nhằm mục tiêu số lượng tập dữ liệu đo lớn nhất.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các sáng chế sẽ được mô tả thêm bằng các ví dụ.

Ví dụ 1

Quá trình khử silic, khử phospho và khử cacbon của kim loại nóng chảy 5 được thực hiện bằng quá trình tinh luyện oxy hóa kim loại nóng chảy 5 với lò chuyển trên cùng và dưới đáy có dung tích 300 tấn (khí oxy thổi trên cùng, khí argon thổi dưới đáy) cấu trúc như lò chuyển 2 được minh họa trong Fig.4. Ống thổi từ đỉnh 3 được sử dụng gồm có năm vòi phun loại vòi phun Laval được bố trí trên phần đầu của nó, các vòi phun được bố trí đồng tâm vào tâm trục của máy thổi trên cùng đều đặn và ở góc phun nghiêng 15° . Các vòi phun có đường kính cổ lò d_1 là 73,6 mm và đường kính lỗ thoát d_2 là 78,0 mm.

Sau khi sắt vụn được nạp vào lò chuyển, 300 tấn kim loại nóng chảy đã được xử lý khử lưu huỳnh trước và có nhiệt độ từ 1260°C đến 1280°C đã được nạp vào lò chuyển. Bảng 1 trình bày thành phần hóa học của kim loại nóng chảy.

Bảng 1

Thành phần hóa học của kim loại nóng chảy (% theo khối lượng)							Nhiệt độ của kim loại nóng chảy ($^\circ\text{C}$)
C	Si	Mn	P	S	Cr	Fe	
4,3-4,7	0,32-0,43	0,16-0,27	0,112-0,126	0,003-0,016	tr	còn lại	1260-1280

Quá trình tinh luyện oxy hóa kim loại nóng chảy được bắt đầu bằng cách thổi khí oxy đóng vai trò là khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh trên bề mặt kim loại nóng chảy trong khi khí argon đóng vai trò là khí khuấy được thổi vào kim loại nóng chảy qua lỗ gió thổi dưới đáy 4. Lượng sắt vụn nạp được điều chỉnh theo cách sao cho nhiệt độ của thép nóng chảy sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện oxy hóa là 1650°C .

Tinh luyện oxy hóa được thực hiện bằng cách nạp vôi sống hoạt động như một chất trợ dung gốc CaO từ một phễu (không được minh họa) nằm trên lò chuyển trong quá trình thổi oxy cho đến khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy là 0,05% theo khối lượng. Lượng vôi sống nạp được điều chỉnh theo cách sao cho độ kiềm $((\text{CaO}, \% \text{ theo khối lượng})/(\text{SiO}_2, \% \text{ theo khối lượng}))$ của xỉ được tạo ra trong lò chuyển là 2,5.

Ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò của lò chuyển 2 và chụp hút di động được chụp liên tục bằng máy ảnh quang phổ 6 đặt gần phía trước lò chuyển 2 trong khoảng thời gian đo Δt được xác định trước từ 1 đến 10 giây trong quá trình thổi oxy. Từ hình ảnh được chụp, phổ phát xạ (dữ liệu hình ảnh) được đo bằng bộ phân tích ảnh 7. Các phân tích để xác định bước sóng phát xạ và để tính toán cường độ phát xạ I_n tại mỗi bước sóng được thực hiện tại từng thời điểm trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của kết quả phổ phát xạ. Bước sóng (bước sóng cụ thể) được sử dụng là 610 nm. Các phân tích được thực hiện bằng phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do của dữ liệu hình ảnh.

Như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được tính toán bằng cách sử dụng cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể tại từng thời điểm và được sử dụng làm chỉ số của trạng thái trong lò chuyển ở từng thời điểm và vận hành lò chuyển đã được theo dõi. Như được trình bày trong Bảng 2, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh mỗi lần tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ thỏa mãn lớn hơn 1,8 sau khi bắt đầu thổi khí oxy từ ống thổi từ đỉnh. Cụ thể, tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh đã được điều chỉnh để gia tăng từ 833 Nm³/phút lên 1000 Nm³/phút. Độ cao ống đã được điều chỉnh giảm từ 3,0m xuống 2,55m. Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để giảm từ 30 Nm³/phút xuống 15 Nm³/phút.

Bảng 2

Số thứ tự hoạt động	Bước sóng cụ thể (nm)	Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ *	Thay đổi điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy **			Thời gian tinh luyện (phút)	Bụi trên mỗi đơn vị sản xuất (kg/thép nóng chảy-t)	Nhận xét
			Tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh	Độ cao ống	Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy			
1	610	1,93	○	○	○	15,1	17,5	Ví dụ
2	610	1,87	○	○	×	15,0	17,6	Ví dụ
3	610	1,92	×	×	○	14,9	18,5	Ví dụ
4	610	1,88	○	×	×	15,0	18,4	Ví dụ
5	610	1,91	×	○	×	14,9	17,9	Ví dụ
6	610	1,96	○	×	○	15,0	18,4	Ví dụ
7	610	2,27	×	×	○	14,9	18,5	Ví dụ
8	610	2,07	×	○	×	15,0	18,4	Ví dụ
9	-	-	○	○	○	14,9	20,4	Ví dụ so sánh

*) Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy $(=I_n/I_{n-1}-1)$

**) ○: được thay đổi, ×: không được thay đổi

Các điều chỉnh được thực hiện bằng cách truyền ngay lập tức các tín hiệu điều khiển từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 để vận hành mỗi lần tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ thỏa mãn lớn hơn 1,8. Trong trường hợp chỉ có một tập hợp con của các thiết bị điều khiển được vận hành giữa ba thiết bị điều khiển, tức là thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11, tín hiệu điều khiển không được truyền từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển không cần thiết và chỉ được truyền đến thiết bị điều khiển được yêu cầu.

Để làm ví dụ so sánh, việc vận hành được thực hiện trong đó tốc độ dòng khí oxy hóa, độ cao ống và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để đáp ứng các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy được mô tả ở trên tại thời điểm nồng độ silic trong sắt nóng chảy được ước tính ở mức dưới 0,02% theo khối lượng trên cơ sở

tính toán vật liệu nhiệt bằng máy tính xử lý hiện có, bất kể tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1).

Trong nửa sau của quá trình thổi oxy, trong mỗi lần vận hành, tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh đã giảm từ 1000 Nm³/phút xuống còn 833 Nm³/phút, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh đã giảm từ 2,5m xuống 2,0m, và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy đã gia tăng từ 15 Nm³/phút lên 30 Nm³/phút tại thời điểm nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được ước tính là 0,35% theo khối lượng trên cơ sở tính toán vật liệu nhiệt bởi máy tính xử lý hiện có.

Sau khi hoàn thành quá trình thổi oxy, tất cả bụi phát sinh trong mỗi hoạt động thổi oxy được thu thập và cân để xác định bụi trên mỗi đơn vị sản xuất (kg/thép nóng chảy-t). Bảng 2 cũng trình bày kết quả.

Trong mỗi ví dụ, lượng bụi trên mỗi đơn vị sản xuất thấp hơn so với ví dụ so sánh và sản lượng sắt được cải thiện. Các ví dụ và ví dụ so sánh gần như giống hệt nhau về thời gian tinh luyện.

Ví dụ 2

Trong cùng điều kiện vận hành lò chuyển như trong Ví dụ 1, ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò của lò chuyển 2 và chụp hút di động được chụp bằng máy ảnh quang phổ 6 nằm gần phía trước lò chuyển 2 trong quá trình thổi oxy. Từ hình ảnh được chụp, tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bằng công thức (2) trong đó số lượng S các số hạng được thêm vào trong trung bình động = 30 và số tự nhiên m = 30. Vận hành lò chuyển được theo dõi bằng cách sử dụng tỉ lệ thay đổi xác định trong trung bình động của cường độ phát xạ như là một chỉ số của trạng thái trong lò chuyển tại từng thời điểm. Ở đây, là "trị số ngưỡng đặt trước", 0,4 đã được sử dụng. Khoảng thời gian đo Δt là từ 1 đến 10 giây. Bước sóng (bước sóng cụ thể) được sử dụng là 610 nm.

Một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh tại từng thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ vượt quá trị số ngưỡng 0,4 sau khi bắt đầu thổi khí oxy từ ống thổi từ đỉnh

như được trình bày trong Bảng 3. Cụ thể, tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh được điều chỉnh để được gia tăng từ 833 Nm³/phút lên 1000 Nm³/phút. Độ cao ống đã được điều chỉnh để giảm từ 3,0m xuống 2,5m. Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để giảm từ 30 Nm³/phút xuống 15 Nm³/phút.

Như các ví dụ so sánh, việc vận hành được thực hiện trong đó một hoặc nhiều tốc độ dòng khí oxy hóa, độ cao ống, và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để đáp ứng các điều kiện thổi trên cùng và đáy điều kiện thổi được mô tả ở trên tại thời điểm nồng độ silic trong sắt nóng chảy được ước tính dưới 0,02% theo khối lượng trên cơ sở tính toán vật liệu nhiệt bằng máy tính xử lý hiện có, bất kể tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2).

Bảng 3

Số thứ tự hoạt động	Bước sóng cụ thể (nm)	Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ *	Thay đổi điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy **			Thời gian tinh luyện (phút)	Bụi trên mỗi đơn vị sản xuất (kg/thép nóng chảy-t)	Nhận xét
			Tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh	Độ cao ống	Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy			
11	610	0,45	○	○	○	15,1	17,5	Ví dụ
12	610	0,41	○	○	×	15,0	17,6	Ví dụ
13	610	0,51	×	×	○	14,9	18,5	Ví dụ
14	610	0,60	○	×	×	15,0	18,4	Ví dụ
15	610	0,49	×	○	×	14,9	17,9	Ví dụ
16	610	0,47	○	×	○	15,0	18,4	Ví dụ
17	-	-	○	×	×	15,1	21,2	Ví dụ so sánh
18	-	-	○	○	○	14,9	20,4	Ví dụ so sánh

*) Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy

**) ○: được thay đổi, ×: không được thay đổi

Sau khi hoàn thành quá trình thổi oxy, tất cả bụi phát sinh trong mỗi lần hoạt động thổi oxy được thu thập và cân để xác định bụi trên mỗi đơn vị sản xuất (kg/thép nóng chảy-t). Bảng 3 cũng trình bày kết quả.

Trong mỗi ví dụ, lượng bụi trên mỗi đơn vị sản xuất thấp hơn so với các ví dụ so sánh và sản lượng sắt được cải thiện. Các ví dụ và ví dụ so sánh gần như giống hệt nhau về thời gian tinh luyện.

Ví dụ 3

Kim loại nóng chảy đã được tinh luyện oxy hóa như trong các ví dụ 1 và 2 sử dụng cùng một hệ thống lò chuyển (lò chuyển trên cùng và dưới đáy) như trong ví dụ 1 và 2. Ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò của lò chuyển 2 và chụp hút di động được chụp liên tục bằng máy ảnh quang phổ 6 trong khoảng thời gian đo Δt 1 giây trong suốt quá trình thổi oxy phục vụ quá trình tinh luyện oxy hóa, như trong ví dụ 1 và 2. Từ hình ảnh được chụp, phổ phát xạ (dữ liệu hình ảnh) đã được đo và ghi lại bởi bộ phân tích ảnh 7.

Kết quả dữ liệu hình ảnh đã được phân tích ngoại tuyến. Về phân tích, các phân tích để xác định bước sóng phát xạ và tính toán cường độ phát xạ I_n tại mỗi bước sóng được thực hiện tại từng thời điểm trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ thu được (dữ liệu hình ảnh). Các phân tích được thực hiện bằng phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do của dữ liệu hình ảnh.

Bước sóng cụ thể được xác định là 610 nm. Như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được tính toán bằng cách sử dụng kết quả cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể tại từng thời điểm trong tổng số sáu mức: số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động được đặt ở ba mức 0 (giá trị tức thời), 10 và 30 và số tự nhiên m được đặt ở bốn cấp 1, 10, 30 và 60. Thời điểm kết quả là tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ vượt quá "trị số ngưỡng đặt trước là 0,4" được xác định là "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy" cho mỗi lần hoạt động thổi oxy.

Từ biểu đồ xu hướng của kết quả phổ phát xạ (dữ liệu hình ảnh), "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy" được xác định bằng phân tích thủ công. Trong phân tích thủ công, nhiều rõ ràng như sự hiện diện của màn hình, ví dụ, một cần trục, bị loại trừ. Tình trạng thổi oxy được giả định là do xu hướng của khí xả lò

chuyển và do đó được xác định toàn diện để xác định "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy (thời gian thổi phát hiện phù hợp)".

"Điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy (điểm thay đổi theo sáng chế)" được xác định từ tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được so sánh với "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy (thời điểm phát hiện phù hợp)" được xác định bằng phân tích thủ công. Trường hợp "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy (thời điểm phát hiện phù hợp)" được xác định bằng phân tích thủ công được khớp với điểm thay đổi theo sáng chế được gọi là "phát hiện phù hợp".

Trường hợp điểm thay đổi theo sáng chế sớm hơn "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy (thời điểm phát hiện phù hợp)" được xác định bởi phân tích thủ công được gọi là "phát hiện quá mức". Trường hợp điểm thay đổi theo sáng chế muộn hơn điểm được xác định bởi phân tích thủ công được gọi là "không phát hiện". "Không phát hiện" bao gồm trường hợp tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) không vượt quá "trị số ngưỡng đặt trước" thì không xác định "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy".

Bảng 4 trình bày kết quả so sánh cho mỗi số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động dưới dạng phần trăm (%) dựa trên tổng lượng được thay đổi.

Bảng 4

	Số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động	Số tự nhiên m	Tỉ lệ phần trăm dựa trên tổng lượng được thay đổi (%)		
			Phát hiện phù hợp	Phát hiện quá mức	Không phát hiện
Mức 1	0	1	64	36	0
Mức 2	10	1	75	8	17
Mức 3	10	10	87	11	2
Mức 4	30	10	76	2	22
Mức 5	30	30	92	5	3
Mức 6	30	60	78	4	18

Như được trình bày trong Bảng 4, trong tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động

của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), tỉ lệ phần trăm (%) của "phát hiện quá mức" khi số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động là 0 (giá trị tức thời) cao hơn so với trường hợp các số trong các số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động là 10 và 30.

Trong trường hợp số tự nhiên m trong công thức (2) lớn hơn số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động, tỉ lệ phần trăm (%) của "không phát hiện" là cao. Điều này chứng tỏ rằng trong tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), số tự nhiên m trong công thức (2) tốt hơn là bằng hoặc thấp hơn số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động từ quan điểm đạt được sự phát hiện phù hợp của "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy".

Ví dụ 4

Quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng chảy được thực hiện với lò chuyển trên cùng và dưới đáy có dung tích 300 tấn (khí oxy thổi trên cùng, khí argon thổi dưới đáy) có cấu trúc tương tự như lò chuyển 2 được minh họa trong Fig.4. Ống thổi từ đỉnh 3 được sử dụng gồm có năm vòi phun loại vòi phun Laval được bố trí trên phần đầu của nó, các vòi phun được bố trí đồng tâm với tâm trục của ống thổi từ đỉnh trong khoảng đều đặn và ở góc nghiêng phun là 15° . Các vòi phun có đường kính cổ lò d_1 là 73,6 mm và đường kính lỗ thoát d_e là 78,0 mm.

Sau khi sắt vụn được nạp vào lò chuyển, kim loại nóng chảy đã được xử lý khử lưu huỳnh và xử lý khử phospho trước và có nhiệt độ từ 1310°C đến 1360°C được nạp vào lò chuyển. Bảng 5 trình bày thành phần hóa học của kim loại nóng chảy.

Bảng 5

Thành phần hóa học của kim loại nóng chảy (% theo khối lượng)							Nhiệt độ của kim loại nóng chảy ($^\circ\text{C}$)
C	Si	Mn	P	S	Cr	Fe	
3,4-3,6	0,01-0,02	0,16-0,27	0,015-0,036	0,008-0,016	tr	còn lại	1310-1360

Quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng chảy được bắt đầu bằng cách

thổi khí oxy đóng vai trò là khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh 3 trên bề mặt kim loại nóng chảy trong khi khí argon đóng vai trò là khí khuấy được thổi vào kim loại nóng chảy qua lỗ gió thổi dưới đáy 4. Lượng sắt vụn nạp được điều chỉnh theo cách sao cho nhiệt độ của thép nóng chảy sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon là 1650°C.

Quá trình tinh luyện khử cacbon được thực hiện bằng cách nạp vôi sống hoạt động như một chất trợ dung gốc CaO từ phễu (không được minh họa) nằm trên lò chuyển trong quá trình tinh luyện khử cacbon cho đến khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy là 0,05% theo khối lượng. Lượng vôi sống nạp được điều chỉnh theo cách sao cho độ kiềm $((\text{CaO}, \% \text{ theo khối lượng})/(\text{SiO}_2, \% \text{ theo khối lượng}))$ của xỉ tạo ra trong lò chuyển là 2,5.

Nguồn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò của lò chuyển 2 và chụp hút di động được chụp liên tục bằng máy ảnh quang phổ 6 đặt gần phía trước lò chuyển 2 trong khoảng thời gian đo Δt được xác định trước từ 1 đến 10 giây trong thời gian tinh luyện khử cacbon. Từ hình ảnh được chụp, phổ phát xạ (dữ liệu hình ảnh) được đo bằng bộ phân tích ảnh 7. Các phân tích để xác định bước sóng phát xạ và để tính toán cường độ phát xạ I_n tại mỗi bước sóng được thực hiện tại từng thời điểm trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của kết quả phổ phát xạ. Bước sóng (bước sóng cụ thể) được sử dụng là 610 nm. Các phân tích được thực hiện bằng phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do của dữ liệu hình ảnh.

Như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, tỉ lệ (giá trị tức thời) của thay đổi trong cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được tính toán bằng cách sử dụng kết quả cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể tại từng thời điểm và được sử dụng làm chỉ số của trạng thái trong lò chuyển tại từng thời điểm và việc vận hành lò chuyển được theo dõi. "Trị số ngưỡng" là 1,8. Như được trình bày trong Bảng 6, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh tại thời điểm kết quả tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ thỏa mãn 1,8 hoặc ít hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon. Cụ thể, tốc độ dòng khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh đã được điều chỉnh để giảm từ 1000 Nm³/phút xuống

còn 833 Nm³/phút. Độ cao ống đã được điều chỉnh để giảm từ 3,0m xuống 2,5m. Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để gia tăng từ 15 Nm³/phút lên 30 Nm³/phút.

Bảng 6

Số thứ tự hoạt động	Bước sóng cụ thể (nm)	Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ *	Thay đổi điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy **			Thời gian tinh luyện (phút)	Tổng lượng sắt trong xỉ khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon (Tổng Fe, % theo khối lượng)	Nhận xét
			Tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh	Độ cao ống	Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy			
21	610	1,52	○	○	○	12,3	21,0	Ví dụ
22	610	1,47	○	○	×	12,3	21,7	Ví dụ
23	610	1,38	×	×	○	12,2	23,2	Ví dụ
24	610	1,55	○	×	×	12,3	22,4	Ví dụ
25	610	1,29	×	○	×	12,2	23,8	Ví dụ
26	610	1,41	○	×	○	12,3	21,8	Ví dụ
27	-	-	○	○	○	12,2	25,0	Ví dụ so sánh

*) Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy ($= (I_n/I_{n-1}) - 1$)

**) ○: được thay đổi, ×: không được thay đổi

Các điều chỉnh được thực hiện bằng cách truyền ngay các tín hiệu điều khiển từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 để vận hành mỗi lần tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ thỏa mãn từ 1,8 trở xuống. Trong trường hợp chỉ có một tập hợp con của các thiết bị điều khiển được vận hành trong số ba thiết bị điều khiển, tức là thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11, tín hiệu điều khiển không được truyền từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển không được yêu cầu và chỉ được truyền đến thiết bị điều khiển được yêu cầu.

Như một ví dụ so sánh, tốc độ dòng khí oxy hóa, độ cao ống và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để đáp ứng các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy được mô tả ở trên tại thời điểm nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được ước

tính ở mức 0,45% theo khối lượng trên cơ sở tính toán vật liệu nhiệt bằng máy tính xử lý hiện có, bất kể tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1).

Sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon, tổng hàm lượng sắt (Tổng Fe) trong xỉ được kiểm tra bằng phân tích huỳnh quang tia X. Bảng 6 cũng trình bày kết quả.

Tổng hàm lượng sắt của xỉ trong mỗi ví dụ thấp hơn so với trong ví dụ so sánh, và sản lượng sắt được cải thiện. Các ví dụ và ví dụ so sánh gần như giống hệt nhau về thời gian tinh luyện.

Ví dụ 5

Như với ví dụ 4, quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng chảy được thực hiện với lò chuyển trên cùng và dưới đáy có dung tích 300 tấn (khí oxy thổi trên cùng, khí argon thổi dưới đáy) có cấu trúc tương tự như lò chuyển 2 được minh họa trong Fig.4. Ống thổi từ đỉnh 3 được sử dụng gồm có năm vòi phun loại vòi phun Laval được bố trí trên phần đầu của nó, các vòi phun được bố trí đồng tâm với tâm trục của ống thổi từ đỉnh theo các khoảng đều đặn và ở góc nghiêng phun là 15° . Các vòi phun có đường kính cổ lò d_i là 73,6 mm và đường kính lỗ thoát d_e là 78,0 mm.

Sau khi sắt vụn được nạp vào lò chuyển, kim loại nóng chảy đã được xử lý khử lưu huỳnh và xử lý khử phospho trước và có nhiệt độ từ 1310°C đến 1360°C được nạp vào lò chuyển. Bảng 5 trình bày thành phần hóa học của kim loại nóng chảy.

Quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng chảy được bắt đầu bằng cách thổi khí oxy đóng vai trò là khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh 3 trên bề mặt kim loại nóng chảy trong khi khí argon đóng vai trò là khí khuấy được thổi vào kim loại nóng chảy qua lỗ gió thổi dưới đáy 4. Giống như ví dụ 4, lượng sắt vụn nạp được điều chỉnh theo cách sao cho nhiệt độ của thép nóng chảy sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon là 1650°C .

Như với ví dụ 4, quá trình tinh luyện khử cacbon được thực hiện bằng cách nạp vôi sống hoạt động như một chất trợ dung gốc CaO từ phễu (không được minh họa) nằm trên lò chuyển trong quá trình tinh luyện khử cacbon cho đến khi nồng độ cacbon trong

sắt nóng chảy là 0,05% theo khối lượng. Lượng vôi sống đã nạp được điều chỉnh theo cách sao cho độ kiềm $((\text{CaO}, \% \text{ theo khối lượng})/(\text{SiO}_2, \% \text{ theo khối lượng}))$ của xỉ tạo ra trong lò chuyển là 2,5.

Như với ví dụ 4, ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò của lò chuyển và chụp hút di động được chụp liên tục với máy ảnh quang phổ 6 đặt gần phía trước lò chuyển trong các khoảng thời gian đo Δt được xác định trước từ 1 đến 10 giây trong quá trình tinh luyện khử cacbon. Từ hình ảnh được chụp, phổ phát xạ (dữ liệu hình ảnh) được đo bằng bộ phân tích ảnh 7. Các phân tích để xác định bước sóng phát xạ và để tính toán cường độ phát xạ I_n tại mỗi bước sóng được thực hiện tại mỗi điểm trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của kết quả phổ phát xạ. Bước sóng (bước sóng cụ thể) được sử dụng là 610 nm. Các phân tích được thực hiện bằng phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do của dữ liệu hình ảnh.

Như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được tính toán bằng cách sử dụng kết quả cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể tại từng thời điểm và được sử dụng làm chỉ số của trạng thái trong lò chuyển tại từng thời điểm và việc vận hành lò chuyển được theo dõi. Việc tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được thực hiện bằng cách sử dụng trung bình động trong công thức (2), $m = 1$ và $S = 10$.

Trong lò chuyển được sử dụng, "trị số ngưỡng đặt trước" của tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) là 1,6 trong trường hợp $m = 1$ và trong đó $S = 10$.

Như được trình bày trong Bảng 7, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh tại thời điểm dẫn đến tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ là một giá trị được trình bày trong Bảng 7. Cụ thể, như với Ví dụ 4, tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh được điều chỉnh để giảm từ 1000 $\text{Nm}^3/\text{phút}$ xuống 833 $\text{Nm}^3/\text{phút}$. Độ cao ống đã được điều chỉnh để giảm từ 3,0m xuống 2,5m. Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để gia tăng từ 15 $\text{Nm}^3/\text{phút}$ lên 30

Nm³/phút.

Bảng 7

Số thứ tự hoạt động	Bước sóng cụ thể (nm)	Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ *	Thay đổi điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy **			Thời gian tinh luyện (phút)	Tổng lượng sắt trong xỉ khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon (Tổng Fe, % theo khối lượng)	Nhận xét
			Tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh	Độ cao ống	Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy			
31	610	1,44	○	○	○	12,3	21,0	Ví dụ
32	610	1,41	○	○	×	12,3	21,7	Ví dụ
33	610	1,32	×	×	○	12,2	23,2	Ví dụ
34	610	1,49	○	×	×	12,3	22,4	Ví dụ
35	610	1,26	×	○	×	12,2	213,8	Ví dụ
36	610	1,39	○	×	○	12,3	21,3	Ví dụ
37	610	1,58	○	○	○	12,2	22,2	Ví dụ
38	-	-	○	○	×	12,4	25,3	Ví dụ so sánh
39	-	-	○	○	○	12,2	25,0	Ví dụ so sánh

*) Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy

**) ○: được thay đổi, ×: không được thay đổi

Các điều chỉnh được thực hiện bằng cách truyền ngay các tín hiệu điều khiển từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 để vận hành tại thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ là giá trị được trình bày trong Bảng 7.

Như các ví dụ so sánh, một hoặc nhiều độ cao ống, tốc độ dòng khí oxy hóa và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để đáp ứng các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy được mô tả ở trên thời điểm khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được ước tính ở mức 0,45% theo khối lượng trên cơ sở tính toán vật liệu nhiệt

bằng máy tính xử lý hiện có, bất kể tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2).

Sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon, tổng hàm lượng sắt (Tổng Fe) trong xỉ được kiểm tra bằng phân tích huỳnh quang tia X. Bảng 7 cũng trình bày kết quả.

Như với ví dụ 4, trong mỗi ví dụ trong đó một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy lên được điều chỉnh tại thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn "trị số ngưỡng đặt trước" (ở đây, 1,6) hoặc ít hơn, tổng hàm lượng sắt trong xỉ thấp hơn so với các ví dụ so sánh và sản lượng sắt đã được cải thiện. Các ví dụ và ví dụ so sánh gần như giống hệt nhau về thời gian tinh luyện.

Ví dụ 6

Kim loại nóng chảy đã được tinh luyện khử cacbon như trong ví dụ 4 và 5 sử dụng cùng một hệ thống lò chuyển. Tổng cộng trong mỗi 29 lần nạp, ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò của lò chuyển 2 và chụp hút di động liên tục được chụp bằng máy ảnh quang phổ 6 trong khoảng thời gian đo Δt được xác định trước từ 1 đến 10 giây trong suốt thời gian thổi oxy trong quá trình tinh luyện khử cacbon, như trong ví dụ 4 và 5. Từ hình ảnh được chụp, phổ phát xạ (dữ liệu hình ảnh) được đo và ghi lại bằng bộ phân tích ảnh 7.

Kết quả dữ liệu hình ảnh đã được phân tích ngoại tuyến. Về việc phân tích, các phân tích để xác định bước sóng phát xạ và tính toán cường độ phát xạ I_n tại mỗi bước sóng được thực hiện tại từng thời điểm trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ thu được (dữ liệu hình ảnh). Các phân tích được thực hiện bằng phân tích dòng trên dòng quét được chọn tự do của dữ liệu hình ảnh.

Bước sóng cụ thể được xác định là 610 nm. Như sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được tính toán bằng kết quả cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể tại từng thời điểm ở ba mức của các số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động: 0 (giá trị tức thời), 10 và 30. Số tự nhiên m là 1. Thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động

của cường độ phát xạ bằng hoặc nhỏ hơn "trị số ngưỡng đặt trước" được xác định là "điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy" cho mỗi thao tác.

Từ biểu đồ xu hướng của kết quả phổ phát xạ (dữ liệu hình ảnh), "điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy" được xác định bằng phân tích thủ công. Trong phân tích thủ công, nhiều rõ ràng như sự xuất hiện trên màn hình, ví dụ, một cần trục, được loại trừ và "điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy (thời điểm phát hiện phù hợp)" đã được xác định.

"Điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy (điểm thay đổi theo sáng chế)" được xác định từ tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được so sánh với "điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy (thời điểm phát hiện phù hợp)" được xác định bằng phân tích thủ công. Trường hợp "điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy (thời điểm phát hiện phù hợp)" được xác định bằng phân tích thủ công được khớp với điểm thay đổi theo sáng chế được gọi là "phát hiện phù hợp".

Trường hợp điểm thay đổi dựa theo sáng chế sớm hơn 10 giây hoặc sớm hơn so với "điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy (thời điểm phát hiện phù hợp)" được xác định bởi phân tích thủ công được gọi là "Phát hiện quá mức". Trường hợp điểm thay đổi theo sáng chế là 10 giây hoặc muộn hơn điểm được xác định bởi phân tích thủ công được gọi là "không phát hiện". "Không phát hiện" gồm có trường hợp tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) không phải là "trị số ngưỡng đặt trước" hoặc ít hơn thì không xác định "điểm thay đổi các điều kiện thời trên cùng và điều kiện thời dưới đáy".

Bảng 8 trình bày kết quả so sánh cho mỗi số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động dưới dạng phần trăm (%) dựa trên tổng lượng được đã thay đổi.

Bảng 8

	Số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động	Số tự nhiên m	Tỉ lệ phần trăm dựa trên tổng lượng được thay đổi (%)		
			Phát hiện phù hợp	Phát hiện quá mức	Không phát hiện
Mức 11	0	1	62	38	0
Mức 12	10	1	87	10	3
Mức 13	30	1	84	9	7

Như được trình bày trong Bảng 8, khi tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), tỉ lệ phần trăm (%) của "phát hiện quá mức" khi số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động là 0 (giá trị tức thời) là cao hơn so với những trường hợp số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động là 10 và 30. Điều này chứng tỏ rằng trong tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), một tính toán sử dụng trung bình động được ưu tiên theo quan điểm để đạt được phát hiện phù hợp về "điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy".

Ví dụ 7

Xử lý khử silic, xử lý khử phospho và quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng chảy 5 được thực hiện với hai lò chuyển trên cùng và dưới đáy có dung tích 300 tấn (khí oxy thổi trên cùng, khí argon thổi dưới đáy) mỗi loại có cùng cấu trúc như lò chuyển 2 được minh họa trong Fig.4. Xử lý khử silic và xử lý khử phospho được thực hiện bằng cách sử dụng lò chuyển thứ nhất. Việc tinh luyện khử cacbon được thực hiện bằng lò chuyển thứ hai. Ống thổi từ đỉnh 3 được sử dụng gồm có năm vòi phun loại vòi phun Laval được bố trí trên phần đầu của nó, các vòi phun được bố trí đồng tâm với tâm trục của ống thổi từ đỉnh trên các khoảng đều đặn và ở góc nghiêng phun là 15° . Các vòi phun có đường kính cổ lò d_i là 73,6 mm và đường kính lỗ thoát d_e là 78,0 mm.

Sau khi sắt vụn được nạp vào lò chuyển thứ nhất, 300 tấn kim loại nóng chảy đã được xử lý khử lưu huỳnh trước và có nhiệt độ từ 1260°C đến 1280°C được nạp vào lò chuyển thứ nhất. Bảng 1 trình bày thành phần hóa học của kim loại nóng chảy.

Quá trình xử lý khử silic của kim loại nóng chảy được bắt đầu bằng cách thổi khí

oxy đóng vai trò là khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh lên bề mặt kim loại nóng chảy trong khi khí nitơ đóng vai trò là khí khuấy được thổi vào kim loại nóng chảy qua lỗ gió thổi dưới đáy 4. Lượng sắt vụn nạp được điều chỉnh theo cách sao cho nhiệt độ của thép nóng chảy sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển thứ hai là 1650°C.

Nguồn lửa cháy ở cổ lò 12 được nhìn thấy từ khe hở giữa cổ lò của lò chuyển 2 và chụp hút di động được chụp liên tục bằng máy ảnh quang phổ 6 đặt gần phía trước lò chuyển 2 trong khoảng thời gian đo Δt được xác định trước từ 1 đến 10 giây trong thời gian thổi oxy. Hình ảnh được chụp được phân tích bởi bộ phân tích ảnh 7. Một phân tích để tính toán cường độ phát xạ I_n tại bước sóng 610 nm được thực hiện tại từng thời điểm.

Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), trong đó số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động = 30 và số tự nhiên $m = 30$, được tính toán bằng kết quả cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể tại từng thời điểm và được sử dụng như một chỉ số của trạng thái trong lò chuyển tại từng thời điểm và việc vận hành lò chuyển được theo dõi. Bước khử xỉ bằng cách xả xỉ khử silic được thực hiện tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán vượt quá trị số ngưỡng 0,4 như được trình bày trong Bảng 9. Ở đây, "xỉ khử silic" đề cập đến xỉ được tạo ra trong xử lý khử silic.

Bảng 9

Số thứ tự hoạt động	Bước sóng cụ thể (nm)	Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ *	Tổng lượng sắt trong xỉ khử silic (Tổng Fe, % theo khối lượng) **	Nhận xét
41	610	0,48	9,6	Ví dụ
42	610	0,52	10,1	Ví dụ
43	610	0,42	10,5	Ví dụ
44	-	-	13,1	Ví dụ so sánh
45	-	-	15,2	Ví dụ so sánh

*) Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ tại thời điểm thực hiện bước khử xỉ.

Như các ví dụ so sánh, bước xả xỉ khử silic được thực hiện tại thời điểm khi nồng độ silic trong sắt nóng chảy được ước tính là 0,02% theo khối lượng trên cơ sở tính toán

vật liệu nhiệt bằng máy tính xử lý hiện có, bất kể tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2).

Xi khử silic được xả ra trong bước khử xi được thu thập. Tổng hàm lượng sắt (Tổng Fe) trong xi được kiểm tra bằng phân tích huỳnh quang tia X. Bảng 9 cũng trình bày kết quả phân tích tổng hàm lượng sắt (Tổng Fe) của xi khử silic. Tổng hàm lượng sắt của xi khử silic trong mỗi ví dụ thấp hơn so với các ví dụ so sánh, và sản lượng sắt được cải thiện.

Sau khi xi khử silic được xả ra, kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển thứ nhất đã được xử lý khử phospho bằng cách nạp vôi sống dưới dạng chất trợ dung gốc CaO và thổi khí oxy đóng vai trò như một loại khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh trên bề mặt của kim loại nóng chảy cho đến khi nồng độ phospho trong sắt nóng chảy là 0,035% theo khối lượng.

Kim loại nóng chảy được xả ra từ lò chuyển thứ nhất sang một bình chứa kim loại nóng chảy. Kim loại nóng chảy xả ra được nạp vào lò chuyển thứ hai. Khí oxy đóng vai trò như một khí oxy hóa được thổi từ ống thổi từ đỉnh trên bề mặt kim loại nóng chảy để bắt đầu quá trình tinh luyện khử cacbon. Quá trình tinh luyện khử cacbon được thực hiện bằng cách nạp vôi sống hoạt động như một chất trợ dung gốc CaO từ phễu đặt phía trên lò chuyển trong quá trình tinh luyện khử cacbon cho đến khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy là 0,05% theo khối lượng. Lượng vôi sống nạp được điều chỉnh theo cách sao cho độ kiềm $((\text{CaO}, \% \text{ theo khối lượng})/(\text{SiO}_2, \% \text{ theo khối lượng}))$ của xi tạo ra trong lò chuyển là 2,5.

Cũng trong quá trình tinh luyện khử cacbon, phổ của ngọn lửa cháy ở cổ lò 12 được phân tích theo cách tương tự như trong xử lý khử silic. Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) ($m = 1$, $S = 0$) đã được tính toán và việc vận hành lò chuyển được theo dõi. Như được trình bày trong Bảng 10, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống, và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh tại từng thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn một trị số ngưỡng (= 1,6) hoặc ít hơn. Cụ thể, tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh đã được điều chỉnh để

giảm từ 1000 Nm³/phút xuống còn 833 Nm³/phút. Độ cao ống được điều chỉnh để giảm từ 2,5m xuống còn 2,0m. Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để gia tăng từ 15 Nm³/phút lên 30 Nm³/phút.

Bảng 10

Số thứ tự hoạt động	Bước sóng cụ thể (nm)	Tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ *	Thay đổi điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy **			Thời gian tinh luyện (phút)	Tổng lượng sắt trong xỉ khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon (Tổng Fe, % theo khối lượng)	Nhận xét
			Tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh	Độ cao ống	Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy			
51	610	1,52	○	○	○	12,3	21,0	Ví dụ
52	610	1,47	○	○	×	12,3	21,7	Ví dụ
53	610	1,38	×	×	○	12,2	23,2	Ví dụ
54	610	1,55	○	×	×	12,3	22,4	Ví dụ
55	610	1,29	×	○	×	12,2	23,8	Ví dụ
56	610	1,41	○	×	○	12,3	21,8	Ví dụ
57	-	-	○	○	○	12,2	25,0	Ví dụ so sánh

*) Tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ tại thời điểm thay đổi các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới đáy

**) ○: được thay đổi, ×: không được thay đổi

Các điều chỉnh được thực hiện bằng cách truyền ngay các tín hiệu điều khiển từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11 để vận hành mỗi lần tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ thỏa mãn trị số ngưỡng hoặc ít hơn. Trong trường hợp chỉ có một tập hợp con của các thiết bị điều khiển được vận hành trong số ba thiết bị điều khiển, tức là thiết bị điều khiển độ cao ống 9, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa 10 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy 11, tín hiệu điều khiển không được truyền từ máy tính điều khiển 8 đến thiết bị điều khiển không được yêu cầu và chỉ được truyền đến thiết bị điều khiển được yêu cầu.

Như ví dụ so sánh, tốc độ dòng khí oxy hóa, độ cao ống, và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để đáp ứng các điều kiện thổi trên cùng và điều kiện thổi dưới

đáy được mô tả ở trên tại thời điểm nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy được ước tính là 0,35% theo khối lượng trên cơ sở tính toán vật liệu nhiệt bằng máy tính xử lý hiện có, bất kể tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2).

Sau khi hoàn thành quá trình tinh luyện khử cacbon, tổng hàm lượng sắt (Tổng Fe) trong xỉ được kiểm tra bằng phân tích huỳnh quang tia X. Bảng 10 cũng trình bày kết quả.

Trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển thứ hai, tổng hàm lượng xỉ trong mỗi ví dụ thấp hơn so với ví dụ so sánh, và sản lượng sắt được cải thiện. Các ví dụ và ví dụ so sánh gần như giống hệt nhau về thời gian tinh luyện.

Ví dụ 8

Hệ thống lò chuyển tương tự (lò chuyển trên cùng và dưới đáy) và phương pháp vận hành tương tự như trong ví dụ 7 đã được sử dụng. Về điều kiện phân tích của bộ phân tích ảnh 7 cho lò chuyển thứ hai, tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được tính toán theo tổng cộng sáu cấp: số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động là được đặt ở ba mức 0 (giá trị tức thời), 10 và 30 và số tự nhiên m được đặt ở bốn mức 1, 10, 30 và 60. Thời điểm tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ là 1,6 hoặc ít hơn, một máy đo phụ được thêm vào để đo nhiệt độ của sắt nóng chảy và nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy, và đồng thời, một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống, và tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh.

Cụ thể, tốc độ dòng khí oxy từ ống thổi từ đỉnh đã được điều chỉnh để giảm từ 1000 Nm³/phút xuống còn 833 Nm³/phút. Độ cao ống được điều chỉnh để giảm từ 2,5m xuống còn 2,0m. Tốc độ dòng khí thổi dưới đáy được điều chỉnh để gia tăng từ 15 Nm³/phút lên 30 Nm³/phút.

Trường hợp giá trị đo nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy với máy đo phụ là 0,35% ± 0,05% theo khối lượng được xác định là phát hiện phù hợp. Trường hợp giá trị đo nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy với máy đo phụ là hơn 0,40% theo khối lượng được xác định là phát hiện quá mức. Trường hợp giá trị đo nồng độ cacbon trong sắt

nóng chảy với máy đo phụ nhỏ hơn 0,30% theo khối lượng được xác định là không phát hiện. Một so sánh được thực hiện cho mỗi số S của các số hạng được thêm vào. Bảng 11 trình bày kết quả về tỉ lệ phần trăm (%) dựa trên tổng lượng được thay đổi.

Bảng 11

	Số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động	Số tự nhiên m	Tỉ lệ phần trăm dựa trên tổng lượng được thay đổi (%)		
			Phát hiện phù hợp	Phát hiện quá mức	Không phát hiện
Mức 21	0	1	64	36	0
Mức 22	10	1	75	8	17
Mức 23	10	10	87	11	2
Mức 24	30	10	76	2	22
Mức 25	30	30	90	6	4
Mức 26	30	60	78	4	18

Như được trình bày trong Bảng 11, trong tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), khi số S của các số hạng được thêm vào trong trung bình động là 0 (giá trị tức thời), tỉ lệ phần trăm của "phát hiện quá mức" là cao, so với các trường hợp giá trị của S là 10 và 30. Trong trường hợp S và m có cùng giá trị, tỉ lệ "phát hiện phù hợp" cao. Đặc biệt, trong trường hợp S = 30 và trong đó m = 30, "phát hiện phù hợp" có thể đạt được với tỉ lệ cao nhất.

Những kết quả này đã chứng minh rằng trong tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2), tốt hơn là sử dụng trung bình động và m và S trong công thức (2) có cùng giá trị từ quan điểm đạt được phát hiện phù hợp.

Danh sách các số chỉ dẫn

1 hệ thống lò chuyển

2 lò chuyển

3 ống thổi từ đỉnh

4 lỗ gió thổi dưới đáy

5 kim loại nóng chảy

- 6 máy ảnh quang phổ
- 7 bộ phân tích ảnh
- 8 máy tính điều khiển
- 9 thiết bị điều khiển độ cao ống
- 10 thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy hóa
- 11 thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí thổi dưới đáy
- 12 ngọn lửa cháy ở cổ lò
- 13 luồng khí oxy hóa
- 14 cổ lò
- 15 chụp hút di động
- 16 đường ống cấp khí oxy hóa đến ống thổi từ đỉnh
- 17 đường ống cấp nước mát đến ống thổi từ đỉnh
- 18 ống xả nước mát từ ống thổi từ đỉnh
- 19 lỗ vòi
- 20 ngọn lửa cháy ở lỗ vòi
- 21 vỏ thép
- 22 vật liệu chịu lửa
- 23 xỉ

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển trong đó kim loại nóng chảy trong lò chuyển trải qua quá trình tinh luyện oxy hóa bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được; và

giả định sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển phù hợp với sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán.

2. Phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển theo điểm 1, trong đó tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được mô tả dưới đây được tính toán như sự thay đổi theo thời gian về cường độ phát xạ, và sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển được giả định là phù hợp với tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tính toán theo thời gian:

$$\text{tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , I_{n-1} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n , Δt là khoảng thời gian đo, và đơn vị của Δt là giây.

3. Phương pháp theo dõi sự vận hành của lò chuyển theo điểm 1, trong đó tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán như sự thay đổi theo thời gian về cường độ phát xạ, và sự thay đổi trạng thái trong lò chuyển được giả định là phù hợp với tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán:

$$\text{tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S)/[(I_n^S + I_{n-m}^S)/2] \cdots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể

dựa trên thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động, S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn, Δt là khoảng thời gian đo, và đơn vị của Δt là giây.

4. Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy để kim loại nóng chảy được khử silic, khử phospho và khử cacbon,

kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được;

xác định kết thúc giai đoạn khử silic phù hợp với sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán; và

sau khi xác định kết thúc giai đoạn khử silic, điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy.

5. Phương pháp vận hành lò chuyển theo điểm 4, trong đó tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được mô tả dưới đây được tính toán như là sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, và kết thúc giai đoạn khử silic được xác định theo thời gian khi tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tính toán lớn hơn trị số ngưỡng đặt trước sau khi bắt đầu thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh:

$$\text{tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , I_{n-1} là

cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n , Δt là khoảng thời gian đo, và đơn vị của Δt là giây.

6. Phương pháp vận hành lò chuyển theo điểm 4, trong đó tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ, và kết thúc giai đoạn khử silic được xác định bởi thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán lớn hơn trị số ngưỡng đặt trước sau khi bắt đầu thổi khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh:

$$\text{tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động, S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn, Δt là khoảng thời gian đo, và đơn vị của Δt là giây.

7. Phương pháp vận hành lò chuyển theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6, trong đó sự điều chỉnh sau khi xác định kết thúc giai đoạn khử silic là để làm giảm độ cao ống của ống thổi từ đỉnh hoặc làm giảm tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí tro thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy, trong khi tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh được tăng lên.

8. Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí tro qua lỗ gió thổi dưới đáy để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình tinh luyện khử cacbon, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được;

xác nhận, phù hợp với sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ được tính toán trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon, rằng bước xác định tốc độ phản ứng khử cacbon đã được thay đổi từ việc cung cấp oxy sang sự chuyển khối cacbon trong sắt nóng chảy; và

sau đó điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy.

9. Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình tinh luyện khử cacbon, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (1) được mô tả dưới đây là sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được; và

điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ được tính toán thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon:

$$\text{tỉ lệ thay đổi cường độ phát xạ} = (I_n/I_{n-1}) - 1 \cdots (1)$$

trong đó I_n là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_n , I_{n-1} là cường độ phát xạ (a.u.) tại bước sóng cụ thể tại thời điểm T_{n-1} Δt giây (s) trước thời điểm T_n , và Δt là khoảng thời gian đo và đơn vị của Δt là giây.

10. Phương pháp vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa vào kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ ống thổi từ đỉnh hoặc, ngoài ra, thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua lỗ gió thổi dưới đáy để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình tinh luyện khử cacbon, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển;

tính toán tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây là sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được; và

điều chỉnh một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh, và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon:

$$\text{tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động, S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn, Δt là khoảng thời gian đo và đơn vị của Δt là giây.

11. Phương pháp vận hành lò chuyển theo điểm 9 hoặc 10, trong đó việc điều chỉnh tại thời điểm khi trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn được thỏa mãn là để làm giảm độ cao ống của ống thổi từ đỉnh hoặc gia tăng tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy, trong khi tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh giảm xuống.

12. Phương pháp để vận hành một lò chuyển bao gồm:

bước xử lý khử silic bằng cách cung cấp kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trong lò chuyển với khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình khử silic;

bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic từ lò chuyển;

sau bước khử xỉ, bước xử lý khử phospho bằng cách bổ sung chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển và cung cấp khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh vào lò chuyển để đưa kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển vào quá trình khử phospho; và

sau bước xử lý khử phospho, bước rút bằng cách xả kim loại nóng chảy đã được khử phospho từ lò chuyển sang bể chứa kim loại nóng chảy,

trong đó, ở bước xử lý khử silic, đo phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển,

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán như là sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được, và

bước khử xỉ được thực hiện khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán lớn hơn trị số ngưỡng đặt trước:

$$\text{tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \quad \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động, S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn, và Δt là khoảng thời gian đo và đơn vị của Δt là giây.

13. Phương pháp để vận hành lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách tinh luyện oxy hóa kim loại nóng chảy trong một lò chuyển, trong đó phương pháp này bao gồm:

bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho, được thực hiện liên tục, cung cấp kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trong lò chuyển với khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh và bổ sung chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình khử silic;

sau đó, bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho; và

sau bước khử xỉ, bước tinh luyện khử cacbon bằng cách bổ sung chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển và cung cấp khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh vào lò chuyển để đưa kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển vào quá trình khử cacbon.

trong đó trong bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển được đo,

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán như là sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được, và

bước khử xỉ bằng cách xả xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic hoặc bước xử lý khử silic và bước xử lý khử phospho được thực hiện tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán lớn hơn trị số ngưỡng đặt trước, tại thời điểm khi khoảng thời gian xác định trước trôi qua dựa trên thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán lớn hơn trị số ngưỡng đặt trước hoặc tại thời điểm lượng oxy xác định trước được cung cấp:

$$\text{tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \quad \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là

trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động, S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn, Δt là khoảng thời gian đo và đơn vị của Δt là giây.

14. Phương pháp vận hành hai lò chuyển trong đó thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy, hai lò chuyển bao gồm: lò chuyển thứ nhất và lò chuyển thứ hai, lò chuyển thứ nhất được sử dụng làm lò chuyển xử lý sơ bộ cho kim loại nóng chảy, lò chuyển thứ hai được sử dụng làm lò chuyển khử cacbon cho kim loại nóng chảy đã được trải qua quá trình xử lý sơ bộ trong lò chuyển xử lý sơ bộ, trong đó phương pháp này bao gồm các bước, trong quá trình xử lý sơ bộ:

bước xử lý khử silic bằng cách cung cấp kim loại nóng chảy chứa 0,02% hoặc lớn hơn theo khối lượng silic trong lò chuyển xử lý sơ bộ bằng khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh để đưa kim loại nóng chảy vào quá trình khử silic, bước khử xỉ bằng cách xả ra ít nhất một phần xỉ được tạo ra trong bước xử lý khử silic từ lò chuyển xử lý sơ bộ, và sau bước khử xỉ, bước xử lý khử phospho bằng cách bổ sung chất trợ dung gốc CaO vào lò chuyển xử lý sơ bộ và cung cấp khí oxy hóa từ ống thổi từ đỉnh vào lò chuyển xử lý sơ bộ để đưa kim loại nóng chảy còn lại trong lò chuyển xử lý sơ bộ vào quá trình khử phospho, bước xử lý khử silic, bước khử xỉ và bước xử lý khử phospho được bao gồm trong quá trình xử lý sơ bộ,

trong đó ở bước xử lý khử silic, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò phát ra từ cổ lò của lò chuyển xử lý sơ bộ hoặc phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi được quan sát qua lỗ vòi của lò chuyển xử lý sơ bộ được đo,

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được,

bước khử xỉ được thực hiện khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán lớn hơn trị số ngưỡng đặt trước,

trong đó, trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển khử cacbon, phổ phát xạ của ngọn lửa cháy ở cổ lò từ cổ lò của lò chuyển khử cacbon hoặc phổ phát xạ

của ngọn lửa cháy ở lỗ vòi thông qua lỗ vòi của lò chuyển khử cacbon được đo,

tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được xác định bởi công thức (2) được mô tả dưới đây được tính toán bằng sự thay đổi theo thời gian của cường độ phát xạ trong khoảng bước sóng từ 580 đến 620 nm của phổ phát xạ đo được, và

một hoặc hai hoặc nhiều thông số trong số các thông số: tốc độ dòng khí oxy hóa thổi từ ống thổi từ đỉnh, độ cao ống của ống thổi từ đỉnh và tốc độ dòng khí oxy hóa hoặc khí trơ thổi qua lỗ gió thổi dưới đáy được điều chỉnh tại thời điểm khi tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ được tính toán thỏa mãn trị số ngưỡng đặt trước hoặc nhỏ hơn trong nửa sau của quá trình tinh luyện khử cacbon:

$$\text{tỉ lệ thay đổi trung bình động của cường độ phát xạ} = (I_n^S - I_{n-m}^S) / [(I_n^S + I_{n-m}^S) / 2] \dots (2)$$

trong đó I_n^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào; và I_{n-m}^S là trung bình động (a.u.) của cường độ phát xạ tại bước sóng cụ thể dựa trên thời điểm T_{n-m} ($\Delta t \times m$) giây (s) trước thời điểm T_n , trong đó S là số lượng các số hạng được thêm vào, m là số tự nhiên, S là số lượng các số hạng được thêm vào trong trung bình động, S là số nguyên bằng 0 hoặc lớn hơn, Δt là khoảng thời gian đo và đơn vị của Δt là giây.

1/4

FIG. 1

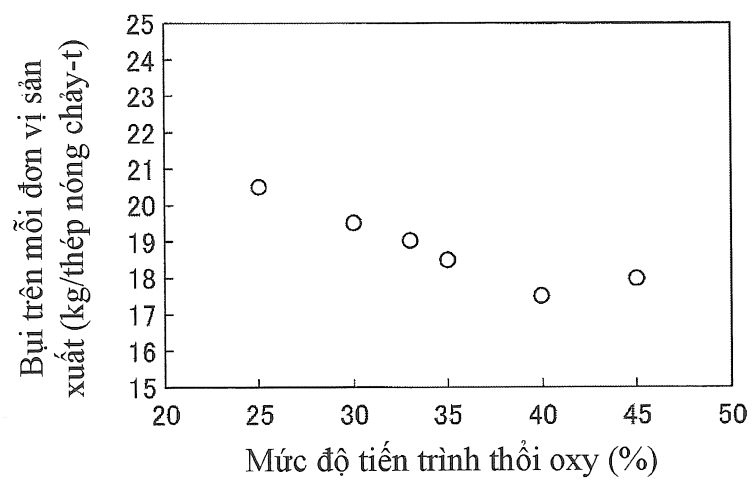
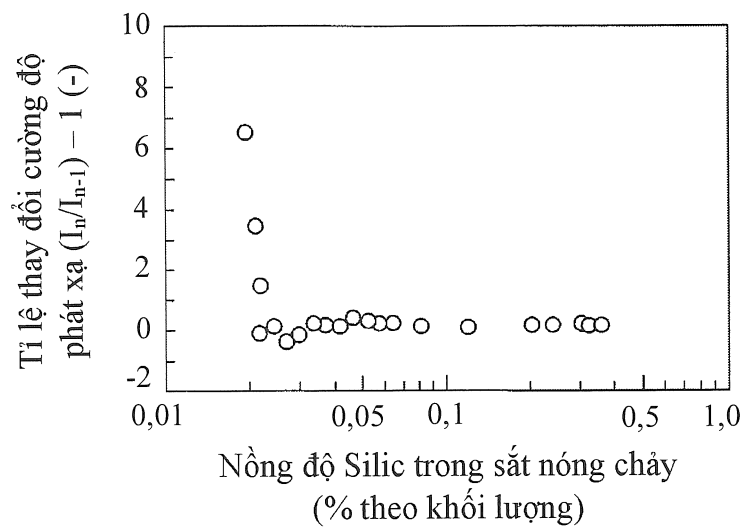


FIG. 2



2/4

FIG. 3

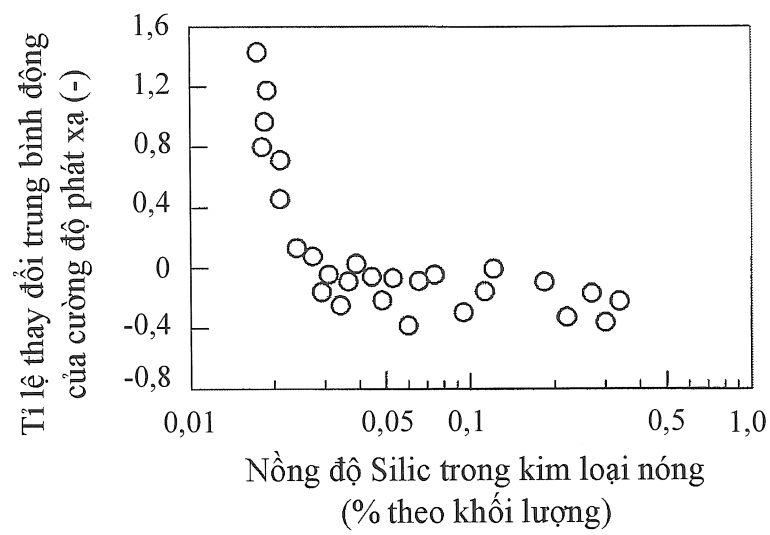
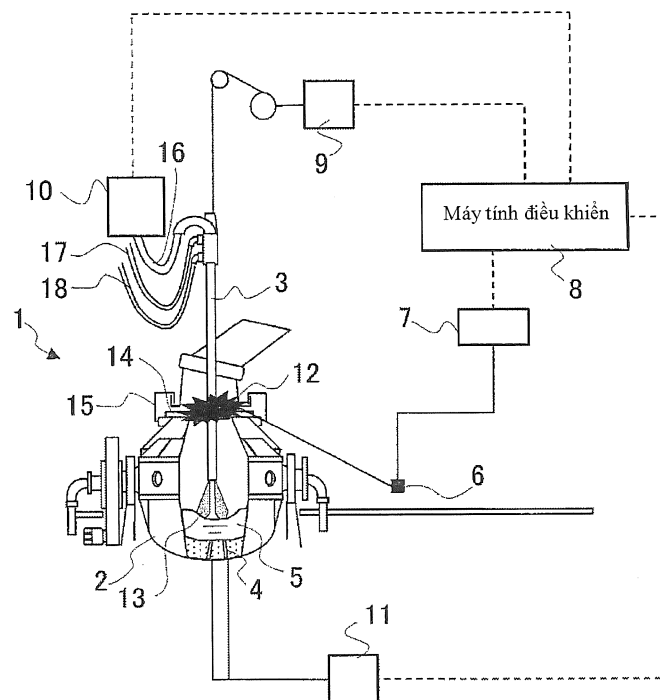


FIG. 4



3/4

FIG. 5

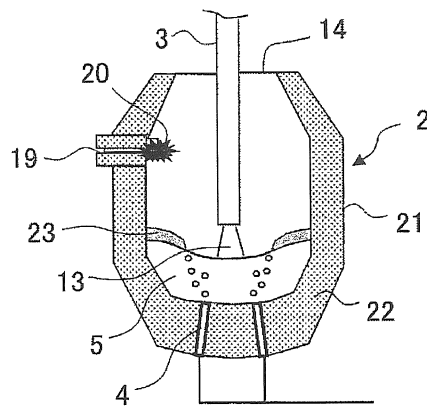
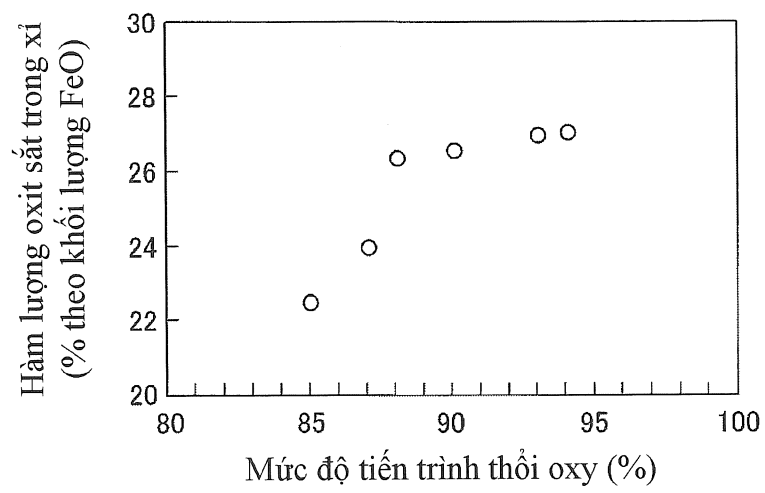


FIG. 6



4 / 4

FIG. 7

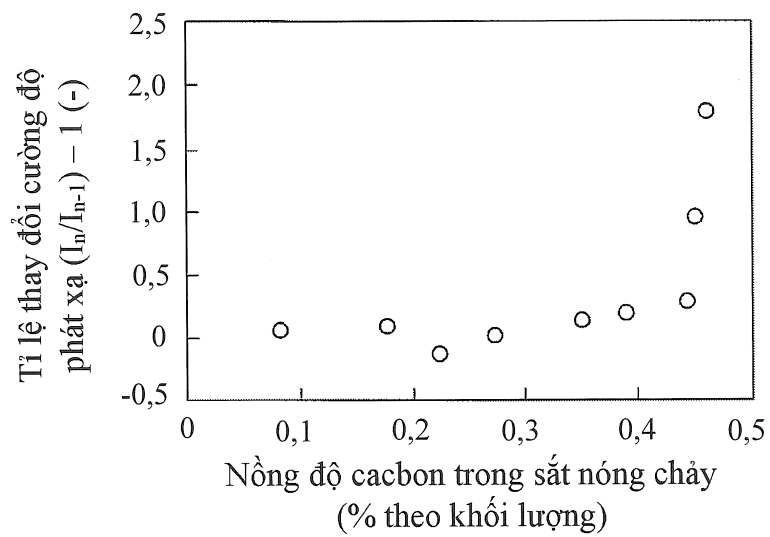


FIG. 8

