



(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)



1-0030048

(51)⁷ C21C 5/46; C21C 5/35

(13) B

(21) 1-2016-02294

(22) 18/11/2014

(86) PCT/JP2014/005764 18/11/2014

(87) WO 2015/079646 A1 04/06/2015

(30) 2013-246076 28/11/2013 JP

(45) 25/11/2021 404

(43) 26/09/2016 342A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

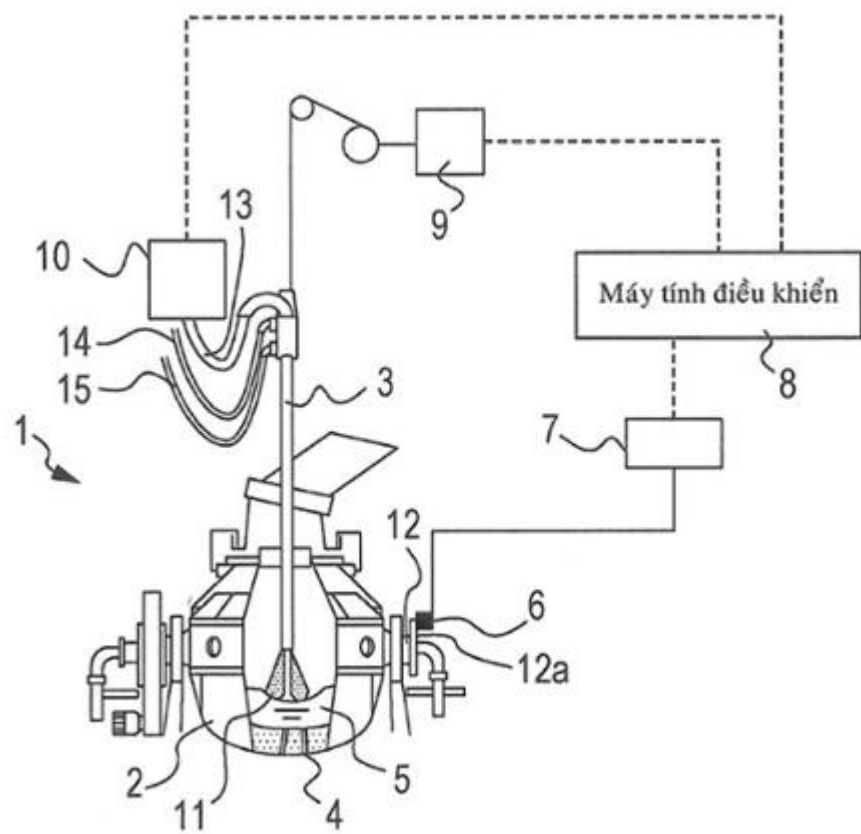
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) TAKAHASHI, Yukio (JP); UCHIDA, Yuichi (JP); INOUE, Shuta (JP); IKAGAWA, Toru (JP); MIKI, Yuji (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò CHUYỂN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp theo dõi hoạt động và phương pháp vận hành lò chuyển. Sự phân tán kim loại nóng chảy và sự giảm tỷ lệ sản lượng sắt do phân tán được hạn chế bằng cách hạn chế các biến động của kim loại nóng chảy khi bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thực hiện việc thổi trên của khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh. Phương pháp theo dõi hoạt động của lò chuyển theo sáng chế bao gồm, khi bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh (3) lên trên kim loại nóng chảy (5) trong lò chuyển hoặc bằng cách thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua vòi phun thổi đáy (4) vào kim loại nóng chảy trong khi thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy, quan sát sự rung của lò chuyển (2) và theo dõi tần số rung của lò chuyển, mà được lấy ra bằng cách thực hiện phân tích tần số trên các trị số quan sát được, trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp theo dõi hoạt động và phương pháp vận hành cho hoạt động của lò chuyển mà ở trong đó có thép nóng chảy được sản xuất từ kim loại nóng chảy bằng cách thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy, và, cụ thể, phương pháp theo dõi hoạt động của lò chuyển và phương pháp vận hành lò chuyển mà có thể làm giảm lượng sắt bám dính vào, ví dụ, cửa lò nung và thành lò nung và lượng sắt bị phun ra khỏi lò nung ở dạng bụi hoặc dạng tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khi hoạt động với tốc độ nạp khí oxy tăng lên trên mỗi thời gian đơn vị được sử dụng cho bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy trong lò chuyển từ khía cạnh làm tăng năng suất của lò chuyển, sẽ làm tăng lượng sắt bị phân tán ra bên ngoài lò nung ở dạng, ví dụ, bụi và lượng sắt bị dính vào và/hoặc bị lắng đọng trên một phần ở gần cửa lò nung và thành lò nung. Mặc dù sắt như vậy cuối cùng cũng được thu hồi và tái sử dụng làm nguồn sắt, trong trường hợp lượng sắt như vậy tăng lên, sẽ làm tăng các chi phí vận hành để loại bỏ sắt bám dính và thu hồi sắt bị phân tán, và làm giảm tốc độ hoạt động của lò chuyển. Do đó, việc làm giảm lượng sắt như vậy là một trong các vấn đề quan trọng được nhắm đến.

Do đó, nhiều thử nghiệm và nghiên cứu đã được thực hiện liên quan đến sự tạo ra bụi và hạn chế sự tạo ra bụi ở bước tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển. Kết quả là, đã làm rõ được các cơ chế tạo ra bụi được chia rộng thành hai nhóm, trong đó một nhóm bao gồm [1] các cơ chế tạo ra bụi liên quan đến các hiện tượng vỡ bong bóng (ví dụ, hiện tượng các hạt sắt bị phân tán do sự phun tỏa và/hoặc do các bong bóng khí CO phát ra từ bề mặt của kim loại nóng chảy) và nhóm kia bao gồm [2] các cơ chế tạo ra bụi liên quan đến các luồng khói (sự bay hơi của các nguyên tử sắt ở nhiệt độ cao) và các lượng và các tỷ lệ thành phần của bụi được tạo ra tương ứng bởi hai nhóm cơ chế thay đổi theo quá trình của bước tinh luyện khử

cacbon.

Ở đây, trong vật chứa phản ứng tinh luyện như lò chuyển, kim loại nóng chảy và thép nóng chảy, mà được sản xuất từ kim loại nóng chảy trong lò nung, trải qua các biến động do khí tinh luyện được nạp qua ống nhỏ thổi đỉnh và khí khuấy được nạp qua vòi phun thổi đáy. Do vật chứa phản ứng tinh luyện có cửa miệng mở ở cửa lò nung, vật chứa phản ứng tinh luyện không gây do sự cộng hưởng với các biến động. Tuy nhiên, do có thể tăng lên về lượng kim loại nóng chảy bị phân tán do các biến động của kim loại nóng chảy và thép nóng chảy, mà được sản xuất từ kim loại nóng chảy, có thể làm tăng số lượng các nguồn tạo ra bụi và lượng sắt mà dính vào và/hoặc bị lắng đọng trên một phần ở gần cửa lò nung và thành lò nung do các hiện tượng vỡ bong bóng được mô tả ở trên. Ở đây, mặc dù kim loại nóng chảy thay đổi thành thép nóng chảy do chịu bước tinh luyện khử cacbon trong quá trình tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy, sẽ không chỉ khó mà còn bế tắc để tạo ra sự phân biệt dấu hiệu giữa kim loại nóng chảy và thép nóng chảy ở giữa quá trình tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy. Do đó, kim loại nóng chảy và thép nóng chảy sau đây được gọi chung là "kim loại nóng chảy". Trong trường hợp mà có thể phân biệt rõ kim loại nóng chảy và thép nóng chảy, khái niệm của "kim loại nóng chảy" hoặc "thép nóng chảy" được sử dụng.

Các tác giả, để xác định liệu có hoặc không việc phân tán kim loại nóng chảy xảy ra do các biến động, các nghiên cứu được thực hiện liên quan đến độ lớn của tần số riêng của vật chứa hình trụ như lò chuyển. Tần số riêng của vật chứa hình trụ như lò chuyển được lấy ra theo cách phân tích trong Tài liệu phi sáng chế 1, và Tài liệu phi sáng chế 1 nêu rằng tần số riêng của vật chứa hình trụ được lấy từ đường kính trong của vật chứa hình trụ và độ sâu bể của kim loại nóng chảy trong vật chứa hình trụ bằng cách sử dụng phương trình (1) ở dưới.

Phép toán 1

$$f_{\text{tinh}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{2k \times \frac{g}{D} \times \tanh\left(2k \times \frac{H}{D}\right)} \quad \dots (1)$$

Ở đây, trong phương trình (1), f_{tinh} (Hz) biểu thị tần số riêng, g biểu thị gia tốc do trọng lực ($9,8 \text{ m/s}^2$), D biểu thị đường kính trong (m) của vật chứa hình trụ, H biểu thị độ sâu bể (m) trong vật chứa hình trụ, k biểu thị hằng số có trị số là 1,84, và π biểu thị hằng số thuộc đường tròn.

Mặt khác, Tài liệu phi sáng chế 2 nêu rằng trị số quan sát được, là tần số của các biến động của kim loại nóng chảy trong lò chuyển có quy mô thương mại, là khoảng 0,3 Hz đến 0,4 Hz. Trị số quan sát được này hầu hết bằng với tần số riêng (f_{tinh}) của lò chuyển được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1).

Nghĩa là, cho thấy rõ các biến động của bề mặt kim loại nóng chảy có thể xuất hiện do sự cộng hưởng của kim loại nóng chảy được chứa trong lò chuyển có quy mô thương mại. Do đó, vì các biến động này, trong quá trình tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy trong lò chuyển, có khả năng rất cao làm tăng số lượng các nguồn tạo ra bụi và lượng sắt mà bám dính vào và/hoặc bị lắng đọng trên một phần ở gần cửa lò nung và thành lò nung do các hiện tượng vỡ bong bóng được mô tả ở trên.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: SEISAN KENKYU, tập 26 (1974), số 3, trang 119-122

Tài liệu phi sáng chế 2: Kawasaki Steel Technical Report, tập 19 (1987), số 1, trang 1-6

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đã được hoàn thành dựa trên việc xem xét tình trạng kỹ thuật được mô tả ở trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp theo dõi hoạt động của lò chuyển và phương pháp vận hành lò chuyển mà có khả năng hạn chế việc

phân tán kim loại nóng chảy và làm giảm tỷ lệ sản lượng của sắt do việc phân tán bằng cách hạn chế các biến động của kim loại nóng chảy khi bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thực hiện việc thổi trên của khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh.

Mục đích của sáng chế là giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên như sau.

[1] Phương pháp theo dõi hoạt động của lò chuyển, phương pháp bao gồm, khi bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy trong lò chuyển hoặc bằng cách thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua vòi phun thổi đáy vào trong kim loại nóng chảy trong khi thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy, bằng cách quan sát, trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, sự rung của lò chuyển nhờ đó thu được các trị số quan sát được và theo dõi các tần số rung của lò chuyển, mà được lấy ra bằng cách thực hiện phân tích tần số trên các trị số quan sát được.

[2] Phương pháp theo dõi hoạt động của lò chuyển theo mục [1] ở trên, trong đó các tần số rung của lò chuyển được lấy ra bằng cách thực hiện biến đổi Fourier nhanh trên các trị số quan sát được.

[3] Phương pháp vận hành lò chuyển, phương pháp bao gồm, khi bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy trong lò chuyển hoặc bằng cách thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua vòi phun thổi đáy vào trong kim loại nóng chảy trong khi thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy, bước quan sát sự rung của lò chuyển nhờ đó thu được các trị số quan sát được, bước lấy ra các tần số rung của lò chuyển bằng cách thực hiện phân tích tần số trên các trị số quan sát được trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, và bước điều khiển một hoặc cả hai tốc độ dòng của khí oxy hóa được thổi qua ống nhỏ thổi đỉnh và độ cao ống nhỏ của ống nhỏ thổi đỉnh để tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung được lấy ra của lò chuyển lớn hơn tần số riêng (f_{tinh}) của lò chuyển mà

được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1) ở dưới.

Phép toán 2

$$f_{\text{tinh}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{2k \times \frac{g}{D} \times \tanh\left(2k \times \frac{H}{D}\right)} \quad \dots (1)$$

Ở đây, trong phương trình (1), f_{tinh} biểu thị tần số riêng (Hz), g biểu thị gia tốc do trọng lực ($9,8 \text{ m/s}^2$), D biểu thị đường kính trong (m) của phần chứa kim loại nóng chảy của lò chuyển, H biểu thị độ sâu bể (m) trong lò chuyển, k biểu thị hằng số có trị số là 1,84, và π biểu thị hằng số thuộc đường tròn.

[4] Phương pháp vận hành lò chuyển theo mục [3] ở trên, trong đó các tần số rung của lò chuyển được lấy ra bằng cách thực hiện biến đổi Fourier nhanh trên các trị số quan sát được.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, khi các tần số rung do các biến động của kim loại nóng chảy trong lò chuyển được theo dõi trong thời gian thực trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, có thể dự đoán liệu có hoặc không việc phân tán kim loại nóng chảy do các biến động của kim loại nóng chảy sẽ xảy ra. Ngoài ra, ở thời điểm này, trong trường hợp mà, một hoặc cả hai tốc độ dòng của khí oxy hóa được nạp qua ống nhỏ thổi đỉnh và độ cao ống nhỏ của ống nhỏ thổi đỉnh được điều khiển để tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển lớn hơn tần số riêng (f_{tinh}) của lò chuyển, khi các biến động của kim loại nóng chảy trong lò chuyển được hạn chế, có thể hạn chế việc giảm tỷ lệ sản lượng của sắt do lượng kim loại nóng chảy bị phân tán ra bên ngoài lò nung được làm giảm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ dạng giản đồ của hệ thống lò chuyển trong đó có thể quan sát sự rung của lò chuyển trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon và tốt hơn là có thể được sử dụng trong thực tế của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa độ cao ống nhỏ không theo kích thước (L/d_e) và tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển.

Fig.3 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên và tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển.

Fig.4 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa tốc độ tạo ra bụi trung bình và tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả cụ thể sau đây. Đầu tiên, cách sáng chế đã được phát triển sẽ được mô tả.

Các tác giả đã thực hiện các thử nghiệm và các nghiên cứu liên quan đến ảnh hưởng của tốc độ dòng của khí oxy hóa được thổi qua ống nhỏ thổi đỉnh và độ cao ống nhỏ trên lượng bụi được tạo ra và lượng sọ sắt bám vào cửa lò nung và ống nhỏ thổi đỉnh khi bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thực hiện việc thổi trên của khí oxy hóa như khí oxy lên trên kim loại nóng chảy trong lò chuyển. Cụ thể, bằng cách sử dụng lò chuyển có công suất là khoảng 5 tấn mà có thể thổi khí khuấy vào trong kim loại nóng chảy qua vòi phun thổi đáy được đặt ở đáy của lò nung trong khi khí oxy hóa được thổi lên trên kim loại nóng chảy qua ống nhỏ thổi đỉnh, và bằng cách quan sát sự rung của lò chuyển, các thí nghiệm và các nghiên cứu được thực hiện. Khí oxy (oxy tinh khiết có sẵn trên thị trường) được sử dụng làm khí oxy hóa được thổi qua ống nhỏ thổi đỉnh, và khí argon được sử dụng làm khí khuấy được thổi qua vòi phun thổi đáy. Ở đây, "độ cao ống nhỏ" đề cập đến khoảng cách từ đầu mũi của ống nhỏ thổi đỉnh đến bề mặt của kim loại nóng chảy ở trạng thái nằm yên trong lò chuyển.

Fig.1 là hình vẽ sơ đồ dạng giản đồ của hệ thống lò chuyển mà được sử dụng trong các thử nghiệm được mô tả ở trên, trong đó có thể quan sát sự rung của lò

chuyển trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, và tốt hơn là có thể được sử dụng trong thực tế của sáng chế. Trên Fig.1, ký hiệu 1 biểu thị hệ thống lò chuyển, 2 biểu thị lò chuyển, 3 biểu thị ống nhỏ thổi đỉnh, 4 biểu thị vòi phun thổi đáy, 5 biểu thị kim loại nóng chảy, 6 biểu thị cảm biến của máy đo gia tốc, 7 biểu thị thân chính của máy đo gia tốc, 8 biểu thị máy tính điều khiển, 9 biểu thị thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ, 10 biểu thị thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy để điều khiển tốc độ dòng của khí oxy được thổi qua ống nhỏ thổi đỉnh, 11 biểu thị luồng khí oxy được thổi qua ống nhỏ thổi đỉnh, 12 biểu thị trục chốt ngang của lò chuyển (cũng được gọi là trục nghiêng), 13 biểu thị ống nạp khí oxy để nạp khí oxy vào trong ống nhỏ thổi đỉnh, 14 biểu thị ống nạp nước làm nguội để nạp nước làm nguội để làm nguội ống nhỏ thổi đỉnh, và 15 biểu thị ống xả nước làm nguội để xả nước làm nguội mà đã được sử dụng để làm nguội ống nhỏ thổi đỉnh.

Sự rung của lò chuyển 2 được quan sát theo cách mà, như được minh họa trên Fig.1, các gia tốc theo hai hướng, nghĩa là, hướng trục (hướng ngang) của trục chốt ngang 12 và hướng ngang ở góc vuông với hướng trục, được xác định bằng cách sử dụng cảm biến 6 của máy đo gia tốc được khớp với mặt bích 12a của trục chốt ngang 12 của lò chuyển 2, và dữ liệu được xác định bằng cách sử dụng cảm biến 6 của máy đo gia tốc được truyền đến thân chính 7 của máy đo gia tốc. Thân chính 7 của máy đo gia tốc lưu trữ dữ liệu được xác định được đưa vào từ cảm biến 6 của máy đo gia tốc và, đồng thời, thực hiện việc phân tích tần số đến dữ liệu được xác định bằng cách sử dụng phương pháp phân tích như biến đổi Fourier nhanh, biến đổi Fourier thời gian ngắn, hoặc phân phối Wigner để thu được các tần số rung của lò chuyển.

Dữ liệu mà được chịu phân tích tần số bằng cách sử dụng thân chính 7 của máy đo gia tốc được truyền đến máy tính điều khiển 8, và máy tính điều khiển 8 được cấu hình để truyền các tín hiệu điều khiển đến thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ 9 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy 10 dựa trên dữ liệu mà được chịu phân tích tần số và đưa vào bởi thân chính 7 của máy đo gia tốc.

Trong một thử nghiệm, ba loại ống nhỏ thổi đỉnh có các vòi phun thuộc loại

vòi phun laval được khớp với các đầu mũi của ống, mà các góc nghiêng vòi phun là 15° và ba loại ống nhỏ thổi đỉnh tương ứng có nhiều vòi phun là 4 (“4 lỗ”), 5 (“5 lỗ”), và 6 (“6 lỗ”), được sử dụng. Sau đó, ảnh hưởng của độ cao ống nhỏ (L) lên hàm lượng bụi (các trị số quan sát được lấy ra bằng cách tách riêng bụi sắt khỏi các bụi khác, các loại giống nhau cũng được áp dụng sau đây) trong khí thải được xả qua cửa lò nung của lò chuyển được nghiên cứu bằng cách thay đổi độ cao ống nhỏ (L) trong phạm vi từ 200 mm đến 900 mm với tốc độ dòng không đổi của khí oxy được thổi phía trên (tổng các tốc độ dòng qua tất cả các vòi phun laval, các trường hợp giống nhau sẽ được áp dụng sau đây) là $18 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Các kích thước của ba loại vòi phun thuộc loại vòi phun laval tương ứng dùng cho 4 lỗ, 5 lỗ và 6 lỗ mà được khớp với các ống nhỏ thổi đỉnh được cho trước trong bảng 1. Ở đây, “góc nghiêng vòi phun của vòi phun” đề cập đến góc giữa hướng trong đó khí oxy được thổi qua vòi phun và hướng trục của ống nhỏ thổi đỉnh.

Bảng 1

		Đường kính họng vòi phun d_t (mm)	Đường kính thoát khỏi vòi phun d_e (mm)	Góc nghiêng vòi phun ($^\circ$)
Số lượng các vòi phun	4 lỗ	10,1	11,9	15
	5 lỗ	9,0	10,7	15
	6 lỗ	8,3	9,7	15

Ngoài ra, theo thử nghiệm khác, ảnh hưởng của tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên lên hàm lượng bụi trong khí thải được nghiên cứu bằng cách sử dụng các ống nhỏ thổi đỉnh có ba loại vòi phun tương ứng có số vòi phun là 4 lỗ, 5 lỗ và 6 lỗ được cho trước trong bảng 1 và bằng cách thay đổi tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên trong phạm vi từ $10 \text{ Nm}^3/\text{phút}$ đến $24 \text{ Nm}^3/\text{phút}$ với độ cao ống nhỏ không đổi (L) là 400 mm.

Trong các thử nghiệm được mô tả ở trên, việc nạp khí oxy được bắt đầu khi hàm lượng cacbon trong kim loại nóng chảy là 4,0 % khối lượng và liên tục đến khi hàm lượng cacbon trong kim loại nóng chảy là 0,05 % khối lượng. Ngoài ra, trong

các thử nghiệm, không có tín hiệu điều khiển được truyền đến thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ 9 hoặc thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy 10, và độ cao ống nhỏ (L) và tốc độ dòng khí oxy được giữ không đổi làm thiết đặt ban đầu.

Fig.2 minh họa mối quan hệ giữa độ cao ống nhỏ không theo kích thước (L/d_e) không được định kích thước bằng cách chia độ cao ống nhỏ (L) cho đường kính thoát khỏi vòi phun (d_e) được cho trước trong bảng 1 và tần số (f_{quan sát}) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển cho mỗi trong số các vòi phun. Ở đây, tần số (f_{quan sát}) được kèm theo biên độ lớn nhất đề cập đến tần số gia tốc được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các trị số gia tốc được xác định cho hai trục, nghĩa là, một trị số theo hướng trục (hướng ngang) của trục chốt ngang 12 và trị số kia theo hướng ngang ở góc vuông với hướng trục. Cụ thể, tần số được kèm theo biên độ lớn nhất của gia tốc được lấy ra bằng cách tổng hợp gia tốc cho hai trục được xác định. Đường thẳng trên Fig.2 chỉ ra tần số riêng (f_{tính}) của lò chuyển mà được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1) ở dưới, và tần số riêng (f_{tính}) của lò chuyển 2 mà có công suất khoảng 5 tấn là 0,58 Hz.

Phép toán 3

$$f_{\text{tính}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{2k \times \frac{g}{D} \times \tanh\left(2k \times \frac{H}{D}\right)} \quad \dots (1)$$

Ở đây, trong phương trình (1), f_{tính} biểu thị tần số riêng (Hz), g biểu thị gia tốc do trọng lực (9,8 m/s²), D biểu thị đường kính trong (m) của phần chứa kim loại nóng chảy của lò chuyển, H biểu thị độ sâu bể (m) trong lò chuyển, k biểu thị hằng số có trị số là 1,84, và π biểu thị hằng số thuộc đường tròn. Ở đây, "đường kính trong của khoảng trống chứa kim loại nóng chảy của lò chuyển" đề cập đến trị số trung bình là đường kính trong của khoảng trống chứa kim loại nóng chảy, và "độ sâu bể" đề cập đến khoảng cách từ đáy bên trong của lò chuyển đến bề mặt của kim loại nóng chảy ở trạng thái nằm yên trong lò chuyển.

Trên Fig.2 chỉ ra, cho thấy rõ tần số (f_{quan sát}) cho biên độ lớn nhất trong số các

tần số rung của lò chuyển giảm xuống với việc tăng lên độ cao ống nhỏ không theo kích thước (L/d_e), nghĩa là, làm tăng độ cao ống nhỏ (L). Ngoài ra, cho thấy rõ độ cao ống nhỏ không theo kích thước (L/d_e) mà có tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất bằng với tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển thay đổi theo số lượng của các vòi phun và độ cao ống nhỏ không theo kích thước (L/d_e) mà có tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất bằng với tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển là nhỏ nhất trong trường hợp số vòi phun là 4 lỗ trong số các số lượng vòi phun là từ 4 đến 6 lỗ.

Ngoài ra, Fig.3 minh họa mối quan hệ giữa tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên và tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển cho mỗi số lượng của các vòi phun. Đường thẳng trên Fig.3 chỉ ra tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển mà được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1), và tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển 2 có công suất là khoảng 5 tấn là 0,58 Hz như được mô tả ở trên.

Trên Fig.3 chỉ ra, cho thấy rõ tần số ($f_{\text{quan sát}}$) cho biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển giảm xuống với việc tăng lên tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên. Ngoài ra, tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên mà có tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất bằng với tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển không bị ảnh hưởng bởi sự chênh lệch số lượng của các vòi phun và không thay đổi theo số lượng của các vòi phun trong trường hợp các vòi phun là từ 4 đến 6 lỗ.

Hơn nữa, Fig.4 và bảng 2 thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ tạo ra bụi trung bình, mà được lấy ra từ hàm lượng bụi trung bình trong khí thải, và tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon cho mỗi số lượng của các vòi phun. Ở đây, tốc độ tạo ra bụi trung bình được định ra bằng cách sử dụng phương trình (2) ở dưới.

Tốc độ tạo ra bụi trung bình ($\text{kg}/(\text{phút} \cdot \text{tấn của kim loại nóng chảy})$) = hàm lượng bụi trong khí thải (kg/Nm^3) $\times$ Tốc độ dòng của khí thải ($\text{Nm}^3/(\text{phút} \cdot \text{tấn của kim loại nóng chảy})$) ... (2)

Bảng 2

Số lượng các vòi phun: 4 lỗ		Số lượng các vòi phun: 5 lỗ		Số lượng các vòi phun: 6 lỗ	
Tần số ($f_{\text{quan sát}}$) (Hz)	Tốc độ tạo ra bụi trung bình (kg/(phút·tần kim loại nóng chảy))	Tần số ($f_{\text{quan sát}}$) (Hz)	Tốc độ tạo ra bụi trung bình (kg/(phút·tần kim loại nóng chảy))	Tần số ($f_{\text{quan sát}}$) (Hz)	Tốc độ tạo ra bụi trung bình (kg/(phút·tần kim loại nóng chảy))
0,64	0,34	0,64	0,49	0,63	0,62
0,63	0,40	0,63	0,56	0,62	0,72
0,62	0,45	0,62	0,63	0,62	0,81
0,61	0,49	0,61	0,70	0,61	0,90
0,60	0,54	0,60	0,76	0,60	0,99
0,60	0,59	0,60	0,83	0,59	1,07
0,59	0,67	0,59	0,93	0,59	1,20
0,58	0,67	0,58	0,95	0,58	1,23
0,57	0,81	0,57	1,12	0,57	1,44
0,57	0,84	0,57	1,17	0,57	1,49
0,56	0,90	0,56	1,24	0,56	1,58
0,55	0,95	0,56	1,30	0,56	1,66
0,55	1,00	0,55	1,37	0,55	1,75
0,54	1,05	0,55	1,44	0,54	1,83
0,54	1,10	0,54	1,51	0,54	1,92

Trên Fig.4 và bảng 2 chỉ ra, cho thấy rõ tốc độ tạo ra bụi trung bình giảm xuống với việc tăng lên tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển và trong trường hợp mà tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất là giống nhau, tốc độ tạo ra bụi trung bình là nhỏ nhất trong trường hợp số vòi phun là 4 lỗ trong số các số lượng vòi phun là từ 4 đến 6 lỗ. Ở đây, điều đáng chú ý là, trong trường hợp ống nhỏ bất kỳ trong số các ống nhỏ thổi đỉnh có các số lượng vòi phun là từ 4 đến 6 lỗ, tốc độ tạo ra bụi trung bình trải qua sự thay đổi nhanh chóng ở điểm mà tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất bằng với tần số riêng (f_{tinh}), nghĩa là, 0,58 Hz, và, trong trường hợp mà tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất lớn hơn tần số riêng (f_{tinh}), thì làm giảm tốc độ tạo ra bụi trung bình.

Nghĩa là, phát hiện được ra là việc ngăn làm giảm tỷ lệ sản lượng của sắt do

việc tăng tốc độ tạo ra bụi để điều khiển độ cao ống nhỏ (L) và tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên để tần số ($f_{\text{quan sát}}$) cho biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển lớn hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$).

Sáng chế đã được hoàn thiện dựa trên các phát hiện được mô tả ở trên, và, khi bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy trong lò chuyển hoặc bằng cách thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua vòi phun thổi đáy vào trong kim loại nóng chảy trong khi thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy, quan sát sự rung của lò chuyển và theo dõi các tần số rung của lò chuyển, mà được lấy ra bằng cách thực hiện phân tích tần số trên các trị số quan sát được, trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, là các điều kiện thiết yếu cho phương pháp theo dõi hoạt động của lò chuyển theo sáng chế.

Ngoài ra, phương pháp vận hành lò chuyển theo sáng chế bao gồm bước điều khiển một hoặc cả hai tốc độ dòng của khí oxy hóa được nạp qua ống nhỏ thổi đỉnh và độ cao ống nhỏ của ống nhỏ thổi đỉnh để tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong các rung được theo dõi của lò chuyển lớn hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển mà được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1) ở trên. Cụ thể, trong trường hợp mà tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất bằng với hoặc nhỏ hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển, một hoặc cả hai hoạt động này được thực hiện, nghĩa là, tốc độ dòng của khí oxy hóa được nạp qua ống nhỏ thổi đỉnh được làm giảm và/hoặc độ cao ống nhỏ của ống nhỏ thổi đỉnh được làm giảm.

Trong hệ thống lò chuyển 1 được minh họa trên Fig.1, dữ liệu mà được chịu phân tích tần số bằng cách sử dụng thân chính 7 của máy đo gia tốc được truyền liên tiếp đến máy tính điều khiển 8, và, mỗi khi tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất mà đã thu được bằng cách thực hiện phân tích tần số bằng cách sử dụng thân chính 7 của máy đo gia tốc bằng với hoặc nhỏ hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$), máy tính điều khiển 8 được cấu hình để truyền các tín hiệu đến thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ 9 để độ cao ống nhỏ (L) được làm giảm và/hoặc truyền tín hiệu đến thiết bị điều

khiến tốc độ dòng khí oxy 10 để tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên được làm giảm.

Mặc dù khí oxy thường được sử dụng làm khí oxy hóa được thổi qua ống nhỏ thổi đỉnh 3, hỗn hợp của khí oxy và các khí hiếm, không khí, khí giàu oxy, hoặc khí tương tự có thể được sử dụng. "Khí oxy hóa" được sử dụng trong sáng chế đề cập đến loại khí chứa oxy bất kỳ có hàm lượng oxy bằng hoặc lớn hơn hàm lượng oxy của không khí.

Ở đây, mặc dù khí trơ được thổi qua vòi phun thổi đáy 4 trong các thử nghiệm được mô tả ở trên, khí oxy hóa có thể được thổi qua vòi phun thổi đáy. Khí oxy hóa được thổi qua vòi phun thổi đáy hoạt động không chỉ như khí oxy dùng cho bước tinh luyện khử cacbon mà còn làm khí khuấy. Cần phải nói rằng không cần bố trí vòi phun thổi đáy theo sáng chế, và khí mà thổi qua vòi phun thổi đáy không cần được thực hiện. Ở đây, "khí trơ" đề cập đến các khí hiếm như khí argon và khí heli hoặc khí nitơ.

Như được mô tả ở trên, theo sáng chế, khi các tần số rung do các biến động của kim loại nóng chảy trong lò chuyển được theo dõi trong thời gian thực trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, có thể dự đoán liệu có hoặc không việc phân tán kim loại nóng chảy do các biến động của kim loại nóng chảy sẽ xảy ra. Ngoài ra, ở thời điểm này, trong trường hợp mà, một hoặc cả hai tốc độ dòng của khí oxy hóa được nạp qua ống nhỏ thổi đỉnh và độ cao ống nhỏ của ống nhỏ thổi đỉnh được điều khiển để tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển lớn hơn tần số riêng (f_{tinh}) của lò chuyển, khi các biến động của kim loại nóng chảy trong lò chuyển được hạn chế, có thể hạn chế để việc giảm tỷ lệ sản lượng của sắt do lượng kim loại nóng chảy bị phân tán ra bên ngoài của lò nung được làm giảm, và ngoài ra, có thể làm tăng năng suất của lò chuyển do giảm chi phí và thời gian thu thập bụi.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Bước tinh luyện khử cacbon được thực hiện bằng cách sử dụng lò chuyển thổi

đỉnh (loại có khí oxy được thổi đỉnh và khí khuấy được thổi đáy) có công suất là 300 tấn và hình dạng tương tự hình dạng của lò chuyển được minh họa trên Fig.1. Ống nhỏ thổi đỉnh được sử dụng có 5 vòi phun thuộc loại vòi phun laval ở phần đầu mũi của vòi. 5 vòi phun có hình dạng giống nhau và góc nghiêng là 14° và được bố trí trên một vòng tròn có tâm trên tâm trục của ống nhỏ thổi đỉnh ở các khoảng cách đều nhau. Đường kính họng (d_i) của các vòi phun là 73,6 mm và đường kính thoát ra (d_e) của các vòi phun là 78,0 mm.

Sau khi phế liệu sắt được nạp vào trong lò chuyển thổi đỉnh, kim loại nóng chảy có nhiệt độ trong khoảng từ 1255°C đến 1280°C mà đã qua bước xử lý khử phospho trước được nạp vào trong lò chuyển thổi đỉnh. Tiếp theo, bước tinh luyện khử cacbon được bắt đầu bằng cách thổi khí oxy qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên bề mặt của kim loại nóng chảy trong khi khí argon được thổi qua vòi phun thổi đáy làm khí khuấy vào trong kim loại nóng chảy. Lượng phế liệu sắt đã nạp được điều chỉnh để nhiệt độ của thép nóng chảy là 1650°C khi bước tinh luyện khử cacbon được hoàn tất. Thành phần hóa học của kim loại nóng chảy được sử dụng được cho trước trong bảng 3.

Bảng 3

Nhiệt độ của kim loại nóng chảy ($^\circ\text{C}$)	Thành phần hóa học của kim loại nóng chảy (% khối lượng)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
1255 đến 1280	4,0 đến 4,2	0,01 đến 0,04	0,16 đến 0,27	0,015 đến 0,036	0,008 đến 0,016	tr

Bằng cách nạp vôi sống làm chất trợ dung qua phễu (không được minh họa) ở trên lò nung trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, bước tinh luyện khử cacbon được thực hiện đến khi hàm lượng cacbon trong kim loại nóng chảy là 0,05 % khối lượng. Lượng vôi sống bổ sung được kiểm soát để độ kiềm (% khối lượng $\text{CaO}/\%$ khối lượng SiO_2) của xỉ được tạo ra trong lò nung là 2,5.

Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.1, cảm biến 6 của máy đo gia tốc được khớp với trục chốt ngang 12 của lò chuyển để xác định các gia tốc cho hai trục,

nghĩa là, một gia tốc theo hướng trục của trục chốt ngang và gia tốc kia theo hướng ngang ở góc vuông với hướng trục. Các tín hiệu gia tốc thu được được lưu trữ trong thân chính 7 của máy đo gia tốc và đồng thời được đưa vào thuật toán biến đổi Fourier nhanh để thực hiện phân tích tần số dựa trên sự rung của lò chuyển trong thời gian thực, và sau đó dữ liệu đã qua phân tích tần số được truyền đến máy tính điều khiển 8. Máy tính điều khiển đưa thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ 9 và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy 10 vào hoạt động theo cách được mô tả ở dưới dựa trên dữ liệu nhận được mà được chịu phân tích tần số (ví dụ theo sáng chế).

Nghĩa là, trong trường hợp mà tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung của lò chuyển bằng với hoặc nhỏ hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) mà được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1), thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ đầu tiên được đưa vào trong sự vận hành để điều khiển độ cao ống nhỏ đến 500 mm hoặc nhỏ hơn chiều cao của vị trí tiêu chuẩn. Trong trường hợp mà tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất không lớn hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) bởi hoạt động này, thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy được đưa vào trong sự vận hành để làm giảm tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên đến khi tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất lớn hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$). Ở đây, tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển mà được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1) là 0,29 Hz.

Ngoài ra, để so sánh, trong khi hệ thống lò chuyển và phương pháp vận hành lò chuyển theo ví dụ của sáng chế được mô tả ở trên, bước tinh luyện khử cacbon được thực hiện mà không đưa thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ và thiết bị điều khiển tốc độ dòng khí oxy vào trong sự vận hành bởi máy tính điều khiển (ví dụ so sánh).

Trong trường hợp cả hai ví dụ của sáng chế và ví dụ so sánh, tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên, tốc độ dòng của khí được thổi ở đáy, và độ cao ống nhỏ không theo kích thước (L/d_e) được thiết đặt theo hàm lượng cacbon của kim loại nóng chảy như được chỉ ra trong bảng 4. Nghĩa là, không chỉ tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên và tốc độ dòng của khí được thổi ở đáy mà độ cao ống nhỏ

không theo kích thước (L/d_e) còn được thay đổi ở thời điểm hàm lượng cacbon trong kim loại nóng chảy giảm xuống đến 0,4 % khối lượng.

Bảng 4

	Hàm lượng cacbon trong kim loại nóng chảy	Tốc độ dòng của khí oxy được thổi phía trên ($\text{Nm}^3/\text{phút}$)	Độ cao ống nhỏ không theo kích thước L/d_e (-)	Tốc độ dòng của khí được thổi ở đáy ($\text{Nm}^3/\text{phút}$)	Tần số riêng (f_{tinh}) (Hz)
Ví dụ	> 0,4 % khối lượng	1080	34,6	13 (agon)	0,29
	$\leq$ 0,4 % khối lượng	720	28,2	20 (agon)	0,29
Ví dụ so sánh	> 0,4 % khối lượng	1080	34,6	13 (agon)	0,29
	$\leq$ 0,4 % khối lượng	720	28,2	20 (agon)	0,29

Các điều kiện vận hành và các kết quả của bước tinh luyện khử cacbon của ví dụ theo sáng chế và ví dụ so sánh được cho trước trong bảng 5.

Bảng 5

	Lỗ phun		Độ cao ống nhỏ không theo kích thước L/d_e (-)	Tần số rung của lò chuyển $f_{\text{quan sát}}$ (Hz)	Thời gian tinh luyện (phút)	(T.Fe) trong xỉ ở lúc kết thúc bước tinh luyện (% khối lượng)	Chỉ số tốc độ tạo ra bụi (-)
	Đường kính họng d_t (mm)	Đường kính thoát ra d_e (mm)					
Ví dụ	73,6	78,0	34,6 -> 29,5 -> 28,2	0,29 -> 0,32 -> 0,33	14,4	12,3	0,87
Ví dụ so sánh	73,6	78,0	34,6 -> 34,6 -> 28,2	0,29 -> 0,29 -> 0,33	14,4	12,2	1,0

Trong trường hợp ví dụ theo sáng chế, khi tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất bằng với tần số riêng (f_{tinh}) ở giữa bước tinh luyện, thiết bị điều khiển độ cao ống nhỏ thổi đỉnh ngay lập tức được đưa vào trong sự vận hành để thay đổi độ cao ống nhỏ không theo kích thước (L/d_e) từ 34,6 đến 29,5. Bằng sự vận hành này,

tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất được tăng tới 0,32 Hz. Trong trường hợp ví dụ so sánh, mặc dù tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất bằng với tần số riêng (f_{tinh}) do phương pháp vận hành giống nhau như trong trường hợp ví dụ theo sáng chế được sử dụng để vận hành lò chuyển, bước tinh luyện khử cacbon được liên tục mà không thay đổi các điều kiện vận hành.

Kết quả là, mặc dù ví dụ của sáng chế và ví dụ so sánh về cơ bản là tương đương với nhau về thời gian tinh luyện và các đặc tính luyện kim, tốc độ tạo ra bụi của ví dụ so sánh cao hơn tốc độ tạo ra bụi của ví dụ theo sáng chế. Ở đây, chỉ số tốc độ tạo ra bụi trong bảng 5 là các trị số tương đối dưới giả định là tốc độ tạo ra bụi của ví dụ so sánh là 1,0.

Như được mô tả ở trên, đã xác nhận được là, bằng cách sử dụng sáng chế, có thể vận hành lò chuyển mà có sự tăng tỷ lệ sản lượng của sắt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành lò chuyển, phương pháp bao gồm,

bước tinh luyện khử cacbon kim loại nóng chảy được thực hiện bằng cách thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy trong lò chuyển hoặc bằng cách thổi khí oxy hóa hoặc khí trơ qua vòi phun thổi đáy vào trong kim loại nóng chảy trong khi thổi khí oxy hóa qua ống nhỏ thổi đỉnh lên trên kim loại nóng chảy,

bước quan sát sự rung của lò chuyển nhờ đó thu được các trị số quan sát được, lấy ra các tần số rung của lò chuyển bằng cách thực hiện phân tích tần số trên các trị số quan sát được trong suốt quá trình tinh luyện khử cacbon, và bước điều khiển một hoặc cả hai tốc độ dòng của khí oxy hóa được thổi qua ống nhỏ thổi đỉnh và độ cao ống nhỏ của ống nhỏ thổi đỉnh để tần số ($f_{\text{quan sát}}$) được kèm theo biên độ lớn nhất trong số các tần số rung được lấy ra của lò chuyển lớn hơn tần số riêng ($f_{\text{tính}}$) của lò chuyển mà được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (1) ở dưới:

[Phép toán 1]

$$f_{\text{tính}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{2k \times \frac{g}{D} \times \tanh\left(2k \times \frac{H}{D}\right)} \quad \dots (1)$$

trong đó, trong phương trình (1), $f_{\text{tính}}$ biểu thị tần số riêng (Hz), g biểu thị gia tốc do trọng lực ($9,8 \text{ m/s}^2$), D biểu thị đường kính trong (m) của phần chứa kim loại nóng chảy của lò chuyển, H biểu thị độ sâu bể (m) trong lò chuyển, k biểu thị hằng số có trị số là 1,84, và π biểu thị hằng số thuộc đường tròn.

2. Phương pháp vận hành lò chuyển theo điểm 1, trong đó các tần số rung của lò chuyển nhận được bằng cách thực hiện thuật toán biến đổi Fourier nhanh trên các trị số quan sát được.

FIG. 1

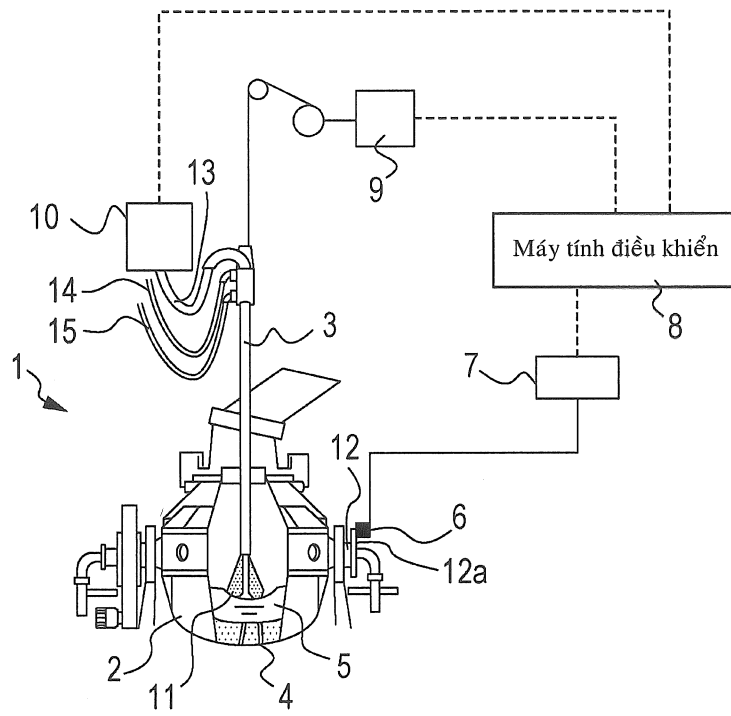


FIG. 2

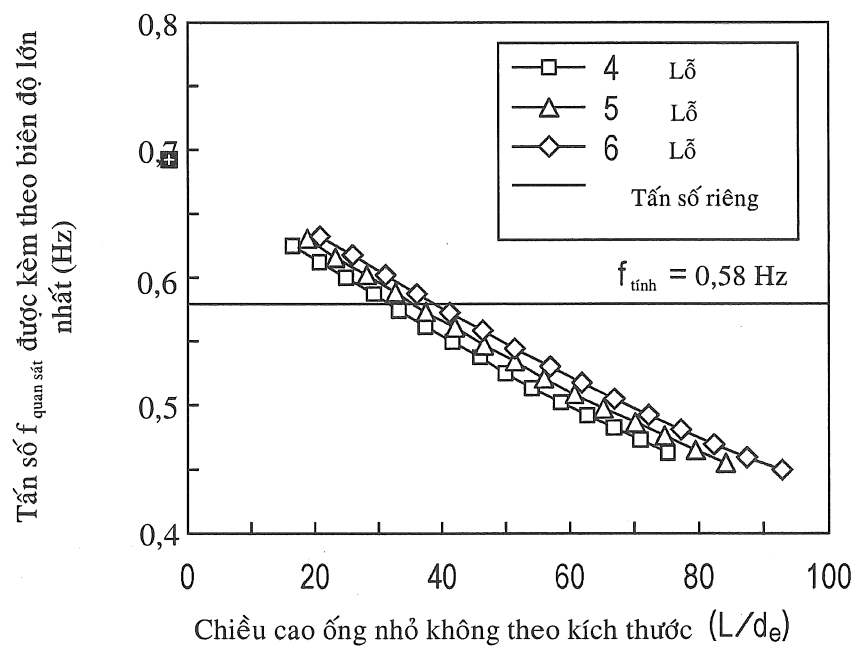


FIG. 3

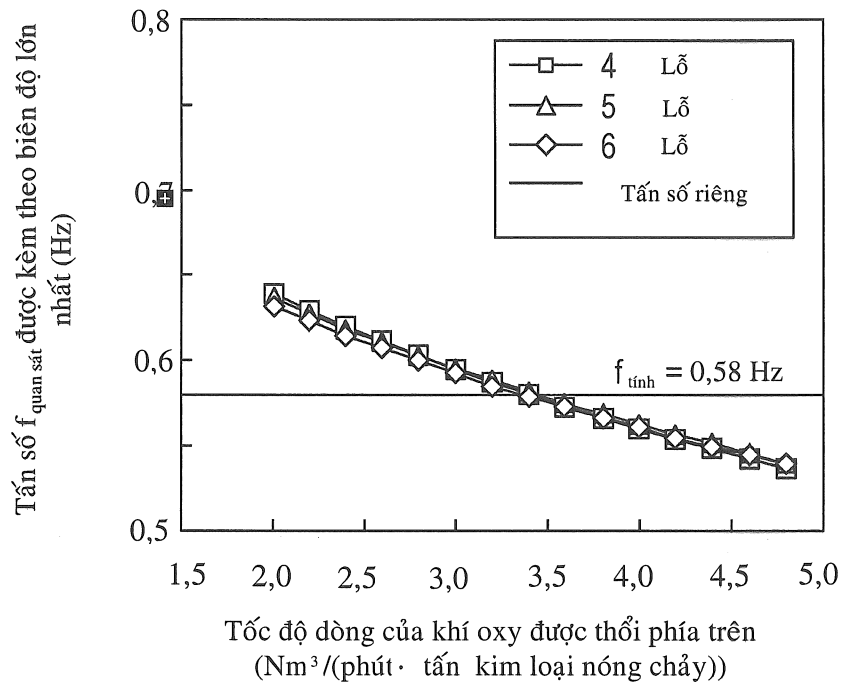


FIG. 4

