



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

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

(11)



1-0042920

(51)^{2020.01} C21C 5/46; C21C 5/32

(13) B

(21) 1-2020-03516

(22) 08/11/2018

(86) PCT/JP2018/041438 08/11/2018

(87) WO 2019/123873 27/06/2019

(30) 2017-246155 22/12/2017 JP

(45) 27/01/2025 442

(43) 26/10/2020 391A1

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) ODA Nobuhiko (JP); OKUYAMA Goro (JP); AMANO Shota (JP); NAKASE Kenji (JP); TAKAHASHI Yukio (JP); HINO Yuta (JP); KIKUCHI Naoki (JP); MIKI Yuji (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TÍNH LUYỆN THỜI OXY ĐỐI VỚI SẮT NÓNG CHẢY VÀ
ỐNG THỜI TỪ ĐỈNH

(21) 1-2020-03516

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy, trong đó khí chứa oxy làm nguồn cấp khí chính được cung cấp từ phía đầu vào của vòi thổi để khí chứa oxy đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh và được thổi từ vòi thổi trong khi khí điều khiển được phun về phía bên trong của vòi thổi trong ít nhất một phần của giai đoạn tinh luyện thổi oxy từ miệng phun được bố trí ở mặt bên của vòi phun tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun là tối thiểu và chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun hoặc khu vực xung quanh của vòi phun để ít nhất một phần của miệng phun có tại mỗi chỗ trống được tạo thành bằng cách chia thành hai phần bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi phun.

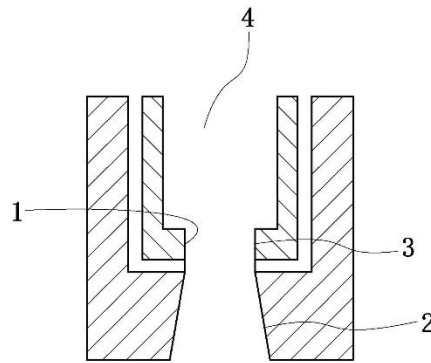


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập đến phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy bằng cách thổi khí chứa oxy từ ống thổi từ đỉnh vào sắt nóng chảy được nạp trong bể phản ứng để thực hiện tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy, và ống thổi từ đỉnh được sử dụng cho tinh luyện thổi oxy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quá trình tinh luyện oxy hóa sắt nóng chảy, cần sử dụng phương thức thổi oxy trong thực tiễn mà có thể điều khiển một cách đồng thời tốc độ thổi và lượng thổi khí chứa oxy được thổi từ ống thổi từ đỉnh lên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy khi xem xét về khía cạnh cải thiện hiệu suất phản ứng.

Ví dụ, tinh luyện khử cacbon của gang nóng chảy trong lò chuyển có thể được vận hành bằng cách tăng lượng oxy được thổi từ đỉnh trên mỗi đơn vị thời gian khi xem xét về khía cạnh cải thiện năng suất của quá trình này. Tuy nhiên, khi tốc độ thổi tại bề mặt bể của gang nóng chảy trở nên cao hơn, hàm lượng sắt bị phân tán theo hướng ra ngoài của lò chuyển như bụi và hàm lượng sắt bám dính lên thành của lò chuyển hoặc gần cổng mở của lò chuyển bị tăng lên. Khi hàm lượng trở nên lớn hơn, chi phí bị tăng do giảm sản lượng sắt và hiệu suất vận hành của lò chuyển bị giảm. Do đó, cần phải đề xuất phương thức thổi oxy có khả năng đạt được vận hành với lượng thổi lớn và tốc độ thổi thấp.

Mặt khác, khi nồng độ cacbon trong sắt nóng chảy thấp ở giai đoạn thổi cuối cùng, thường thì việc tiến hành thổi bằng cách giảm lượng oxy được thổi từ đỉnh để ngăn tổn hao sắt do sự oxy hóa quá mức. Trong trường hợp này, khi tốc độ thổi tại bề mặt bể của sắt nóng chảy quá thấp, có một vấn đề là sự chuyển động của sắt nóng chảy tại điểm nóng trở nên yếu để oxy hóa sắt quá mức. Do đó, cần thiết phải đưa ra phương thức thổi oxy có khả năng tiến hành vận hành ở tốc độ thổi thấp khi lượng oxy thổi lớn trong khi tiến hành vận hành ở tốc độ thổi cao ngay cả khi lượng

oxy thổi nhỏ.

Nhìn chung, phương pháp điều chỉnh chiều cao ống phun được sử dụng để điều chỉnh tốc độ thổi tại bề mặt bể dù điều chỉnh lượng oxy thổi như thế nào. Tuy nhiên, khi chiều cao ống phun quá thấp, có một vấn đề là tuổi thọ của ống phun bị giảm đáng kể bởi sự ăn mòn do sắt nóng chảy bắn ra, trong khi nếu chiều cao ống phun quá cao, cũng có vấn đề là nhiệt độ khí bên trong lò chuyển được nâng lên do sự tăng tốc độ cháy thứ cấp hoặc giảm hiệu suất nhiệt lượng cháy thứ cấp để dẫn tới sự giảm tuổi thọ chịu nhiệt. Do vậy, khoảng điều chỉnh tốc độ thổi bởi chiều cao ống phun bị giới hạn. Do đó, mong muốn là tạo ra được vòi thổi oxy có khả năng điều chỉnh tốc độ thổi ở lượng thổi oxy bất kỳ.

Nhìn chung, tốc độ thổi khí tại đầu ra của vòi phun được xác định rõ ràng phụ thuộc vào lượng khí thổi mà hình dạng của vòi phun được quyết định, và có quy luật tự nhiên là tốc độ thổi tăng khi lượng thổi lớn và tốc độ thổi giảm khi lượng thổi nhỏ. Cụ thể, có vấn đề là tốc độ thổi quá thấp khi lượng khí thổi bị giảm, là kết quả của việc giảm kích cỡ vòi phun để đạt được áp suất động học thấp khi lượng khí thổi lớn. Do đó, các thực nghiệm đã được thực hiện về khả năng kỹ thuật là đạt được đồng thời cả hai điều kiện thổi là áp suất động học không tăng quá nhiều khi lượng thổi oxy lớn và áp suất động học không giảm quá nhiều khi lượng thổi oxy nhỏ, bằng cách điều khiển dạng vòi phun trong khi thổi. Đối với kỹ thuật điều khiển dạng vòi phun khi thổi, ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ kỹ thuật về ống thổi từ đỉnh mà thay đổi theo cách cơ học dạng vòi phun bên trong bể khử khí chân không.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp vận hành sử dụng vòi phun Laval đó là lỗ xả khí được đặt tại mặt trong của phần được nở rộng của vòi phun Laval để thổi khí từ lỗ thổi theo lượng khí oxy thổi như dòng chính. Vòi phun Laval như vậy, cho phép áp suất khí chuyển đổi thành động năng một cách hiệu quả, được sử dụng rộng rãi trong lò chuyển tinh luyện để đạt tốc độ thổi khí hiệu quả tại bề mặt bể của sắt nóng chảy ngay cả khi chiều cao ống phun cao hơn. Trong vòi phun Laval, hệ số áp suất giữa đầu nạp và đầu ra của vòi phun được xác định để đạt mở

rộng đủ tại phần được nói rộng của vòi phun để giảm hao năng lượng theo hệ số (hệ số mở) của diện tích mặt cắt giữa đầu ra và phần hòng trong vòi phun (vùng của khu vực diện tích mặt cắt vuông góc với trục trung tâm trong vòi phun). Vì áp suất tại đầu ra của vòi phun bên trong lò chuyển xấp xỉ áp suất khí quyển, áp suất khí tại đầu nạp của vòi phun mà được mở rộng đủ theo dạng vòi phun (áp suất giãn nở đủ) và lượng khí thổi (lượng thổi mở rộng đủ) tương ứng với áp suất đã được đề cập ở trên được xác định rõ ràng. Tuy nhiên, khi lượng khí thổi bị giảm thấp hơn lượng thổi khi mở rộng đủ, áp suất khí tại đầu nạp của vòi phun thấp hơn áp suất khí khi mở rộng đủ, gây ra trạng thái mở rộng quá mức trong đó sóng va đập được tạo ra bên trong của vòi phun. Mặt khác, khi lượng khí thổi tăng cao hơn lượng thổi mở rộng đủ, trạng thái mở rộng không hiệu quả trong đó sóng va đập được tạo ra bên ngoài đầu ra của vòi phun xảy ra, dẫn tới hao năng lượng, để tốc độ thổi khí thấp hơn đối với mỗi áp suất khí khi so sánh với dạng vòi phun có mở rộng đủ.

Trong phương pháp của tài liệu sáng chế 2, khi lượng khí thổi thấp hơn lượng thổi mở rộng đủ, lượng nhỏ khí được thổi từ lỗ thổi đặt tại mặt trong của phần được nói rộng của vòi phun Laval để bằng cách đó đẩy vào phía trong và bóc tách dòng khí trong lớp biên mà được tạo ra dọc theo mặt bên của phần được nói rộng trong vòi phun. Do vậy, sự mở rộng luồng khí chính bị kìm lại để giảm trạng thái mở quá mức, và do đó có thể kìm lại sự giảm tốc độ thổi khí gây ra bởi lượng khí thổi bị giảm.

Đối với phương pháp điều khiển tia khí bằng cách thổi khí khác không phải tia luồng khí chính vào vòi phun, tài liệu sáng chế 3 bộc lộ phương pháp trong đó hướng tia của tia khí chính được điều khiển bằng cách phun khí kích hoạt vào phần hòng của vòi phun Laval trong ống thổi từ đỉnh của máy khử khí RH.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP--H08-260029

Tài liệu sáng chế 2: JP--2000-234116

Tài liệu sáng chế 3: JP--2004-156083

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Phương pháp của Tài liệu sáng chế 1, trong đó dạng vòi phun được thay đổi theo cách cơ học, trên thực tế không có lợi vào lúc mà phần có thể di chuyển cơ học có tại nhiệt độ cao và dưới vùng không khí mà bụi được tạo ra, và ngoài ra có vấn đề là hầu như không thể áp dụng đối với ống phun có nhiều lỗ thổi. Ngoài ra, khi diện tích mặt cắt bị giảm bởi phần có thể di chuyển trong mặt trong của vòi phun, có hiệu mức được sinh ra trong phần hình bậc thang, nhưng ảnh hưởng của sự chênh lệch mức như vậy lên tốc độ thổi khí không thực sự rõ ràng.

Phương pháp của tài liệu sáng chế 2 có ý định bóc tách lớp biên của khí được thổi từ mặt thành của vòi phun trong phần được nối rộng của vòi phun Laval để làm giảm trạng thái mở rộng quá mức khi lượng khí thổi nhỏ, nhưng có vấn đề là tốc độ thổi không thể được tăng một cách hiệu quả dưới điều kiện mở không tốt mà áp suất khí cung cấp cao hơn áp suất giãn nở đủ mà được xác định bằng hệ số mở của vòi phun.

Để cải thiện năng suất tinh luyện thổi oxy trong lò chuyển hoặc các loại lò chuyển tương tự, đặc biệt cần thiết phải tăng lượng thổi khí oxy, và diện tích mặt cắt của vòi phun trong phần họng có thể được mở rộng để tìm tốc độ thổi khí dưới lượng khí thổi điều kiện lớn. Tuy nhiên, vì cần đảm bảo diện tích mặt cắt trung bình của một đường nhỏ nước làm mát để làm mát đầu dẫn của ống phun, diện tích mặt cắt tại đầu ra của vòi phun bị giới hạn, và do đó hệ số mở của vòi phun không thể được đặt hoàn toàn tự do. Trong trường hợp này, hệ số mở của vòi phun và áp suất giãn nở đủ được xác định bằng cách đó có xu hướng giảm, gây ra điều kiện mở rộng không tốt ngay cả khi đối với điều kiện lượng khí thổi thấp. Trong phương pháp của tài liệu sáng chế 2, tuy nhiên, tốc độ thổi khí không thể được tăng một cách hiệu quả trong trường hợp như vậy.

Trong phương pháp của tài liệu sáng chế 3, hướng phun của tia khí có thể được điều khiển, nhưng có vấn đề đó là tốc độ thổi khí không thể điều khiển một

cách hiệu quả.

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp thổi oxy từ đỉnh có khoảng biến đổi lượng khí thổi rộng, trong đó tốc độ thổi khí có thể được tăng một cách hiệu quả khi lượng khí thổi nhỏ thậm chí dưới điều kiện mở rộng không tốt mà không sử dụng bộ phận di động cơ học trong vòi ống phun, và ống thổi từ đỉnh được sử dụng cho việc đó.

Giải pháp cho vấn đề

Để giải quyết các nhiệm vụ trên, các tác giả sáng chế đã thực hiện rất nhiều nghiên cứu theo phương pháp điều khiển tốc độ thổi khí bất kể lượng khí thổi bằng cách thay đổi kỹ thuật dẫn khí vào vòi phun mà không đặt bộ phận di động cơ học trong vòi thổi đối với khí được thổi từ đỉnh, và kết quả là, phương pháp tinh luyện thổi oxy theo sáng chế đã được phát triển và ống thổi từ đỉnh được sử dụng cho phương pháp tinh luyện thổi oxy như vậy.

Nghĩa là, sáng chế là phương pháp tinh luyện thổi oxy sắt nóng chảy bằng cách thổi khí chứa oxy từ ống thổi từ đỉnh vào sắt nóng chảy được nạp vào bể phản ứng để tiến hành tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy, đặc trưng ở chỗ khí chứa oxy như nguồn cấp khí chính được cung cấp từ phía đầu vào của vòi thổi đối với khí chứa oxy đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh và được thổi từ vòi thổi trong khi khí điều khiển được phun theo hướng về phía bên trong của vòi thổi ít nhất một phần của quá trình tinh luyện thổi oxy từ miệng phun được bố trí ở mặt bên của vòi phun tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của ống phun hoặc ở khu vực xung quanh của nó để ít nhất một phần của miệng phun có tại mỗi chỗ trống được tạo ra bằng cách chia vòi phun thành hai bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi phun. Đối với phương án sáng chế thích hợp, khu vực xung quanh của vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi phun.

Trong sáng chế, “diện tích mặt cắt” của vòi phun có nghĩa là vùng vuông góc với trục trung tâm bên trong vòi phun qua toàn bộ mô tả. Do vậy, “vị trí mà diện

tích mặt cắt của vòi phun không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu” có nghĩa là vị trí mà diện tích mặt cắt của vị trí đó lớn hơn 1,0 lần nhưng không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu.

Trong phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo sáng chế có hình dạng như trên, các nội dung dưới đây được coi là các giải pháp ưu tiên:

(1) khi vòi thổi được sử dụng vòi phun thẳng có phần thẳng tiếp nối với đầu ra của vòi phun mà diện tích mặt cắt là tối thiểu và không đổi theo hướng trục của vòi phun hoặc vòi phun Laval có phần được nối rộng tiếp nối với phần họng mà diện tích mặt cắt chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun;

(2) áp suất nguồn cấp khí chính tại phía đầu vào của vòi thổi được tạo ra lớn hơn áp suất giãn nở đủ Po thỏa mãn phương trình (1) sau đây:

$$A_e/A_t = (5^{5/2}/6^3) \times (P_e/P_o)^{-5/7} \times [1 - (P_e/P_o)^{2/7}]^{-1/2} \dots\dots (1),$$

trong đó A_t là diện tích mặt cắt tối thiểu của vòi thổi (mm^2), A_e là diện tích mặt cắt của đầu ra của vòi thổi (mm^2), P_e là áp suất trong vùng không khí tại đầu ra của vòi phun (kPa), và P_o là áp suất giãn nở đủ của vòi phun (kPa);

(3) miệng phun được bố trí tại nhiều chỗ ở mặt bên của vòi thổi theo hướng chu vi của nó và tích số của đường kính của lỗ dẫn khí điều khiển về phía miệng phun và số lượng miệng phun n trên một vòi thổi không nhỏ hơn 0,4 lần đường kính phía trong của vòi phun tại vị trí có diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu;

(4) miệng phun được bố trí theo dạng giống như xẻ rãnh qua toàn bộ hướng chu vi ở mặt bên của vòi thổi và chiều dài của miệng phun theo hướng trục của vòi thổi không lớn hơn 0,25 lần đường kính phía trong của vòi phun tại vị trí có diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu;

(5) lượng khí điều khiển được phun về phía bên trong của vòi thổi ít nhất một phần giai đoạn tinh luyện thổi oxy không nhỏ hơn 5% của tổng lượng của khí điều khiển và nguồn cấp khí chính được cấp vào vòi thổi;

(6) tốc độ cấp khí điều khiển được điều chỉnh theo tốc độ cấp khí chứa oxy được thổi từ ống thổi từ đỉnh vào sắt nóng chảy;

(7) tốc độ cấp khí điều khiển được thay đổi theo sự tiến triển của việc tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy;

(8) tốc độ cấp khí điều khiển được thay đổi theo nồng độ silic trong sắt nóng chảy trước khi bắt đầu tinh luyện thổi oxy;

(9) khí chứa oxy được cung cấp là nguồn cấp khí chính trong khi khí điều khiển được phun vào trong vòi thổi ở giai đoạn cuối của quá trình tinh luyện thổi oxy sau khi cung cấp 85% tổng lượng khí oxy trong khí chứa oxy được cung cấp trong tinh luyện thổi oxy;

(10) khí chứa oxy được cung cấp là nguồn cấp khí chính cho sắt nóng chảy có nồng độ silic không nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trước khi bắt đầu tinh luyện thổi oxy trong khi khí điều khiển được phun vào trong vòi thổi tại giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện thổi oxy trước khi cung cấp 20% tổng lượng khí oxy chứa trong khí chứa oxy cung cấp cho quá trình tinh luyện thổi oxy.

Hơn nữa, sáng chế là ống thổi từ đỉnh nhằm thổi khí chứa oxy vào sắt nóng chảy được nạp trong bể phản ứng, đặc trưng ở chỗ vòi thổi khí chứa oxy được cung cấp để đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh; miệng phun để phun khí điều khiển theo hướng vào trong vòi thổi được bố trí ở mặt bên của vòi phun tại vị trí mà diện tích mặt cắt vòi phun hoặc vùng xung quanh của nó theo cách mà ít nhất một phần của miệng phun có trong mỗi chỗ trống được tạo ra bằng cách chia vòi phun thành hai bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi phun; và các dòng dẫn nhỏ khí điều khiển vào nhiều miệng phun khí điều khiển được bố trí theo nhiều hướng theo hướng chu vi của mặt bên của vòi phun được nối thông trong ống thổi từ đỉnh. Đối với phương án thích hợp hơn, khu vực xung quanh của vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi phun.

Trong ống thổi từ đỉnh có hình dạng như trên theo sáng chế, các nội dung dưới đây đây được coi là các giải pháp ưu tiên:

(1) miệng phun được bố trí tại nhiều chỗ trên mặt bên của vòi thổi theo

hướng chu vi của nó và tích số của đường kính phía trong của vòi phun tia để khí điều khiển mà nối thông với miệng phun và số lượng miệng phun n trên một vòi thổi không nhỏ hơn 0,4 lần đường kính phía trong của vòi phun tương ứng với diện tích mặt cắt tối thiểu của vòi thổi;

(2) khi vòi thổi được sử dụng vòi phun thẳng có phần thẳng tiếp nối với đầu ra của vòi phun mà diện tích mặt cắt là tối thiểu và không đổi theo hướng trục của vòi phun hoặc vòi phun Laval có phần được nối rộng tiếp nối với phần họng mà diện tích mặt cắt chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun.

Hơn nữa, sáng chế là ống thổi từ đỉnh để thổi khí chứa oxy vào sắt nóng chảy được nạp trong bể phản ứng, đặc trưng ở chỗ vòi thổi khí chứa oxy được đưa vào để đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh, và

miệng phun để phun khí điều khiển về phía bên trong vòi thổi được bố trí thành dạng giống như xẻ rãnh trên toàn bộ hướng chu vi tại mặt bên của vòi thổi tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun hoặc khu vực xung quanh của nó. Đối với phương án sáng chế thích hợp, khu vực xung quanh của vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi phun.

Trong ống thổi từ đỉnh có hình dạng như trên theo sáng chế, các điều sau đây được coi là các giải pháp thích hợp:

(1) độ dài của miệng phun theo hướng trục của vòi thổi không lớn hơn 0,25 lần đường kính phía trong của vòi thổi tương ứng với diện tích mặt cắt tối thiểu của vòi phun.

(2) khi vòi thổi được sử dụng vòi phun thẳng có phần thẳng tiếp nối với đầu ra của vòi phun mà diện tích mặt cắt là tối thiểu và không đổi theo hướng trục của vòi phun hoặc vòi phun Laval có phần được nối rộng tiếp nối với phần họng mà diện tích mặt cắt chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, có thể điều khiển tốc độ thổi khí bất kể tổng lượng khí thổi

bằng cách điều khiển khí điều khiển được phun về phía bên trong của vòi thổi từ đa hướng theo hướng chu vi hoặc từ toàn bộ hướng chu vi tại mặt bên của vòi phun trong khu vực xung quanh của vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu mà không sử dụng bộ phận di động cơ học trong vòi thổi khí chứa oxy trong ống thổi từ đỉnh. Do vậy, việc vận hành có thể được thực hiện mà không gây ra các rắc rối trong bộ phận di động cơ học ngay cả dưới điều kiện tinh luyện thổi oxy mà sắt nóng chảy hoặc các vật liệu tương tự bắn rộng ra. Tốc độ thổi khí khi lượng khí thổi nhỏ có thể được tăng một cách hiệu quả ngay cả dưới điều kiện mở hẹp, nên có thể đạt được phương pháp thổi từ đỉnh của oxy có khoảng biên độ của lượng khí thổi rộng và ống thổi từ đỉnh được sử dụng cho việc đó. Nghĩa là, ngay cả khi sử dụng vòi phun lớn có đường kính phía trong của tối thiểu mà thích hợp để giảm hiện tượng bắn tung tóe ở điều kiện lượng khí thổi cao, có thể tiến hành tinh luyện thổi oxy bằng cách kìm việc giảm tốc độ thổi khí dưới điều kiện lượng khí thổi nhỏ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng giản đồ minh họa mặt cắt dọc của ví dụ trong đó khí vòi thổi được sử dụng trong ống thổi từ đỉnh theo sáng chế.

Các hình vẽ từ hình vẽ Fig.2(a) đến hình vẽ (d) là hình vẽ dạng giản đồ của mặt cắt phân hạng minh họa miệng phun khí điều khiển trong vòi thổi khí được thể hiện trên hình vẽ Fig.1.

Fig.3 là đồ thị thể hiện diễn biến tăng tốc độ thổi bằng lượng tia của khí điều khiển trong các vòi thổi được thể hiện trên các hình vẽ từ các Fig.2(a) đến (d).

Fig.4 là đồ thị thể hiện các kết quả thu được bằng cách thu xếp cho tốc độ thổi khí đối đa mà chiếm tối đa về tỷ lệ lượng phun khí điều khiển trong khí vòi thổi được sử dụng trong ống thổi từ đỉnh theo sáng chế sử dụng giá trị đường kính của miệng phun khí điều khiển $\times$ số lượng miệng phun khí điều khiển / đường kính phân hạng trong vòi thổi như trục nằm ngang.

Fig.5 là đồ thị thể hiện các kết quả thu được by thiết lập tốc độ thổi khí tối đa mà chiếm tối đa về tỷ lệ lượng phun khí điều khiển trong vòi thổi khí được sử dụng

trong ống thổi từ đỉnh theo sáng chế bằng cách sử dụng các khoảng cách đều nhau của khe/ đường kính của phân hòng trong vòi thổi như trục ngang.

Fig.6 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa nồng độ cacbon cuối bước thổi và nồng độ T.Fe (% theo khối lượng) trong xỉ khi quá trình xử lý khử cacbon sử dụng vòi thổi khí cho ống thổi từ đỉnh theo sáng chế kết thúc.

Fig.7 là đồ thị thể hiện các kết quả sự có và không có phé phẩm sinh ra bởi tỷ lệ lượng phun khí điều khiển tại giai đoạn thổi ban đầu của quá trình thổi khử cacbon được sử dụng trong sáng chế.

Fig.8 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ lượng khí phun của khí điều khiển và tỷ lệ sinh ra bụi dưới điều kiện nồng độ silic trong gang nóng chảy nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng trong quá trình thổi khử cacbon theo sáng chế.

Fig.9 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa nồng độ T.Fe (% theo khối lượng) trong xỉ và tỷ lệ lượng phun khí điều khiển ở lần tiến hành thổi khử cacbon lên tới nồng độ cacbon khoảng 0,05 % theo khối lượng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án của sáng chế sẽ được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ.

Fig.1 là hình vẽ dạng giản đồ minh họa mặt cắt dọc của ví dụ khi vòi thổi khí sử dụng cho ống thổi từ đỉnh được sử dụng trong sáng chế. Khí chứa oxy dùng cho tinh luyện thổi oxy được thổi từ bể chứa không khí 4 của ống thổi từ đỉnh qua vòi thổi đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh lên bề mặt bể. Trong các ví dụ minh họa các Fig.1 và các hình vẽ từ các Fig.2(a) đến (d) thể hiện phần trên cùng của ống thổi từ đỉnh có duy nhất chỉ một vòi thổi để đơn giản hóa mô tả, trong đó đường nhỏ nước mát và đường tương tự trong vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh được lược bớt. Khí chứa oxy thường xuyên được sử dụng là khí oxy công nghiệp nguyên chất, nhưng khí hỗn hợp của khí oxy nguyên chất và khí ni tơ hoặc khí hồ quang có thể được sử dụng phụ thuộc vào mục đích của nó.

Vòi phun Laval được thể hiện trên Fig.1 gồm có phân hòng 1 mà diện tích mặt cắt bên trong vòi phun chiếm tối thiểu trong hướng trục của vòi thổi và phân

được nối rộng 2 mở rộng xuôi xuống từ phần họng 1. Ngoài ra, phần dạng hình nón (không được thể hiện) có thể có ở đó nhằm mở rộng hướng lên trên từ phần họng 1 để tạo ra dạng vòi phun hình nón và được mở rộng để dẫn nguồn cấp khí chính vào trong phần họng 1. Ống thổi từ đỉnh được sử dụng trong sáng chế có vòi thổi khí có miệng phun 3 cho khí điều khiển đặt tại để cho ít nhất một phần của miệng phun có mặt tại mỗi khoảng trống được tạo thành bằng cách chia vòi phun thành hai bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi phun tại mặt bên của vòi phun trong khu vực xung quanh vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi. Có thể cung cấp khí chứa oxy với vai trò là nguồn cấp khí chính từ phía đầu vào của vòi thổi trong khi phun khí điều khiển có khả năng điều khiển lượng phun không phụ thuộc nguồn cấp khí chính, mà được cung cấp từ đầu nạp của vòi thổi, về phía bên trong của vòi thổi qua miệng phun 3 cho khí điều khiển.

Tại đây, diện tích mặt cắt của vòi thổi tại vị trí bao gồm miệng phun 3 có nghĩa là khu vực được đóng kín bởi mặt bên ảo của vòi phun, mà là mặt cong trên mặt bên của vòi thổi được tạo thành bằng cách tự thêm vào một phần của miệng phun 3 thực tế không có mặt bên của vòi thổi bởi mặt cong nhẵn tiếp nối từ mặt bên vòi phun xung quanh miệng phun 3, trên mặt phẳng vuông góc với trục trung tâm của vòi thổi.

Trong trường hợp này, khi mặt bên của vòi thổi không gồm các phần của nhiều miệng phun 3 được tạo thành như mặt bên của bộ phận có hình bánh xe ở giữa trục trung tâm của vòi thổi, vòi phun ảo mặt cong tương ứng với mặt bên của bộ phận có hình bánh xe. Đối với vòi phun Laval, mặt cong có trong phần miệng phun 3 thường gồm có một phần của mặt bên của hình trụ tròn, lõi tròn, hoặc sự kết hợp của nó, nhưng không nhất thiết bị giới hạn đối với một phần của hình trụ tròn, lõi tròn hoặc sự kết hợp của nó, khi quan tâm đến dạng của phần được nối rộng 2 có thể không phải hình lõi tròn nhưng là hình quả chuông hoặc dạng của vòi thổi không phải hình tròn.

Khi miệng phun 3 được tạo thành dạng giống như xẻ rãnh toàn bộ theo hướng chu vi của vòi thổi được đề cập đến sau đây, mặt cong vòi phun ảo được xác

định bằng cách tự thêm vào vị trí miệng phun 3 trong khu vực đặc biệt của trục trung tâm của vòi thổi bởi đường cong mịn tiếp nối với mặt bên của vòi phun trong vùng lân cận của nó (bao gồm đường thẳng).

Trong ống thổi từ đỉnh có vòi phun Laval thông thường để thổi từ đỉnh khí oxy không có miệng phun 3 tại đó, theo kinh nghiệm đã biết thì mối liên hệ giữa lượng thổi khí oxy và áp suất tại đầu nạp của phần họng được thể hiện ước chừng bởi phương trình sau (2):

$$P_t = F_{O_2} / (0,456 \times n \times dt^2) \dots\dots (2)$$

trong đó P_t là áp suất khí tại đầu nạp của phần họng 1 (áp suất tuyệt đối) (kgf/cm^2), F_{O_2} là lượng thổi khí oxy được thổi từ ống thổi từ đỉnh ($\text{Nm}^3/\text{giờ}$), n là số lượng vòi thổi trong ống thổi từ đỉnh, và dt là đường kính phía trong của phần họng trong vòi thổi.

Có thể thấy từ phương trình (2), áp suất khí P_t tại đầu nạp của phần họng 1 tỷ lệ với lượng thổi khí và tỷ lệ nghịch với diện tích mặt cắt của phần họng 1 (hoặc P_t tỷ lệ với vận tốc tuyến tính ($\text{Nm}/\text{giây}$) của khí). tia khí thổi từ vòi thổi về căn bản sử dụng áp suất khí P_t như nguồn năng lượng, và có xu thế tốc độ thổi hoặc động năng tia khí trở nên cao hơn về lượng khí áp suất khí P_t trở nên cao hơn.

Ngược lại, khi khí điều khiển được phun vào từ miệng phun 3 dưới điều kiện là tổng lượng khí thổi từ vòi thổi là không đổi, vùng có thông lượng chất nhỏ theo hướng trục được tạo ra trong vùng lân cận của miệng phun 3 trong phần họng 1, và thông lượng chất (tốc độ thông lượng chất trên mỗi diện tích đơn vị) tăng trong vùng không phải mặt cắt của phần họng 1 (khu vực vuông góc với trục trung tâm của vòi thổi) khi so sánh với trường hợp mà khí điều khiển không được phun vào. Do vậy, áp suất khí của nguồn cấp khí chính tăng tại đầu nạp của phần họng 1, và có hiện tượng là tốc độ thổi của tia khí được thổi từ vòi thổi tăng. Hiện tượng như vậy có thể được coi là kết quả của việc có vẻ như giảm diện tích mặt cắt của phần họng 1, nhưng đáng chú ý ngay cả khi tốc độ của khí điều khiển đối với nguồn cấp khí chính là tương đối nhỏ và được quan sát ngay cả khi miệng phun khí điều khiển được đặt tại vị trí xác định theo hướng trục không chỉ trong vòi phun Laval có

miệng phun 3 cho khí điều khiển trong phần họng 1 nhưng ngoài ra trong vòi phun thẳng có diện tích mặt cắt không đổi theo hướng trục của vòi phun. Trong vòi phun thẳng không có phần được nói rộng 2, khi các vị trí có nhiều miệng phun 3 theo hướng trục của vòi phun đều với bất kỳ miệng phun 3 nào, các miệng phun này có thể được đặt tại các vị trí tùy ý theo hướng trục của vòi phun. Nghĩa là, điểm đặt miệng phun 3 trong vòi phun thẳng là mặt bên của vòi phun tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun.

Để chuyển đổi một cách hiệu quả việc tăng áp suất khí của nguồn cấp khí chính tại đầu nạp của phần họng bởi sự dẫn khí điều khiển từ miệng phun 3 thành động năng để tăng tốc độ thổi, cần xem xét theo sự ảnh hưởng của dạng vòi phun tương tự khi vòi phun Laval thông thường được sử dụng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hiệu quả của tăng tốc độ thổi thích hợp đặc biệt thu được dưới điều kiện dạng vòi phun đã xác định. Nghĩa là, tốc độ thổi có thể được tăng một cách hiệu quả dưới có vẻ như điều kiện mở rộng không tốt như vậy có áp suất khí tại đầu nạp của phần họng nguồn cấp khí chính cao hơn áp suất giãn nở đủ Po được xác định bởi phương trình (1) sau đây về hệ số mở của vòi thổi (A_e/A_t) khi so sánh với trường hợp mà điều kiện nói trên không được thỏa mãn:

$$A_e/A_t = (5^{5/2}/6^3) \times (P_e/P_o)^{-5/7} \times [1 - (P_e/P_o)^{2/7}]^{-1/2} \dots\dots (1),$$

trong đó A_t là diện tích mặt cắt tối thiểu của vòi thổi (mm^2), A_e là diện tích mặt cắt tại đầu ra của vòi thổi (mm^2), P_e là áp suất vùng không khí tại đầu ra của vòi phun (kPa), và P_o là áp suất giãn nở đủ của vòi phun (kPa). Sự ảnh hưởng của dạng vòi phun lên hiệu quả của tăng tốc độ thổi được xem xét như sau.

Trong vòi phun Laval bình thường, khi áp suất khí tại đầu nạp của phần họng 1 cao hơn áp suất giãn nở đủ, mở hẹp được thực hiện trong phần được nói rộng 2 của vòi phun Laval, và khí được thổi từ đầu ra của vòi phun cùng với việc giữ áp suất ở mức cao và mở rộng cùng với sóng va đập bên ngoài vòi phun gây ra hao năng lượng, và do đó tốc độ thổi được hạ thấp khi so sánh với trường hợp của vòi phun có hệ số mở lớn hơn đạt được mở rộng đủ tại áp suất khí trong cùng đầu nạp của phần họng 1.

Mặt khác, khi khí điều khiển được thổi từ nhiều miệng phun 3 đặt trên mặt bên vòi phun của phần họng 1 (hoặc phần thẳng mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun), lớp biên khí của nguồn cấp khí chính tạo ra theo mặt bên vòi phun (mặt thành) của phần họng 1 bị tách ra từ mặt bên vòi phun có vẻ như gây ra giảm diện tích mặt cắt vòi phun tại phần họng 1. Hiệu quả của việc giảm diện tích mặt cắt vòi phun được coi là tương đối nhỏ bằng cách tăng tốc khí điều khiển theo hướng thổi khí của vòi thổi tại đầu ra của vòi phun. Do đó, hiệu quả của tăng hệ số mở về cơ bản khi so sánh với dạng vòi phun thực tế được thực hiện bởi dẫn khí điều khiển, và mở rộng đủ về cơ bản được thực hiện tại áp suất khí tại đầu nạp của phần họng 1, mà cao hơn áp suất giãn nở đủ được xác định từ dạng vòi phun (hệ số mở) bằng cách sử dụng phương trình (1) để tăng tốc độ thổi. Ngoài ra, khi vòi phun có hệ số mở được xác định từ áp suất khí tại đầu nạp của phần họng 1 bằng cách sử dụng phương trình (1), mở rộng quá mức về cơ bản là nguyên nhân gây ra hao năng lượng. Do vậy, khi khí điều khiển được phun vào từ nhiều miệng phun đặt tại trên mặt bên vòi phun của phần họng 1 (hoặc vị trí mà diện tích mặt cắt vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun), tốc độ thổi có thể được tăng một cách hiệu quả dưới điều kiện mở rộng có vẻ như không tốt mà áp suất khí của nguồn cấp khí chính tại đầu nạp của phần họng 1 cao hơn áp suất giãn nở đủ P_0 được xác định từ dạng của vòi thổi (hệ số mở) bằng cách sử dụng phương trình (1), khi so sánh với trường hợp mà điều kiện trên đây không được thỏa mãn.

Để xác nhận chức năng của việc tăng tốc độ thổi bởi khí điều khiển như được đề cập ở trên, thử nghiệm mẫu được tiến hành bằng cách sử dụng vòi phun có dạng được thể hiện trên Fig.1 để xác định ảnh hưởng của khí điều khiển lên tốc độ thổi. Các điều kiện của dạng vòi phun được sử dụng được thể hiện trong Bảng 1, trong đó các vòi phun từ vòi phun A1 đến A3 và B là vòi phun Laval có phần họng 1, và các vòi phun C1 đến C6 là các vòi phun thẳng có miệng phun khí điều khiển đặt tại vị trí có khoảng cách được xác định trước từ đầu ra của vòi phun. Đối với miệng phun khí điều khiển, 8 miệng phun được bố trí với khoảng cách đều nhau

theo hướng chu vi trong bất kỳ điều kiện nào, như được thể hiện bởi quan sát mặt cắt của họng của vòi thổi trên Fig.2(c), và được tạo thành như đầu mở trong lỗ dẫn có đường kính phía trong là 1 mm (lỗ dẫn khí điều khiển). Trong C5 và C6, 4 miệng phun trong số 8 miệng phun bị đóng lại, và 4 miệng phun bị đóng được nối với nhau trong C5, trong khi các miệng phun đó được bố trí xen kẽ lẫn nhau trong C6. Một tỷ lệ diện tích của các miệng phun khí điều khiển trên Bảng 1 là tỷ lệ của tổng diện tích mặt cắt của các lỗ dẫn khí điều khiển đối với diện tích mặt cắt tối thiểu của mỗi vòi phun.

Bảng 1

Vòi phun	A1	A2	A3	B	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Đường kính tối thiểu D1 (mm)	5,4			6,6	7					
Đường kính đầu ra De (mm)	6			7	7					
Độ dài của phần mở rộng (mm)	4			6	-					
Áp suất giãn nở đủ (Mpa)	0,41			0,33	0,19					
Khoảng cách từ miệng phun khí điều khiển đến đầu ra của vòi phun	4,0	2,7	2	6	3,3	5,7	16,5	20,0	5,7	
Đường kính của miệng phun khí điều khiển	1			1	1				1	
Số lượng miệng phun khí điều khiển	8			8	8				4	4
Tỷ lệ diện tích của miệng phun khí điều khiển	27%			18%	16%				8%	8%

Không khí với áp suất cao được cung cấp như nguồn cấp khí chính và khí điều khiển dưới các điều kiện về lượng dòng phun được thể hiện trên Bảng 2, và tốc độ thổi của tia khí được đo lường riêng trên trục trung tâm 200 mm tách khỏi đỉnh vòi phun để đạt kết quả được thể hiện trên Bảng 2 kết hợp cùng các mức áp suất của nguồn cấp khí chính và khí điều khiển. Trong lần thử nghiệm này, nghiên cứu được thực hiện bằng cách thay đổi tổng lượng khí thổi (tổng của lượng khí thổi cung cấp chính và lượng phun khí điều khiển) trong mỗi vòi phun với ba điều kiện và so sánh trường hợp khí điều khiển không được cấp và một trường hợp khác trong đó tỷ lệ của lượng phun khí điều khiển với tổng lượng thổi khí là 20%. Hơn nữa, các dạng chính như đường kính tối thiểu của vòi phun, hệ số mở và v.v... đối với thử nghiệm mẫu được thể hiện trên Bảng 1 được xác định để giống với trường hợp giảm quy mô còn khoảng 1/10 của vòi thổi khí trong ống thổi từ đỉnh thực tế 300 t như được đề cập đến sau. Ngoài ra, lượng khí thổi trong thử nghiệm mẫu được thể hiện trên Bảng 2 được đặt bằng khoảng 1/100 do vậy với khoảng điều kiện vận hành trong vòi thổi thực tế để tạo áp suất và vận tốc tuyến tính của khí gần như bằng với áp suất và vận tốc tuyến tính của khí trong điều kiện vận hành thực tế.

Bảng 2

Khí điều khiển	Vòi phun	Tổng lượng thổi khí Nm ³ /phút	Lượng thổi Khí dẫn chính Nm ³ /phút	Lượng phun khí điều khiển Nm ³ /phút	Áp suất của khí dẫn chính MPa	Áp suất của khí điều khiển MPa	Tốc độ thổi khí m/giây	Sự chênh lệch của tốc độ thổi khí m/giây
biến mất	A1~3	0,8	0,8	0	0,32	-	100	-
		1,1	1,1	0	0,45	-	110	-
		1,4	1,4	0	0,55	-	150	-
	B	1,1	1,1	0	0,29	-	90	-
		1,4	1,4	0	0,37	-	120	-
	C1~4	1,1	1,1	0	0,26	-	80	-
		1,4	1,4	0	0,33	-	100	-
xuất hiện	A1	0,8	0,64	0,16	0,36	0,35	100	+0
		1,1	0,88	0,22	0,49	0,45	130	+20
		1,4	1,12	0,28	0,61	0,60	170	+20
	A2	1,1	0,88	0,22	0,48	0,40	120	+10
	A3	1,1	0,88	0,22	0,45	0,30	110	+0
	B	1,1	0,88	0,22	0,34	0,40	120	+30
		1,4	1,12	0,28	0,43	0,51	150	+30
	C1	1,1	0,88	0,22	0,33	0,41	110	+30
	C2	1,1	0,88	0,22	0,33	0,42	120	+40
		1,4	1,12	0,28	0,41	0,51	150	+50
	C3	1,1	0,88	0,22	0,33	0,42	110	+30
	C4	1,1	0,88	0,22	0,33	0,42	110	+30
	C5	1,1	0,88	0,22	0,28	0,72	80	+0
	C6	1,1	0,88	0,22	0,35	0,79	100	+20

Chênh lệch của tốc độ thổi khí trên Bảng 2 là chênh lệch của tốc độ thổi khí phụ thuộc vào sự xuất hiện và biến mất của khí điều khiển trong cùng các điều kiện dữ liệu của dạng vòi phun và tổng lượng khí thổi. Như đã thấy từ các kết quả của

Bảng 2, có thể nâng áp suất của nguồn cấp khí chính và tăng tốc độ thổi bằng cách thổi khí điều khiển mà tổng lượng khí thổi không đổi. Cụ thể, hiệu quả của tăng tốc độ thổi là lớn dưới điều kiện áp suất của nguồn cấp khí chính vượt quá áp suất giãn nở đủ mỗi vòi phun. Điều này được xem xét dựa trên thực tế là hiệu quả của có vẻ như tăng hệ số mở gây ra bởi thổi khí điều khiển để tạo điều kiện khá giống với mở rộng đủ.

Có thể thấy rằng tăng hiệu quả thu được bất kể loại vòi phun Laval và vòi phun thẳng, khi các miệng phun được tạo ra trên mặt bên của vòi phun tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu (các ví dụ A1, B và C1 đến C6) hoặc trong vùng lân cận của nó (các ví dụ A2 và A3), cũng có thể coi rằng hiệu quả không thu được khi khí điều khiển được phun vào từ một hướng đến vòi phun và do đó cần bố trí miệng phun để ít nhất một phần của nó có tại mỗi khoảng trống tạo ra bằng cách chia miệng phun khí điều khiển thành hai phần bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi phun.

Tại đây, "vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu" được xác định tham chiếu tới A1 đến A3 sử dụng vòi phun Laval trên các Bảng 1 và 2. Đầu tiên, vị trí được bố trí với miệng phun ở A1 được thấy là phần họng 1 mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục, bởi vì chiều dài của phần được nói rộng là 4 mm và khoảng cách của miệng phun khí điều khiển từ đầu ra của vòi phun là 4 mm. Ngoài ra, vị trí được bố trí với miệng phun trong A2 được thấy là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun bằng 1,06 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi phun, bởi vì chiều dài của phần được nói rộng là 4 mm và khoảng cách của miệng phun khí điều khiển từ đầu ra của vòi phun là 2,7 mm. Hơn nữa, vị trí được bố trí có miệng phun trong A3 được phát hiện là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun là 1,14 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi phun, bởi vì chiều dài của phần được nói rộng là 4 mm và khoảng cách của miệng phun khí điều khiển từ đầu ra của vòi phun là 2 mm. Khi "chênh lệch của tốc độ thổi khí m/giây" ở A1 đến A3 của Bảng 2 được so sánh dưới điều kiện mà tổng lượng khí thổi là 1,1 Nm³/phút với sự xuất hiện của khí điều khiển, vòi phun A1 có hệ số tốc độ đối với diện tích mặt cắt tối thiểu của "1" là +20 m/giây, và vòi phun A2 có hệ số tỷ lệ đối với diện tích mặt cắt tối thiểu của "1,06" là +10 m/giây, và vòi phun A3 có hệ số tốc độ đối với diện tích mặt cắt tối thiểu của "1,14" là +0. Từ thực tế này, có thể thấy rằng khi vòi phun Laval được sử dụng trong sáng chế, khu vực xung quanh vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm diện tích mặt cắt tối

thiếu tốt hơn là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun không lớn hơn 1,1 lần củ diện tích mặt cắt theo hướng trục của vòi phun.

Tiếp theo, điều kiện cung cấp khí điều khiển sẽ được mô tả dưới đây.

Kiểm tra đã được thực hiện trên sự ảnh hưởng của tỷ lệ lượng phun khí điều khiển (tốc độ của lượng phun khí điều khiển đối với tổng lượng thổi của khí) đối với tốc độ thổi dưới điều kiện miệng phun khí điều khiển i được thay đổi trong vòi thổi có dạng vòi phun Laval giống trong vòi phun B của Bảng 1. Tại đây, nhiều miệng phun khí điều khiển được bố trí, như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.2(a) đến (d) để là đối xứng xoay về trục trung tâm của vòi thổi, bằng cách sắp đặt các miệng phun 2, 4 hoặc 8 tại khoảng cách đều nhau theo hướng chu vi hoặc bằng cách tạo ra miệng phun thành dạng giống như xẻ rãnh trên toàn bộ đường đường chu vi. Trong trường hợp bố trí nhiều miệng phun, mỗi miệng phun được tạo như đầu mở của lỗ dẫn khí điều khiển có đường kính phía trong là 1 mm. Trong trường hợp miệng phun dạng giống như xẻ rãnh được tạo ra, chiều rộng của khoảng cách giống như xẻ rãnh là 1 mm. Tốc độ thổi trên trục trung tâm 200 mm xa từ đỉnh của mỗi vòi thổi được đo dưới điều kiện là tổng lượng khí thổi được thiết đặt đến trị số không đổi 1,1 Nm³/phút và tỷ lệ lượng phun khí điều khiển được thay đổi trong khoảng từ 0 đến 30%. Các kết quả đo lường của tốc độ thổi được thể hiện trên hình vẽ Fig.3. Như thấy từ Fig.3, hiệu quả lên tốc độ thổi có thể thu được trong cả hai trường hợp miệng phun khí điều khiển là dạng giống như xẻ rãnh trên toàn bộ đường chu vi và nhiều miệng phun được bố trí. Có thể cho rằng tỷ lệ lượng phun khí điều khiển tốt hơn là không ít hơn 5% để đạt hiệu quả của có vẻ như giảm diện tích mặt cắt của vòi phun trong phần họng được đề cập ở trên ở mức độ nhất định. Ngoài ra, giới hạn trên của tỷ lệ lượng phun khí điều khiển không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là không lớn hơn 50%, mong muốn hơn là không lớn hơn 30% để tránh tăng kích cỡ của đường nhỏ cho khí điều khiển hoặc hệ thống cấp khí điều khiển.

Có thể thấy rằng mỗi vòi phun được thể hiện trên Fig.3 có tỷ lệ lượng phun của điều khiển mà tại đó tốc độ thổi là lớn nhất. Khi tỷ lệ lượng phun khí điều khiển vượt quá tốc độ như vậy, tốc độ thổi có thể được được quan sát có thể có xu hướng giảm. Điều này được xem xét dựa trên thực tế là tỷ lệ lượng phun khí điều khiển về cơ bản đạt được mở rộng đủ có từ mối liên hệ giữa hiệu quả về cơ bản hệ số mở tăng nhiều hơn dạng vòi phun thực tế và hiệu quả của nâng áp suất của nguồn cấp khí chính tại đầu nạp của phần họng gây ra bởi dẫn khí điều khiển.

Tương tự, khi đo lường tốc độ quá trình thổi được thực hiện, dưới điều kiện 2 đến 8 miệng phun khí điều khiển được bố trí tại khoảng cách đều nhau theo hướng chu vi và được tạo thành như đầu mở của lỗ dẫn khí điều khiển có mặt cắt tròn trong vòi thổi có dạng vòi phun Laval giống như trong vòi phun B trên Bảng 1, bằng cách thay đổi đường kính phía trong của miệng phun khí điều khiển trong khoảng từ 0,8 đến 1,2 mm để xác định ảnh hưởng củatốc độ của vùng mà có các miệng phun khí điều khiển theo hướng chu vi của phần họng. Fig.4 thể hiện các kết quả thu được bằng cách thiết lập tốc độ thổi tại tỷ lệ lượng phun khí điều khiển đạt được tốc độ thổi tối đa dưới điều kiện tổng lượng khí thổi là không đổi là 1,1 Nm³/phút với trị số đường kính miệng phun khí điều khiển $\times$ số lượng miệng phun khí điều khiển / đường kính phần họng trong vòi thổi như trục tùy ý.

Như thấy từ Fig.4, tốc độ của vùng mà miệng phun có tại đó theo hướng chu vi của phần họng (hoặc phần thẳng mà diện tích mặt cắt của vòi phun chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi phun) tốt hơn là lớn hơn ở mức độ nào đó, từ quan điểm hiệu quả của có vẻ như giảm diện tích mặt cắt của vòi phun trong phần họng. Khi miệng phun được bố trí theo nhiều hướng trên mặt bên theo hướng chu vi của vòi thổi, do đó, thích hợp là tổng độ mở rộng của đường kính miệng phun (đường kính theo hướng vuông góc với trục trung tâm của vòi thổi và trục trung tâm lỗ dẫn khí điều khiển hoặc đường kính của lỗ dẫn khí điều khiển vào miệng phun) theo hướng chu vi tại mặt bên của vòi thổi, ví dụ tích số của đường kính miệng phun và số lượng miệng phun n trên một vòi thổi không nhỏ hơn 0,4 lần của đường kính phía trong của vòi phun tại vị trí mà đường kính hoặc diện tích mặt cắt của phần họng trong vòi thổi chiếm tối thiểu.

Một cách đo lường khác của tốc độ quá trình thổi được thực hiện trên vòi thổi có dạng vòi phun Laval giống với trong vòi phun B của Bảng 1, dưới điều kiện miệng phun khí điều khiển được tạo thành dạng giống như xẻ rãnh trên toàn bộ hướng chu vi của vòi thổi, bằng cách thay đổi khoảng cách đều nhau của khe trong khoảng từ 0,6 mm đến 2,0 mm. Fig.5 thể hiện kết quả đo lường bằng cách thiết lập tốc độ thổi tại tỷ lệ lượng phun khí điều khiển đạt được tốc độ thổi tối đa với trị số khoảng trống đều nhau trong khe / đường kính phần họng trong vòi thổi như trục tùy ý.

Như đã thấy trên Fig.5, khi miệng phun được đặt tại thành dạng giống như xẻ rãnh trên mặt bên của vòi thổi trên toàn bộ hướng chu vi của nó và hơn nữa chiều dài miệng phun được tạo thành dạng giống như xẻ rãnh khoảng cách theo

hướng trục của vòi thổi là quá dài, hiệu quả của tăng tốc độ thổi có xu hướng bị giảm. Do đó, chiều dài miệng phun được tạo thành dạng giống như xẻ rãnh theo hướng trục của vòi thổi tốt hơn là không lớn hơn 0,25 lần đường kính phía trong của vòi thổi tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu. Khi khoảng cách giống như xẻ rãnh vượt quá 0,25 lần đường kính phía trong của vòi thổi, lượng phun của khí điều khiển cần thiết để đạt hiệu quả có vẻ như giảm diện tích mặt cắt của vòi phun tại phần họng tăng, không được ưa chuộng theo điểm màu dòng nhỏ của khí điều khiển và hệ thống cấp khí điều khiển là cần thiết để tăng kích cỡ.

Như được thể hiện trên hình chiếu cắt ngang của phần họng trên các hình vẽ từ Fig.2(a) đến Fig.2(d), số lượng miệng phun là 2 hoặc nhiều hơn thì đủ hoặc miệng phun có thể được bố trí thành dạng giống như xẻ rãnh trên toàn bộ hướng chu vi của vòi phun. Khi các miệng phun được bố trí bất đối xứng đối với trục trung tâm của vòi thổi, tuy nhiên, có xu hướng là tia khí được thổi từ vòi thổi làm lệch khỏi trục trung tâm, như được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 3, và do đó mong muốn bố trí miệng phun để ít nhất một phần của một miệng phun có tại mỗi khoảng trống được tạo ra bằng cách chia vòi phun thành hai phần bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi phun. Trong trường hợp này, rất tốt nếu nhiều miệng phun được đặt tại cùng vị trí theo hướng trục của vòi thổi từ quan điểm hiệu quả của có vẻ như giảm diện tích mặt cắt của vòi phun trong phần họng, nhưng không hoàn toàn cần thiết tại cùng vị trí theo hướng trục của vòi phun. Miễn là các miệng phun được đóng đối với nhau theo hướng trục của vòi thổi và bố trí là ít nhất một phần của một miệng phun tại mỗi khoảng trống tạo ra bằng cách chia vòi phun thành hai phần bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi phun, hiệu quả tương tự của tăng tốc độ thổi có thể thu được, các tác giả đã nghĩ rằng hiệu suất là kém khi so sánh với trường hợp tất cả các miệng phun được bố trí tại cùng vị trí theo hướng trục của vòi thổi.

Khi nhiều miệng phun khí điều khiển được bố trí trên mặt bên của ống phun theo hướng chu vi như được đề cập đến ở trên, các luồng nhỏ để dẫn khí điều khiển vào nhiều miệng phun khí điều khiển được nối thông với nhau trong ống thổi từ đỉnh, nhờ đó có thể thực hiện cung cấp khí điều khiển được thổi từ mỗi miệng phun với cân bằng tốt trong khi đơn giản hóa hệ thống điều khiển lượng thổi hoặc cung cấp luồng nhỏ của khí điều khiển. Tốt hơn nữa là, các đường dẫn dùng cho khí điều khiển được bố trí qua đường dẫn khí hình tròn đặt tại xung quanh vòi thổi.

Mong muốn là toàn bộ phần của miệng phun được bao gồm trong phần họng. Tuy nhiên, chiều dài của phần họng có thể ngắn và nhỏ hơn đường kính miệng phun theo hướng trục của vòi phun. Ngay cả khi một phần của miệng phun được bao gồm trong phần được nối rộng đặt mặt xuôi xuống hoặc trong phần dạng hình nón tại mặt hướng lên trên (không được thể hiện), hiệu quả tương tự có thể thu được nếu vị trí trung tâm của miệng phun được bao gồm trong phần họng hoặc toàn bộ phần họng được bao gồm trong khu vực mà miệng phun có theo hướng trục của vòi thổi, và sự khác biệt lớn không có trong chức năng của điều khiển tốc độ thổi như được đề cập sau.

Hiệu quả của có vẻ như giảm diện tích mặt cắt của vòi phun bằng cách phun khí điều khiển từ mặt bên của vòi phun là không nhất thiết phải giới hạn đối với trường hợp miệng phun được đặt tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi hoàn toàn chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi. Hiệu quả của tăng tốc độ thổi có thể thu được hiệu suất lớn nhất khi miệng phun được bố trí tại vị trí này, và hiệu quả tương tự của việc tăng tốc độ thổi có thể được thu được ngay cả khi miệng phun được bố trí tại vị trí gần với vị trí mà diện tích mặt cắt chiếm tối thiểu theo hướng trục của thổi vòi thổi. Tuy nhiên, vì diện tích mặt cắt của vòi thổi tại vị trí theo hướng trục của vòi thổi mà miệng phun được bố trí là lớn hơn, lượng lớn khí điều khiển là cần thiết, điều này có thể làm giảm hiệu quả của tăng tốc độ thổi, do đó mong muốn hơn là bố trí miệng phun tại vị trí mà diện tích mặt cắt không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu.

Để đạt được hiệu quả thực sự giảm diện tích mặt cắt của vòi phun trong phần họng hiệu quả hơn, mong muốn vận tốc tuyến tính (Nm/giây) tại miệng phun khí điều khiển được phun về phía bên trong của vòi thổi là lớn ở điều kiện nhất định. Các tác giả sáng chế mong đợi là vận tốc tuyến tính của nguồn cấp khí chính trong phần họng giảm trong khoảng 1/2 lần đến 2 lần (trị số trung bình trên toàn bộ mặt cắt trong phần họng), ở đó hiệu quả của có vẻ như giảm diện tích mặt cắt của vòi phun trong phần họng có thể thu được tốt mà không gây ra tăng quá mức áp suất của khí điều khiển. Trong số các kết quả thu được dựa trên thử nghiệm mẫu ở trên các kết quả về các điều kiện thích hợp của việc mang đến hiệu quả của việc tăng tốc độ thổi bởi khí điều khiển, các chỉ số không thứ nguyên như là tỷ số lượng phun, tỷ số dài, tỷ số tiết diện, tỷ số vận tốc tuyến tính và v.v... là đủ hiệu quả chừng nào áp suất khí hoặc vận tốc tuyến tính trong vòi phun là cùng khoảng, ngay cả khi phạm vi giảm hoặc kích cỡ của nó bao gồm máy thực sự phân tán rộng, để

khoảng mong muốn của riêng từng chỉ số không thứ nguyên có thể ứng dụng được như nó là vậy.

Các tác giả sáng chế đã thực hiện rất nhiều nghiên cứu theo phương pháp trong đó sinh ra lượng của bụi và hao mòn oxy hóa của sắt được giảm bằng cách điều khiển tốc độ thổi hoặc áp suất động của tia khí sử dụng ống thổi từ đỉnh theo sáng chế trong khi vận hành ổn định tinh luyện thổi oxy như là thổi khử cacbon trong lò chuyển.

Nhìn chung, tinh luyện thổi oxy thép sắt được tiến hành nhằm mục đích khử silic, khử cacbon, khử photpho và các quy trình tương tự. Trong giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện, các tạp chất bị loại bỏ hiệu quả bằng cách tăng tốc độ cấp của oxy, và do đó nồng độ các tạp chất được hạ thấp và phản ứng không dự tính trước như là sự tạo ra của oxit sắt hoặc các chất tương tự trở nên chiếm ưu thế tại giai đoạn cuối cùng của quá trình tinh luyện. Theo đó, cách thổi oxy trong đó giảm tốc độ cấp oxy thường được chọn. Khi khí oxy được cung cấp từ ống thổi từ đỉnh, động năng của tia oxy được thổi từ đỉnh bị thay đổi cùng với sự thay đổi nói trên cắt tốc độ thổi oxy, để trạng thái ảnh hưởng của tia oxy được thổi từ đỉnh vào xỉ nóng chảy hoặc bề mặt sắt nóng chảy bị thay đổi, điều này có thể gây ra sự đáng lo ngại đó là tốc độ phản ứng bị ảnh hưởng.

Ví dụ, khi tốc độ cấp của oxy được thổi từ đỉnh được hạ thấp ở giai đoạn cuối cùng của quá trình tinh luyện thổi oxy để hạn chế sự hình thành của oxit sắt khi tinh luyện khử cacbon của sắt nóng chảy, động năng của tia oxy được thổi từ đỉnh có xu hướng được hạ thấp để thay đổi sự chuyển động/trạng thái hỗn hợp trong vị trí va chạm của tia oxy được thổi từ đỉnh (điểm nóng) và giảm hiệu quả khử cacbon oxy. Trong trường hợp như vậy, phương pháp của hạ thấp chiều cao ống phun để hạn chế giảm động năng của tia oxy được thổi từ đỉnh cũng ra được sử dụng, nhưng không thể xử lý hiệu quả bởi vì có giới hạn đối với chiều cao an toàn của ống phun.

Trong tinh luyện thổi oxy phương pháp của sắt nóng chảy theo sáng chế, động năng của tia oxy được thổi từ đỉnh có thể được tăng bằng cách điều chỉnh tốc độ cấp của khí điều khiển theo tốc độ cấp của khí chứa oxy được thổi vào sắt nóng chảy qua ống thổi từ đỉnh, mà có thể tăng mức độ tự do trong điều kiện tinh luyện để đạt tốc độ phản ứng hiệu quả. Ví dụ, khi tốc độ cấp của oxy được thổi từ đỉnh bị giảm ở giai đoạn cuối cùng của quá trình tinh luyện thổi oxy sau khi 85% của tổng lượng khí oxy được cung cấp trong tinh luyện khử cacbon của sắt nóng chảy, giảm

hiệu quả khử cacbon oxy có thể bị hạn chế để hạn chế dạng của oxit sắt hiệu quả hơn bằng cách cung cấp khí oxy như nguồn cấp khí chính trong khi phun khí điều khiển. Trong trường hợp này, khí điều khiển không được cấp trong giai đoạn tinh luyện mà không phải giai đoạn cuối cùng, mà do sắt nóng chảy bắn ra quá nhiều hoặc sự tạo bụi có thể bị hạn chế ngay cả trong giai đoạn tinh luyện trước đó với tốc độ cấp khí oxy cao trong khi các điều kiện tinh luyện hiệu quả có thể được duy trì toàn bộ bằng cách thay đổi tốc độ cấp khí điều khiển cùng với quy trình tinh luyện thổi oxy.

Để xác minh hiệu quả của việc tăng tốc độ thổi trên bề mặt bề của sắt nóng chảy để hạn chế sự tạo thành của oxit sắt bằng cách cung cấp khí điều khiển dưới cùng điều kiện với tổng lượng khí thổi và chiều cao ống phun, giai đoạn khử cacbon của gang nóng chảy được tiến hành với lò luyện thổi từ đỉnh và đáy theo mức độ 2 t để xác định sự ảnh hưởng của khí điều khiển đối với nồng độ oxit sắt trong xỉ. Trong thử nghiệm tinh luyện của sắt nóng chảy trong lò tinh luyện kích cỡ nhỏ, các điều kiện như là các lượng cung cấp và các tốc độ của khí oxy và vật chất/hóa chất tinh luyện mỗi khối lượng đơn vị của sắt nóng chảy, mật độ năng lượng chuyển động (W/t) bởi khí thổi từ đáy và v.v... được đặt xấp xỉ bằng các giá trị tương tự của máy móc thực tế, mà thử nghiệm làm giống với quá trình phản ứng tinh luyện trong máy móc thực tế có thể được thực hiện. Trong điều kiện của lượng khí oxy thổi được xác định bởi trường hợp trên, ống thổi từ đỉnh được thiết kế để biến phạm vi áp suất khí hoặc vận tốc tuyến tính trong vòi phun thành cùng mức của áp suất khí hoặc vận tốc tuyến tính trong ống thổi từ đỉnh thực tế hoặc thử nghiệm mẫu được đề cập ở trên của vòi thổi. Đối với điều kiện của chiều cao ống phun, tỷ lệ của độ sâu hạ thấp so với độ sâu bề sắt được xác định để bằng với phạm vi vận hành của máy móc thực tế bởi công thức thực nghiệm tính toán độ sâu hạ thấp của sắt nóng chảy.

Bảng 3 thể hiện các điều kiện của ống thổi từ đỉnh được sử dụng trong thử nghiệm này. Hai loại ống thổi từ đỉnh, ví dụ ống phun lỗ đơn D và ống phun 5 lỗ E mỗi ống có vòi thổi dạng thẳng được sử dụng, và bốn miệng phun khí điều khiển được đặt tại vòi thổi của mỗi ống phun để đối xứng quay gấp bốn đối với trục trung tâm của vòi thổi. Dưới các điều kiện thử nghiệm chính được thể hiện trên Bảng 4, quá trình xử lý khử cacbon được tiến hành lên đến mức độ nồng độ cacbon thấp dưới điều kiện không đổi tổng lượng khí oxy thổi trong khi khuấy trộn sắt nóng chảy bởi lượng nhỏ khí hồ quang thổi từ đáy. Mối quan hệ giữa nồng độ cacbon (%)

theo khối lượng) khi thổi bị ngưng cuối bước thổi của quá trình xử lý khử cacbon và nồng độ T.Fe trong xỉ (% theo khối lượng) được đo lường bằng cách so sánh các trường hợp mà khí điều khiển không được cung cấp với trường hợp mà khí điều khiển được cung cấp với lượng tương ứng với khoảng 23% của tổng lượng khí oxy thổi, và đo lường các kết quả được thể hiện trên Bảng 5 và hình vẽ Fig.6.

Bảng 3

Ống phun	D	E
Đường kính tối thiểu của vòi thổi D_t (mm)	13	6
Đường kính đầu ra của vòi thổi D_e (mm)	13	6
Số lượng vòi thổi	1	5
Góc dốc của vòi thổi	0°	12°
Áp suất giãn nở đủ P_o (MPa)	0,19	0,19
Độ cao ống phun (mm)	400	200
Khoảng cách từ miệng phun khí điều khiển đến đầu ra miệng phun (mm)	13	6
Đường kính của miệng phun khí điều khiển (mm)	3	1,4
Số lượng miệng phun khí điều khiển	4	4 cho mỗi
Tỷ lệ diện tích của miệng phun khí điều khiển	21%	22%

Bảng 4

Lượng gang nóng chảy (t)	2	
Nhiệt độ của gang nóng chảy (°C)	1250-1300	
Nồng độ cacbon trong gang nóng chảy (%)	4,2	
Lượng khí thổi từ đáy (Nm ³ /phút)	0,4	
Lượng khí thổi từ đỉnh (Nm ³ /phút)	5,3	
Điều kiện của sáng chế	Lượng thổi khí chính (Nm ³ /phút)	4,1
	Lượng phun khí điều khiển (Nm ³ /phút)	1,2
Điều kiện của ví dụ so sánh	Lượng thổi khí chính (Nm ³ /phút)	5,3
	Lượng phun khí điều khiển (Nm ³ /phút)	0

Bảng 5

		Nồng độ cacbon tại thời điểm ngừng thổi (%)	T.Fe trong xỉ (%)
Vòi phun D	Ví dụ sáng chế	0,02	22,0
		0,03	19,3
		0,05	16,5
		0,10	14,7
	Ví dụ so sánh	0,02	23,8
		0,03	22,2
		0,05	19,2
		0,10	16,5
Vòi phun E	Ví dụ sáng chế	0,02	21,3
		0,03	19,8
		0,05	16,3
		0,10	15,5
	Ví dụ so sánh	0,02	23,3
		0,03	22,3
		0,05	19,7
		0,10	17,0

Như đã thấy từ các kết quả được thể hiện trên Bảng 5 và hình vẽ Fig.6, T.Fe

trong xỉ bị giảm đáng kể để hạn chế hao mòn oxy hóa của sắt bằng cách phun khí điều khiển từ miệng phun khí điều khiển ngay cả trong cùng điều kiện của tổng lượng khí thổi và chiều cao ống phun, khi so sánh với kỹ thuật thông thường không sử dụng khí điều khiển. Điều này được xem xét dựa trên thực tế là tốc độ thổi khí tia khí oxy va chạm lên bề sắt tăng bởi hiệu quả của khí điều khiển làm mạnh lực chuyển động tại điểm nóng. Mặc dù khí điều khiển được cung cấp qua cả quá trình thổi trong thử nghiệm này, các tác giả sáng chế đã biết tăng nồng độ sắt oxit trong xỉ trong tinh luyện khử cacbon là đáng kể tại giai đoạn cuối cùng của quá trình tinh luyện, do vậy rõ ràng hiệu quả tương tự của hạn chế hao mòn oxy hóa thu được ngay cả khi khí điều khiển được cung cấp chỉ ở giai đoạn cuối cùng của quá trình tinh luyện thổi oxy sau khi cung cấp khoảng 85% của tổng lượng khí oxy thổi, và việc thay đổi tốc độ cấp của khí điều khiển theo tiến trình của quá trình tinh luyện thổi oxy có hiệu quả.

Phương pháp thay đổi tốc độ cấp của khí điều khiển dựa trên kết quả của trạng thái tinh luyện được phát hiện ra trong khi tinh luyện thổi oxy cũng hiệu quả. Ví dụ, hiệu quả sẽ có khi áp dụng phương pháp thay đổi tốc độ cấp khí điều khiển để điều chỉnh tốc độ tạo thành oxit sắt từ kết quả thu được bằng cách tìm ra độ cao xỉ tạo thành hoặc đo lường hiệu suất khử cacbon-oxy dựa trên thông tin phân tích về khí thải cùng với thời gian (ví dụ, phương pháp bắt đầu cấp khí điều khiển để tăng áp suất động học của tia khí oxy được thổi từ đỉnh nhằm giảm tốc độ tạo thành oxit sắt khi nồng độ oxit sắt trong xỉ vượt quá) và các phương pháp tương tự.

Hơn nữa, cũng hiệu quả để điều chỉnh kiểu của thay đổi tốc độ cấp của khí điều khiển theo các điều kiện tinh luyện như là nhiệt độ của sắt nóng chảy, nồng độ silic, nồng độ cacbon, lượng vụn kim loại được sử dụng và v.v... mà biết trước khi bắt đầu tinh luyện thổi oxy. Ví dụ, trong tinh luyện khử cacbon của sắt nóng chảy có nồng độ silic không nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trước khi bắt đầu tinh luyện thổi oxy, phế phẩm có xu hướng dễ dàng gây ra tại giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện thổi oxy trước khi 20% của tổng lượng khí oxy chứa trong xỉ chứa oxy được cung cấp dưới các điều kiện tinh luyện tốc độ thổi oxy cao và chiều cao ống phun cao. Trong trường hợp này, xỉ chứa oxy được cung cấp là nguồn cấp khí chính trong khi khí điều khiển được phun vào tăng áp suất động học của oxy được thổi từ đỉnh, ở đó sự tạo thành vượt quá của oxit sắt bị hạn chế để ngăn tạo phế phẩm. Trong tinh luyện khử cacbon của sắt nóng chảy có nồng độ silic nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trước khi bắt đầu quá trình tinh luyện thổi oxy phương

pháp được đề cập đến của đối áp suất động học của tia oxy được thổi từ đỉnh mức độ thấp hơn mà không cung cấp khí điều khiển ở giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện thổi oxy để hạn chế việc bắn ra của sắt nóng chảy hoặc sự tạo ra của bụi.

Đã biết rằng phần được thổi ra ngoài của xỉ được gọi là phế phẩm có thể được tạo ra khi nồng độ silic trong gang nóng chảy trước khi thổi là cao trong thổi khử cacbon trong lò chuyển. Điều này là do trên thực tế khi lượng lớn silicon dioxit được sản xuất ra tại giai đoạn thổi ban đầu mà sự hòa tan dung môi trên cơ sở CaO ví dụ như vôi sống hoặc các chất tương tự thành xỉ pha lỏng (sự tạo ra xỉ) không tiến triển nhiều, hiện tượng các bọt CO được tạo ra trong phản ứng khử cacbon được giữ lại trong lượng lớn của xỉ nóng chảy có độ nhớt cao để tăng thể tích biểu kiến lên khoảng 10 lần (tạo ra xỉ) được thúc đẩy nhanh chóng. Đặc biệt là, khi độ dày của xỉ tăng bằng cách tạo ra, có xu thế tia oxy được thổi từ đỉnh bị giảm để thay đổi trạng thái va chạm lên gang nóng chảy hoặc xỉ, mà tốc độ của oxy được tiêu thụ trong quá trình oxy hóa của sắt tăng dẫn đến tăng nồng độ sắt oxit trong xỉ. Khi nồng độ sắt oxit trong xỉ tăng, bọt CO mịn được tạo thành trong xỉ tăng bởi phản ứng với carbon trong bể sắt nóng chảy hoặc trong các giọt sắt nóng chảy trong xỉ làm tăng việc tạo thành, và do đó sự tạo thành được đẩy lên tới tốc độ nhanh để tạo phế phẩm.

Là phương pháp hạn chế phế phẩm như vậy được xem xét phương pháp trong đó chiều cao ống phun bị giảm tương ứng với chiều cao xỉ hình thành nhằm đảm bảo áp suất động học của tia thổi từ đỉnh mà ảnh hưởng lên bể sắt nóng chảy và bằng cách đó kìm sự tạo thành vượt quá của oxit sắt. Tuy nhiên, không nên hạ thấp chiều cao ống phun dưới điều kiện thổi như là tốc độ thổi oxy cao tại giai đoạn đầu của bước thổi, điều này có thể gây ra rủi ro cao đó là ống thổi từ đỉnh bị hỏng do sắt nóng chảy bắn ra khiến công việc sửa và rắc rối trong khi vận hành xảy ra do rò rỉ nước tăng lên. Vì phế phẩm là yếu tố lớn ngăn cản quá trình vận hành, khi nồng độ silic trong gang nóng chảy trước khi thổi cao, tốc độ thổi khí oxy tại giai đoạn đầu của bước thổi bị giảm để giảm tới mức độ thấp nhằm ngăn sự tạo phế phẩm. Tuy nhiên, giảm tốc độ thổi oxy gây ra kéo dài của thời gian thổi. Do vậy, các tác giả sáng chế đã xác định sự ảnh hưởng của nồng độ silic trong gang nóng chảy trước khi thổi và tỷ lệ lượng phun khí điều khiển được cung cấp vôi phun đối với phế phẩm, dưới điều kiện tốc độ thổi oxy không bị giảm tại giai đoạn đầu của bước thổi.

Trong thiết bị tinh luyện thổi từ đỉnh và đáy trong phạm vi 2 t, quá trình xử

lý khử cacbon được tiến hành với gang nóng chảy có rất nhiều các nồng độ silic để xác định sự ảnh hưởng của khí điều khiển đối với trạng thái sinh ra của phế phẩm, trạng thái sinh ra của bụi và nồng độ T.Fe trong xỉ. Các điều kiện thử nghiệm cơ bản không phải lượng phun khí điều khiển giống như được thể hiện trên Bảng 4, và nồng độ silic trong gang nóng chảy trước quá trình xử lý khử cacbon được thay đổi trong khoảng 0,1 đến 0,5 % theo khối lượng. Quá trình xử lý khử cacbon được tiến hành cho tới khi nồng độ carbon thấp hơn khoảng 0,05 % theo khối lượng bằng cách sử dụng ống thổi từ đỉnh giống như ống phun E trên Bảng 3 và thay đổi nhiều tỷ lệ lượng phun khí điều khiển trong điều kiện tổng lượng thổi oxy là không đổi.

Fig.7 thể hiện các kết quả của sự có hoặc không có phế phẩm sinh bởi tỷ lệ lượng phun khí điều khiển tại giai đoạn đầu của bước thổi trong thổi khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic trước khi thổi không nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng. Sự sinh ra của phế phẩm không thấy trong thổi khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng. Như đã thấy từ các kết quả này, trong trường hợp thổi khử cacbon đối với gang nóng chảy có nồng độ silic trước khi thổi không nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng, có thể tìm phế phẩm ở giai đoạn thổi ban đầu bằng cách cung cấp khí điều khiển từ miệng phun khí điều khiển đặt tại vòi thổi khí oxy của ống thổi từ đỉnh tại giai đoạn đầu của bước thổi dưới điều kiện thích hợp.

Fig.8 thể hiện mối quan hệ giữ tốc độ lượng khí phun của khí điều khiển và tỷ lệ sinh ra bụi dưới điều kiện nồng độ silic trong gang nóng chảy nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng. Có thể thấy rằng tỷ lệ sinh ra bụi có xu hướng tăng khi tỷ lệ lượng phun khí điều khiển tăng. Bụi trong tinh luyện khử cacbon chủ yếu có từ các giọt chất lỏng mịn được sản xuất ra liên quan tới sự vỡ của các bọt CO (nổ bọt). Cụ thể, đã biết là tốc độ sinh ra là lớn ở giai đoạn đầu của khử cacbon từ giai đoạn đầu tiên tới giai đoạn giữa của quá trình xử lý khử cacbon. Khi tốc độ thổi tia khí oxy tăng bằng cách cung cấp khí điều khiển, các giọt nhỏ sắt nóng chảy bắn ra nhiều lên, và tỷ lệ sinh ra sản phẩm phụ là bụi tạo ra bởi hiện tượng nổ bọt tăng hoặc tốc độ thổi khí tăng, bởi đó cần xem xét tỷ lệ của bụi tập trung về phía bên ngoài lò tinh luyện được tăng để tăng tốc độ sinh ra bụi. Trong quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic, nồng độ này giảm do quá trình xử lý ban đầu, tỷ lệ sinh ra bụi có xu hướng tăng bởi vì lượng xỉ phủ lên sinh ra là nhỏ. Do đó, trong quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng, có thể cho rằng tốt hơn là thực hiện thổi mà không cung cấp khí điều

hiện ở giai đoạn đầu của khử cacbon để tránh tăng tỷ lệ sinh ra bụi.

Fig.9 thể hiện mối liên hệ giữa nồng độ T.Fe trong xỉ (% theo khối lượng) và tỷ lệ lượng phun khí điều khiển tại time của tiến hành thổi khử cacbon cho tới khi nồng độ cacbon đạt tới khoảng 0,05 % theo khối lượng trong quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng. Có thể thấy rằng T.Fe trong xỉ bị giảm bởi cung cấp khí điều khiển dưới các điều kiện phù hợp để hạn chế hao mòn oxy hóa của sắt. Có xu thế tương tự trong quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic không nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng, từ đó xem xét tốc độ thổi tia khí oxy tăng bởi hiệu quả của khí điều khiển làm mạnh lực chuyển động tại điểm nóng.

Như đã thấy từ kiến thức ở trên, tại giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện thổi oxy trước khi 20% của tổng lượng khí oxy được cung cấp và tại giai đoạn cuối cùng của quá trình tinh luyện thổi oxy sau khi 85% của tổng lượng khí oxy được cung cấp trong quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic không nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng, thích hợp để áp dụng phương pháp tinh luyện của cung cấp khí điều khiển từ miệng phun khí điều khiển đặt tại khí oxy vòi thổi của ống thổi từ đỉnh dưới các điều kiện phù hợp để tăng đáng kể tốc độ thổi của oxy tia khí trong khi không cung cấp khí điều khiển tại giai đoạn khác.

Tại giai đoạn cuối cùng của quá trình tinh luyện thổi oxy sau khi 85% của tổng lượng khí oxy được cung cấp trong quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy có nồng độ silic nhỏ hơn 0,4 % theo khối lượng, thích hợp để áp dụng phương pháp tinh luyện của cung cấp khí điều khiển từ miệng phun khí điều khiển đặt tại khí oxy vòi thổi của ống thổi từ đỉnh dưới các điều kiện phù hợp để tăng đáng kể tốc độ thổi của khí oxy trong khi không cung cấp khí điều khiển tại các giai đoạn khác.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phần này sẽ mô tả ví dụ về việc áp dụng thực tế phương pháp tinh luyện thổi oxy cho sắt nóng chảy theo sáng chế trong phạm vi công nghiệp đối với quá trình xử lý khử cacbon trong lò chuyển.

Trên đỉnh và đáy trang thiết bị lò chuyển thổi trên phạm vi 300 t, quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy được tiến hành bằng cách thay đổi khác nhau đặc điểm kỹ thuật của vòi thổi trong ống thổi từ đỉnh để xác định sự ảnh hưởng của nó lên lượng bụi sinh ra, sản lượng sắt và trạng thái phế phẩm sinh ra. Gang nóng

chảy được rút từ lò luyện tinh luyện vào bể chứa hình quả đạn trước khi được nạp với sắt vụn chứa kim loại vụn nặng và được chuyển tới nhà máy sản xuất thép, mà lượng xác định của gang nóng chảy được đổ vào thùng chứa gang nóng chảy để tiến hành quá trình xử lý khử sun phua bằng cách sử dụng thiết bị khử sun phua loại chuyển động cơ học cho gang nóng chảy. Sau khi xử lý qua quá trình xử lý khử sun phua được đổ vào từ thùng chứa gang nóng chảy, gang nóng chảy được nạp lên lò chuyển trước khi chứa khoảng 30 tấn của sắt vụn để tiến hành quá trình xử lý khử cacbon. Tổng lượng nạp của gang nóng chảy và sắt vụn mỗi một lần thổi là khoảng 300 tấn, và nhiệt độ của gang nóng chảy lúc nạp vào lò chuyển là 1280 đến 1320°C, và nồng độ silic là 0,20 đến 0,60 % theo khối lượng, và nồng độ cacbon là 4,0 đến 4,4 % theo khối lượng.

Tổng lượng oxy cung cấp bằng cách thổi và lượng vật liệu làm nóng và vật liệu làm lạnh thêm vào được xác định dựa trên điều khiển tĩnh từ các thông tin như là lượng, nhiệt độ, nồng độ silic, và nồng độ carbon của gang nóng chảy, lượng sắt vụn được nạp, và nhiệt độ đích và nồng độ cacbon thép nóng chảy v.v... Ngoài ra, các lượng vật liệu phụ thêm vào như là vôi sống và các vật liệu tương tự được xác định để độ kiềm đã được tính toán của xỉ sau quá trình xử lý khử cacbon (CaO % theo khối lượng / SiO_2 % theo khối lượng) là 3,5 và được thêm vào giai đoạn đầu của bước. Trong trường hợp này, lượng hình thành của xỉ được điều chỉnh theo nồng độ đích cần đạt được của photpho trong thép nóng chảy.

Tổng tốc độ oxy cấp và chiều cao ống phun (khoảng cách từ bề mặt bể tĩnh của sắt nóng chảy đến đầu dẫn của ống phun) trong quá trình thổi khử cacbon là 750 $\text{Nm}^3/\text{phút}$ ($2,5 \text{ Nm}^3/(\text{phút} \cdot \text{t})$) và 4,0 m, lần lượt, trong giai đoạn từ giai đoạn đầu đến giai đoạn giữa mà không phải giai đoạn cuối cùng của thổi, và ngoài ra 450 $\text{Nm}^3/\text{phút}$ ($1,5 \text{ Nm}^3/(\text{phút} \cdot \text{t})$) và 2,5 m, lần lượt, tại giai đoạn cuối cùng của thổi sau khi cung cấp 85% của tổng lượng oxy được xác định dựa trên điều khiển tĩnh. Mỗi chiều cao ống phun là trị số thiết lập tại giới hạn thấp hơn của chiều cao ống phun có thể vận hành ổn định mà không gây ra sự khác biệt lớn trong trạng thái hồng của ống thổi từ đỉnh tại riêng từng tổng tốc độ cấp oxy dựa trên lần thực hiện hoạt động trước đó sử dụng ống phun F. Ngoài ra, khí hồ quang được thổi từ đáy tại 30 $\text{Nm}^3/\text{phút}$ ($0,10 \text{ Nm}^3/\text{phút} \cdot \text{t})$) từ nhiều nút khí thổi đặt tại đáy của lò chuyển

trong toàn bộ giai đoạn thổi.

Trong giai đoạn thổi cuối cùng, lượng oxy và lượng thêm vào của vật chất làm mát được cung cấp sau khi đo lường được xác định dựa trên nhiệt độ và nồng độ carbon của thép nóng chảy được đo lường bằng cách sử dụng ống phun phụ. Quá trình thổi bị dừng lại khi cung cấp lượng khí oxy xác định kết thúc, và thép nóng chảy được rút vào thùng. Thép nóng chảy sau đó được trải qua tinh luyện trong thùng chứa với máy khử khí RH hoặc thiết bị tạo bọt để điều chỉnh thành phần hóa học và nhiệt độ của nó, và sau đó được cung cấp đến máy đúc liên tục để tiến hành đúc liên tục thành tấm và các tấm tương tự.

Bảng 6 thể hiện các điều kiện của tám ống thổi từ đỉnh được sử dụng trong thử nghiệm.

Bảng 6

Ống phun	F	G	H	I	J	K	L	M
Đường kính tối thiểu của vòi thổi Dt (mm)	62	66	70	66	70	70	70	70
Đường kính đầu ra của vòi thổi De (mm)	70	70	70	70	70	70	70	70
Độ dài của họng (mm)	20	20	20	20	20	20	20	20
Độ dài của phần mở rộng (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60
Số lượng vòi thổi	5	5	5	5	5	5	5	5
Góc dốc của vòi thổi	12°	12°	12°	12°	12°	12°	12°	12°
Áp suất giãn nở đủ Po (MPa)	0,45	0,33	0,19	0,33	0,19	0,19	0,19	0,19
Khoảng cách từ miệng phun khí điều khiển đến đầu ra miệng phun (mm)	-	-	-	70	70	70	70	70
Đường kính của miệng phun khí điều khiển (mm)	-	-	-	10	10	3	6	10
Số lượng miệng phun khí điều khiển	-	-	-	8	8	dạng xẻ	4	dạng xẻ
Tỷ lệ diện tích của miệng phun khí điều khiển	-	-	-	18%	16%	17%	3%	57%
Tỷ lệ lượng phun khí điều khiển	0	0	0	20%	20%	20%	5%	30%

Ống phun F là ống thổi từ đỉnh có ống phun Laval được sử dụng trong hoạt động thông thường. Ống phun G và ống phun H được chuẩn bị bằng cách thay đổi dạng vòi thổi của ống phun F cho mục đích hạn chế hao do sát bắn và bụi sinh ra bằng cách giảm tốc độ thổi của tia khí khi lượng lớn của oxy được thổi. Kích cỡ họng của ống phun G được mở rộng đến 66 mm, và vòi thổi loại thẳng có đường kính phía trong là 70 mm được sử dụng trong ống phun H. Về điểm này, khó có thể mở rộng đường kính đầu ra của vòi thổi rộng hơn 70 mm, khi muốn đảm bảo kết cấu làm mát bằng nước phải có trong ống thổi từ đỉnh.

Ống phun I và ống phun J là các ống thổi từ đỉnh của các ví dụ của sáng chế được chuẩn bị bằng cách bố trí 8 miệng phun khí điều khiển được tạo thành kiểu đầu mở của lỗ dẫn khí điều khiển có mặt cắt tròn với đường kính phía trong là 10 mm, tại phần họng của mỗi vòi thổi của ống phun G và tại vị trí 70 mm từ đầu ra của mỗi vòi thổi của ống phun H, lần lượt, để các miệng phun được bố trí đều nhau theo hướng chu vi của mặt trong của vòi thổi. Các ống phun K đến M là các ống thổi từ đỉnh của các ví dụ của sáng chế được chuẩn bị bằng cách bố trí các miệng phun khí điều khiển của các dạng khác nhau ở vị trí 70 mm từ đầu ra của mỗi vòi thổi của ống phun H. Ống phun K và ống phun M có dạng giống như xẻ rãnh miệng phun khí điều khiển có khoảng cách độ rộng là 3 mm và 10 mm, lần lượt, trên toàn bộ đường chu vi của mặt trong của mỗi vòi thổi. Ống phun N được cung cấp với 4 các miệng phun khí điều khiển được tạo thành như đầu mở của lỗ dẫn khí điều khiển có mặt cắt tròn với đường kính phía trong là 6 mm trong mặt trong của mỗi vòi thổi để được bố trí đều nhau theo hướng chu vi của mặt trong của vòi thổi.

Các đường dẫn dùng cho khí điều khiển về phía các miệng phun khí điều khiển trong mỗi vòi thổi của mỗi ống phun được nối thông với nhau trong ống phun, và khí oxy công nghiệp nguyên chất được cung cấp là khí điều khiển trong được xác định trước lượng phun từ thiết bị cung cấp khí điều khiển. Khi khí điều khiển được thổi sử dụng bất kỳ ống thổi từ đỉnh nào, tỷ lệ lượng phun khí điều khiển (tỷ lệ của trọng lượng khí điều khiển đối với tổng lượng khí thổi) được thiết lập được thể hiện trên Bảng 6.

Tình trạng của phế phẩm sinh ra sẽ được mô tả dưới đây khi sử dụng mỗi ống thổi từ đỉnh, và phương pháp vận hành được xác định cùng với những yếu tố đã được đề cập.

Khi ống phun F được sử dụng, phế phẩm không được tạo ra theo cách mà quá trình vận hành bị ngắt quãng, trong khi phế phẩm tương đối lớn có thể được

tạo ra khi nồng độ silic của gang nóng chảy không nhỏ hơn 0,50 % theo khối lượng trong ống phun G hoặc khi nồng độ silic của gang nóng chảy không nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trong ống phun H, bởi đó mà khó tiếp tục vận hành. Do vậy, quá trình vận hành sử dụng ống phun G được tiếp tục để nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển bị giới hạn nhỏ hơn 0,50 % theo khối lượng bởi quá trình xử lý khử silic ban đầu trong bể chứa hình ngư lôi hoặc sử dụng bể trộn gang nóng chảy có nồng độ silic thấp. Trong vận hành sử dụng ống phun I mà có dạng vòi thổi giống như ống phun G, khí điều khiển được cung cấp khi nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển không nhỏ hơn 0,50 % theo khối lượng trong khi khí điều khiển không được cấp khi nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển nhỏ hơn 0,50 % theo khối lượng, ở đầu giai đoạn thổi trước 20% của tổng lượng oxy được xác định bởi điều khiển tĩnh được cung cấp. Hoạt động sử dụng ống phun H được tiếp tục theo cách mà nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển bị giới hạn tương tự nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng. Trong các quá trình vận hành sử dụng các ống phun J đến M có cùng dạng vòi thổi như ống phun H, khí điều khiển được cung cấp khi nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển không nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trong khi khí điều khiển không được cấp khi nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng, tại giai đoạn đầu của bước thổi cho đến khi 20% của tổng lượng oxy được xác định bằng cách điều khiển tĩnh. Trong trường hợp này, tốc độ của sắt nóng chảy trải qua khử silic ban đầu trong vận hành với ống phun G và tốc độ của nạp khi nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển không nhỏ hơn 0,50 % theo khối lượng trong vận hành sử dụng ống phun I cả hai là khoảng mười phần trăm.

Hoạt động sử dụng ống phun H được tiếp tục ngoài ra theo cách mà nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển bị giới hạn nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng. Trong vận hành sử dụng các ống phun J đến M có cùng dạng vòi thổi như ống phun H, khí điều khiển được cung cấp khi nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển không nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trong khi khí điều khiển không được cấp khi nồng độ silic của gang nóng chảy được nạp vào lò chuyển nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng, tại giai đoạn đầu của bước thổi trước khi 20% của tổng lượng oxy được xác định dựa trên điều khiển tĩnh được cung cấp. Trong trường hợp này, tỷ lệ của gang nóng chảy trải qua khử silic ban đầu trong vận hành sử dụng ống phun H và tốc độ của nạp khi nồng độ silic của gang nóng

chảy được nạp vào lò chuyển không nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trong vận hành sử dụng các ống phun J đến M cả hai là khoảng bốn mươi phần trăm.

Trong vận hành sử dụng ống phun có loại miệng phun khí điều khiển là bất kỳ, quá trình thổi được thực hiện sao cho tổng tốc độ cấp oxy bị giảm trong khi khí điều khiển được cung cấp tại giai đoạn thổi cuối cùng sau khi 85% tổng lượng oxy được xác định dựa trên điều khiển tĩnh được cung cấp. Khi vận hành trong khi giai đoạn mà không phải giai đoạn thổi ban đầu và giai đoạn thổi cuối, khí điều khiển không được cấp ngay cả trong trường hợp sử dụng ống phun có loại miệng phun khí điều khiển là bất kỳ.

Bảng 7 thể hiện đánh giá các kết quả của các trị số trung bình của lượng bụi sinh ra và sản lượng sắt mỗi một lần thổi (tiêu thụ đơn vị) khi quá trình thổi khoảng 200 lần được tiến hành với mỗi ống thổi từ đỉnh. Lượng bụi sinh ra là tiêu thụ đơn vị trung bình được xác định từ lượng bụi sinh ra được tập hợp lại trong giai đoạn khi mỗi ống thổi từ đỉnh được sử dụng. Sản lượng sắt được xác định từ tổng của lượng sản phẩm và lượng bị loại bỏ được sinh ra trong quá trình lên đúc liên tục, và lượng kim loại thường được thu hồi để tái chế. Bảng 7 cũng thể hiện áp suất đối kháng của vòi thổi trong mỗi ống phun trong các điều kiện thổi oxy tại các giai đoạn thổi ban đầu và sau cùng (áp suất cấp liệu của nguồn cấp khí chính vào ống phun) và trị số (T.Fe) trung bình trong xỉ khi nồng độ carbon trong thép nóng chảy tại cuối bước thổi là 0,04 đến 0,05 % theo khối lượng. Trị số về số học trong dấu ngoặc trong cột của áp suất đối kháng của nguồn cấp khí chính (giai đoạn đầu) trên Bảng 7 là trị số trong trường hợp khi khí điều khiển không được cấp.

Bảng 7

Ổng phun	Vòi thổi	Miệng phun khí điều khiển	Áp suất đối kháng của khí dẫn chính (giai đoạn đầu) (MPa)	Áp suất đối kháng của khí dẫn chính (giai đoạn cuối) (MPa)	Lượng bụi sinh ra (kg/t)	Sản lượng sắt (%)	(T.Fe) trong xỉ (% theo khối lượng)	Lưu ý	
F	φ 62-70 Laval	Văng mặt	0,50	0,30	11,8	-	19,2		Ví dụ so sánh
G	φ 66-70 Laval	Văng mặt	0,44	0,27	11,0	+0,20	21,9	[Si]<0,50%	Ví dụ so sánh
H	φ 70 thẳng	Văng mặt	0,39	0,24	10,6	+0,22	23,5	[Si]<0,40%	Ví dụ so sánh
I	φ 66-70 Laval	φ 10 x 8	0,51 (0,44)	0,32	10,9	+0,21	18,3		Ví dụ sáng chế
J	φ 70 thẳng	φ 10 x 8	0,45 (0,39)	0,28	9,9	+0,23	19,6		Ví dụ sáng chế
K	φ 70 thẳng	3mm xẻ rãnh	0,45 (0,39)	0,28	9,7	+0,25	19,3		Ví dụ sáng chế
L	φ 70 thẳng	φ 6 x 4	0,44 (0,39)	0,27	9,4	+0,14	20,5		Ví dụ sáng chế
M	φ 70 thẳng	10mm xẻ rãnh	0,43 (0,39)	0,26	10,2	+0,16	20,8		Ví dụ sáng chế

Như thấy từ Bảng 7, lượng bụi sinh ra bị giảm trong vận hành sử dụng ống phun G hoặc H khi so sánh với ống phun F, nhưng hiệu quả của tăng sản lượng sắt bị giảm bằng cách tăng nồng độ sắt oxit trong xỉ. Quá trình vận hành sử dụng ống phun G hoặc H, trong đó quá trình xử lý khử silic ban đầu của gang nóng chảy có thể là cần thiết, không được ưa chuộng vì nhiệt sinh ra bởi sự phân hủy của oxit sắt chứa trong vật liệu khử silic.

Ngược lại với điều này, trong các ví dụ của sáng chế, có thể ngăn phế phẩm nhờ cung cấp khí điều khiển khi cần, để tăng tốc độ của tia oxy được thổi từ đỉnh mà không tiến hành xử lý sơ bộ của gang nóng chảy. Theo đó, tốc độ thổi bị giảm để hạn chế bụi sinh ra khi tốc độ của oxy được thổi từ đỉnh không nhất thiết được tăng, trong khi sự tăng nồng độ sắt oxit trong xỉ có thể bị hạn chế nhờ cung cấp khí điều khiển tại giai đoạn thổi cuối cùng, do vậy có thể tiếp tục vận hành ổn định có khả năng tăng sản lượng sắt. Bởi vì nồng độ sắt oxit trong xỉ có thể bị giảm thấp trong hoạt động trên, có một lợi ích khác mà luyện hợp kim sắt để quá trình khử oxy hoặc các quá trình tương tự có thể được tránh. Trong vận hành sử dụng các ống phun L hoặc M, nồng độ sắt oxit trong xỉ có xu hướng tăng khi so sánh với các ví dụ khác của sáng chế, do vậy hiệu quả tăng sản lượng sắt bị giảm, nhưng hiệu quả của giảm lượng bụi sinh ra và hiệu quả của cải thiện sản lượng sắt là rõ ràng thu được khi so sánh với hoạt động thông thường sử dụng ống phun F.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Mặc dù thổi khử cacbon được giải thích trong các ví dụ trên, sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ này, và ống phun có thể được sử dụng trong khử photpho hoặc thổi khử silic. Ngoài ra, nếu quá trình tinh luyện quá trình được thực hiện với ống thổi oxy, sáng chế có thể ứng dụng được cho quá trình tinh luyện trong lò tinh luyện điện. Cụ thể, việc dự tính tăng tốc độ thổi hoặc áp suất động học bất kể thay đổi của các điều kiện cung cấp khí khác là có hiệu quả. Ví dụ, khi tốc độ cung cấp oxy của khí oxy được thổi từ đỉnh bị giảm theo sự giảm hiệu suất khử photpho oxy tại giai đoạn tinh luyện cuối cùng trong quá trình xử lý khử photpho sơ bộ của gang nóng chảy sử dụng loại lò chuyển tinh luyện, sự giảm hiệu suất phản ứng khử photpho có thể được hạn chế bằng cách áp dụng phương pháp tinh luyện thổi oxy theo sáng chế mà hạn chế sự giảm tốc độ thổi từ đỉnh bằng cách sử dụng khí điều khiển.

Danh sách các số chỉ dẫn

1 phần họng

2 phần được nối rộng

3 miệng phun

4 bề trữ khí

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy bằng cách thổi khí chứa oxy từ ống thổi từ đỉnh lên sắt nóng chảy được nạp trong bể phản ứng để tiến hành tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy, đặc trưng ở chỗ

khí chứa oxy đóng vai trò là nguồn cấp khí chính được cung cấp từ phía đầu vào của vòi thổi để khí chứa oxy đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh và được thổi từ vòi thổi trong khi khí điều khiển được phun về phía bên trong của vòi thổi cho ít nhất một phần của giai đoạn tinh luyện thổi oxy từ miệng phun được bố trí ở mặt bên của vòi thổi tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi hoặc khu vực xung quanh của nó để ít nhất một phần của miệng phun có trong mỗi khoảng trống được tạo ra bằng cách chia vòi thổi thành hai bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi thổi.

trong đó khu vực xung quanh của vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi phun thổi chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi phun, và

trong đó áp suất nguồn cấp khí chính tại phía đầu vào của vòi thổi được tạo ra lớn hơn áp suất giãn nở đủ P_o thỏa mãn phương trình (1) sau đây:

$$A_e/A_t = (5^{5/2}/6^3) \times (P_e/P_o)^{-5/7} \times [1 - (P_e/P_o)^{2/7}]^{-1/2} \dots\dots (1),$$

trong đó A_t là diện tích mặt cắt tối thiểu của vòi thổi (mm^2), A_e là diện tích mặt cắt của đầu ra của vòi thổi (mm^2), P_e là áp suất trong vùng không khí tại đầu ra của vòi thổi (kPa) và P_o là áp suất giãn nở đủ của vòi thổi (kPa).

2. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1,

trong đó khi vòi thổi là vòi thẳng có phần thẳng tiếp nối với đầu ra của vòi thổi mà diện tích mặt cắt là tối thiểu và không đổi theo hướng trục của vòi thổi hoặc vòi phun Laval có phần được nới rộng tiếp nối với phần hòng mà diện tích mặt cắt chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi.

3. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1

trong đó miệng phun bao gồm nhiều miệng phun được bố trí tại nhiều chỗ ở mặt bên của vòi thổi theo hướng chu vi của nó và tích số của đường kính của lỗ dẫn

khí điều khiển về phía miệng phun và số lượng miệng phun n trên một vòi thổi không nhỏ hơn 0,4 lần của đường kính phía trong của vòi thổi tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu.

4. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1,

trong đó miệng phun được bố trí thành dạng xẻ rãnh trên toàn bộ hướng chu vi tại mặt bên của vòi thổi và độ dài của miệng phun theo hướng trục của vòi thổi không lớn hơn 0,25 lần đường kính phía trong của vòi thổi tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu.

5. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1,

trong đó lượng khí điều khiển được phun về phía bên trong của vòi thổi cho ít nhất một phần của giai đoạn tinh luyện thổi oxy không nhỏ hơn 5% của tổng lượng của khí điều khiển và nguồn cấp khí chính được cấp vào vòi thổi.

6. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1,

trong đó tốc độ cấp của khí điều khiển được điều chỉnh theo tốc độ cấp của khí chứa oxy được thổi từ ống thổi từ đỉnh vào sắt nóng chảy.

7. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1,

trong đó tốc độ cấp của khí điều khiển được thay đổi theo sự tiến triển của quá trình tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy.

8. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1,

trong đó tốc độ cấp của khí điều khiển được thay đổi theo nồng độ silic trong sắt nóng chảy trước khi bắt đầu quá trình tinh luyện thổi oxy.

9. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo điểm 1,

trong đó khí chứa oxy được cung cấp làm nguồn cấp khí chính trong khi khí điều khiển được phun vào trong vòi thổi ở giai đoạn cuối của việc tinh luyện thổi oxy sau khi cung cấp 85% tổng lượng khí oxy trong khí chứa oxy được nạp trong quá trình tinh luyện thổi oxy.

10. Phương pháp tinh luyện thổi oxy đối với sắt nóng chảy theo 1,

trong đó khí chứa oxy được cung cấp làm nguồn cấp khí chính vào sắt nóng chảy có nồng độ silic không nhỏ hơn 0,40 % theo khối lượng trước khi bắt đầu quá

trình tinh luyện thổi oxy trong khí điều khiển được phun vào trong vòi thổi tại giai đoạn đầu của quá trình tinh luyện thổi oxy trước khi cung cấp 20% tổng lượng khí oxy được chứa trong khí chứa oxy được nạp trong quá trình tinh luyện thổi oxy.

11. Ống thổi từ đỉnh để thổi khí chứa oxy vào sắt nóng chảy được nạp trong bể phản ứng, đặc trưng ở chỗ

vòi thổi khí chứa oxy được bố trí để đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh;

miệng phun để phụt khí điều khiển về phía bên trong vòi thổi được bố trí ở mặt bên của vòi thổi tại vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi hoặc khu vực xung quanh của nó để ít nhất một phần của miệng phun có trong mỗi khoảng trống được tạo ra bằng cách chia vòi thổi thành hai bởi mặt phẳng bất kỳ đi qua trục trung tâm của vòi thổi; và

các đường dẫn dùng cho khí điều khiển vào nhiều miệng phun khí điều khiển được bố trí theo nhiều hướng theo hướng chu vi của mặt bên của vòi thổi được nối thông với nhau trong ống thổi từ đỉnh,

trong đó khu vực xung quanh của vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi, và

trong đó miệng phun bao gồm nhiều miệng phun được bố trí tại nhiều chỗ trên mặt bên của vòi thổi theo hướng chu vi của nó và tích số của đường kính phía trong của vòi phụt khí điều khiển mà nối thông với miệng phun và số lượng miệng phun n trên một vòi thổi không nhỏ hơn 0,4 lần của đường kính phía trong của vòi thổi tương ứng với diện tích mặt cắt tối thiểu của vòi thổi.

12. Ống thổi từ đỉnh thổi khí chứa oxy vào sắt nóng chảy được nạp trong bể phản ứng,

đặc trưng ở chỗ

vòi thổi khí chứa oxy được cung cấp để đi qua vỏ ngoài của ống thổi từ đỉnh, và

miệng phun để phụt khí điều khiển về phía bên trong vòi thổi được bố trí thành dạng xẻ rãnh trên toàn bộ hướng chu vi tại mặt bên của vòi thổi tại vị trí mà

diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi hoặc khu vực xung quanh của nó,

trong đó khu vực xung quanh của vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi là vị trí mà diện tích mặt cắt của vòi thổi không lớn hơn 1,1 lần diện tích mặt cắt tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi, và

trong đó độ dài của miệng phun theo hướng trục của vòi thổi không lớn hơn 0,25 lần đường kính phía trong của vòi thổi tương ứng với diện tích mặt cắt tối thiểu của vòi thổi.

13. Ống thổi từ đỉnh theo điểm 11,

trong đó vòi thổi là vòi phun thẳng có phần thẳng tiếp nối với đầu ra của vòi thổi mà diện tích mặt cắt là tối thiểu và không đổi theo hướng trục của vòi thổi hoặc là vòi phun Laval mà có phần được nối rộng tiếp nối với phần họng mà diện tích mặt cắt chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi.

14. Ống thổi từ đỉnh theo điểm 12,

trong đó vòi thổi là vòi phun thẳng có phần thẳng tiếp nối với đầu ra của vòi thổi mà diện tích mặt cắt là tối thiểu và không đổi theo hướng trục của vòi thổi hoặc là vòi phun Laval mà có phần được nối rộng tiếp nối với phần họng mà diện tích mặt cắt chiếm tối thiểu theo hướng trục của vòi thổi.

FIG. 1

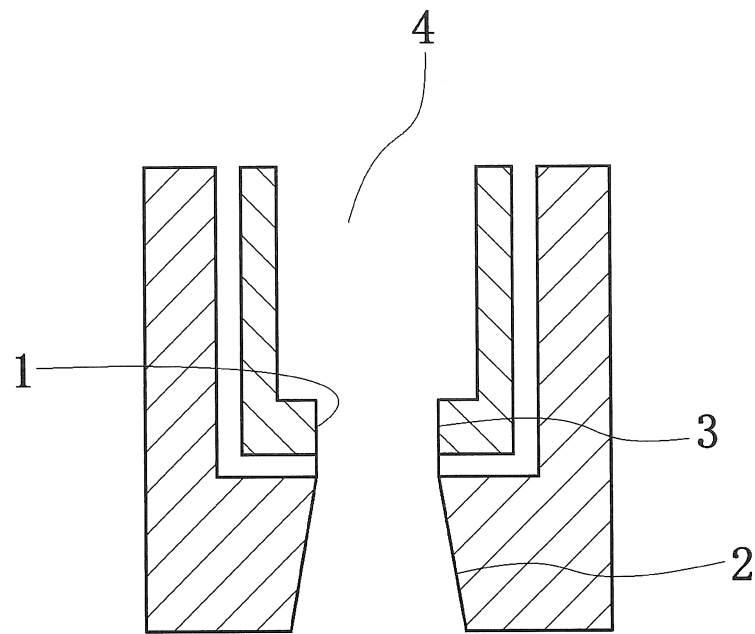
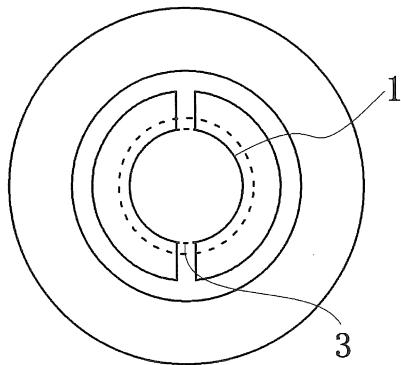


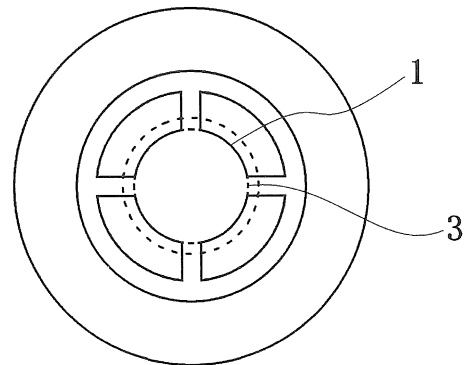
FIG. 2(a)



Số lượng miệng phun khí điều khiển:

2

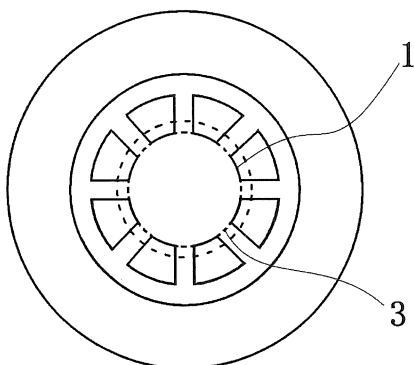
FIG.2(b)



Số lượng miệng phun khí điều khiển:

4

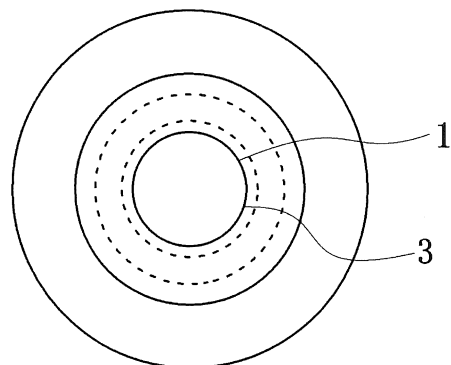
FIG.2(c)



Số lượng miệng phun khí điều khiển:

8

FIG.2(d)



Số lượng miệng phun khí điều khiển:

1 (dạng xẻ rãnh)

FIG. 3

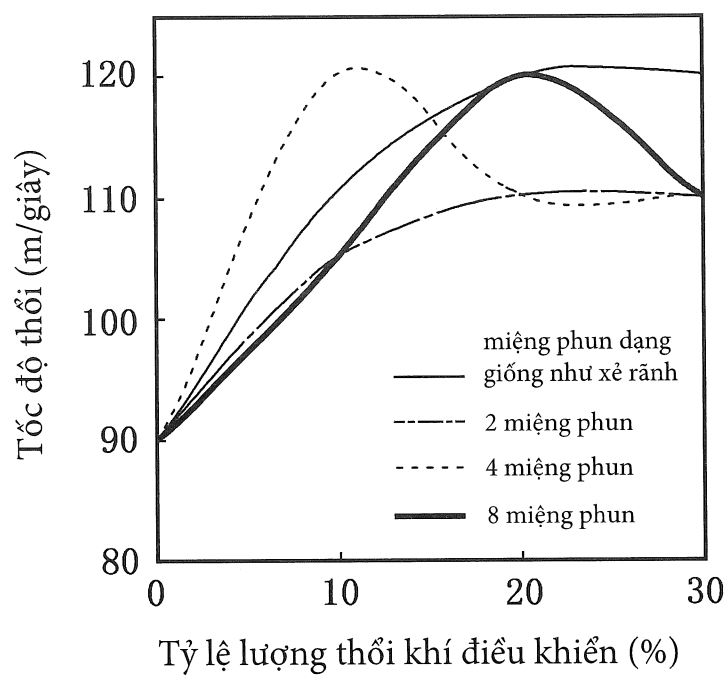


FIG. 4

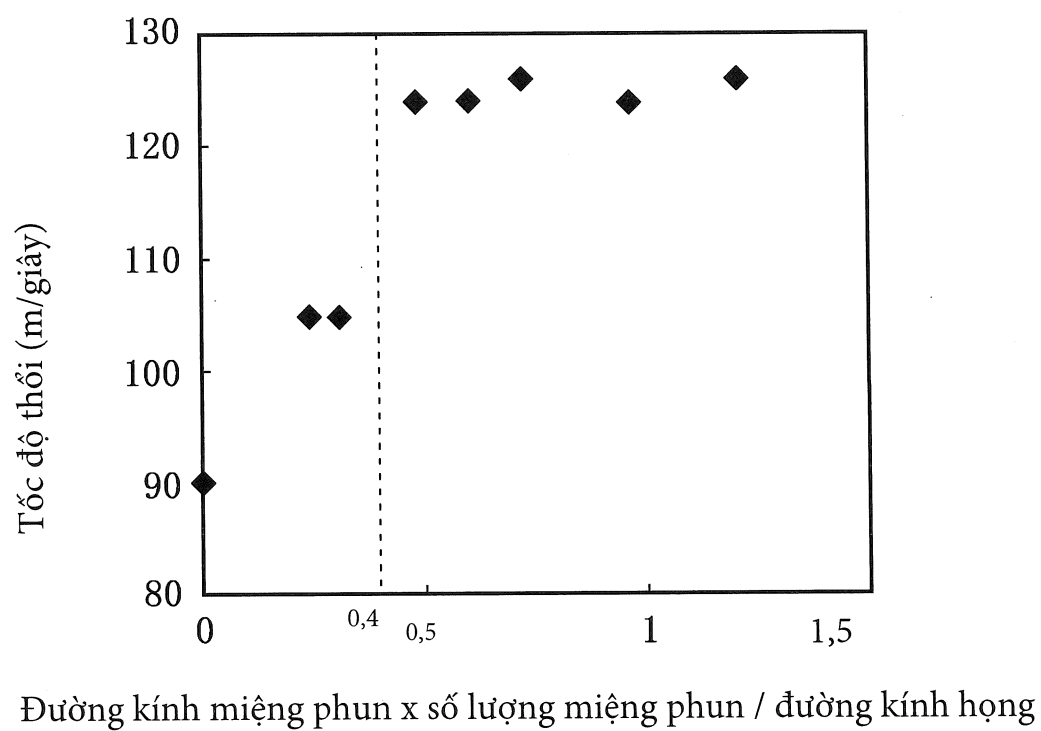


FIG. 5

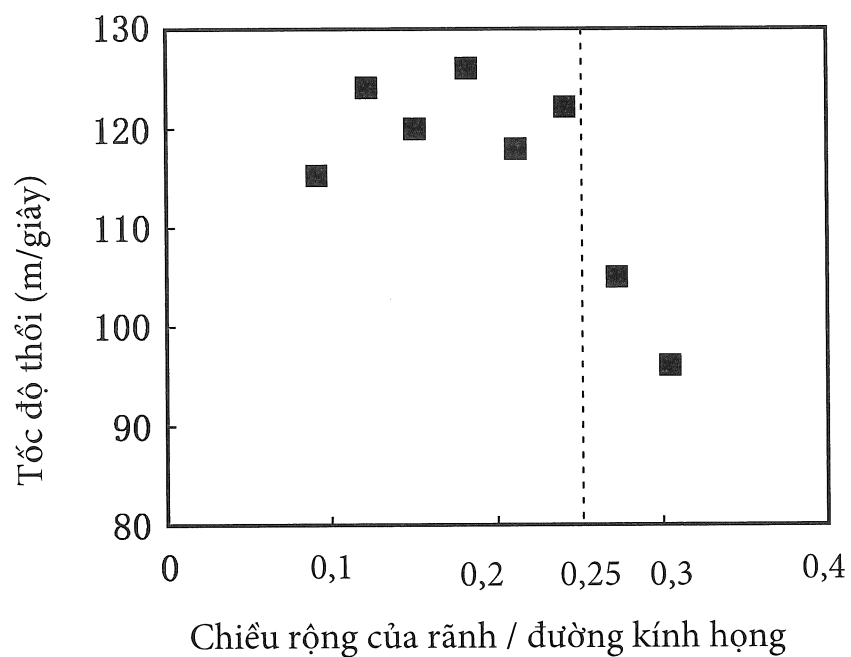


FIG. 6

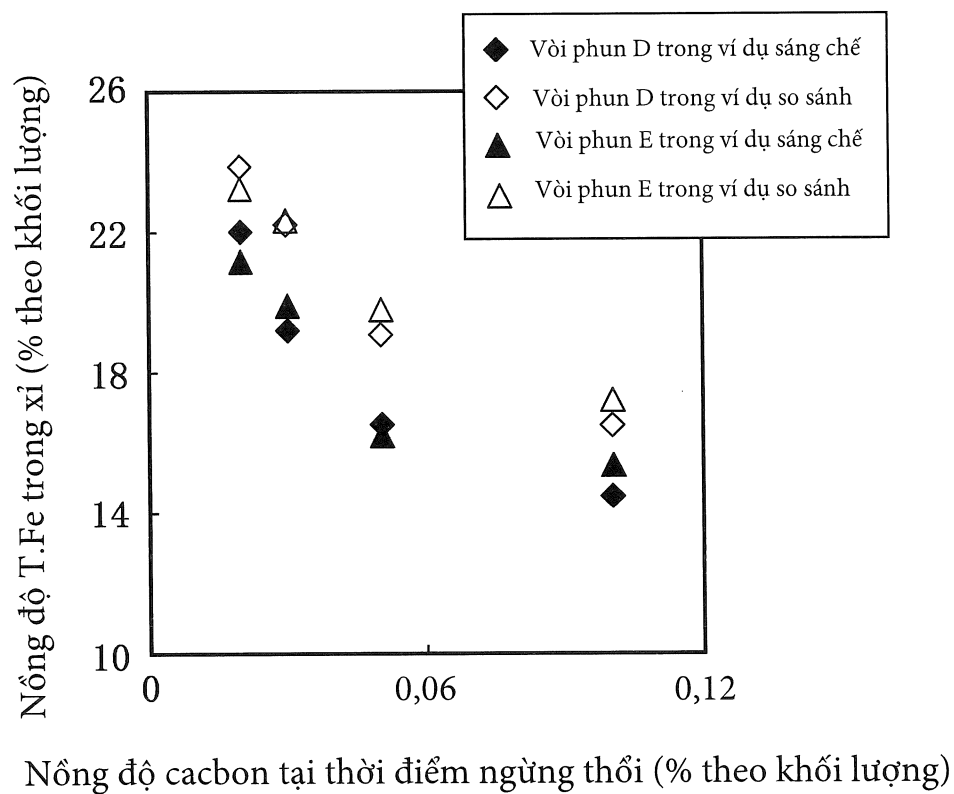


FIG. 7

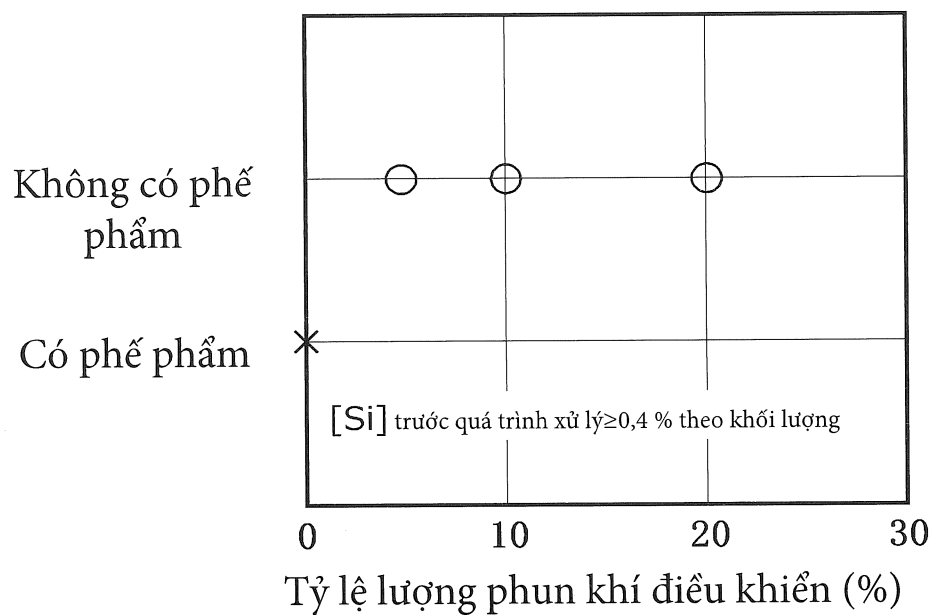


FIG. 8

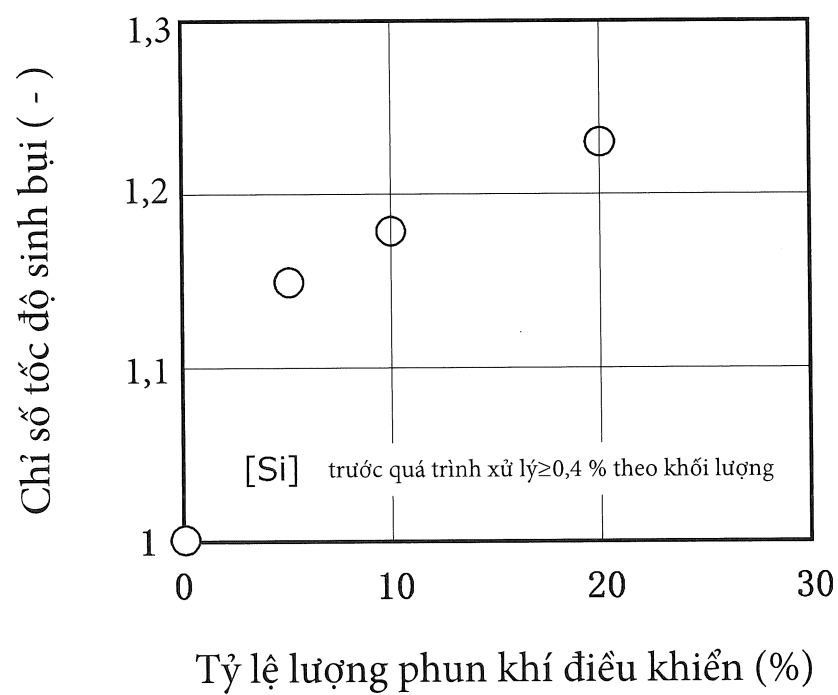


FIG. 9

