



(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)



1-0030610

(51)⁷ C21C 1/04; C21C 5/36; C21C 5/28;
C21C 1/02

(13) B

(21) 1-2014-00097

(22) 19/07/2012

(86) PCT/JP2012/068349 19/07/2012

(87) WO 2013/012039 A1 24/01/2013

(30) 2011-157494 19/07/2011 JP; 2012-008807 19/01/2012 JP; 2012-046001 02/03/2012 JP

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/04/2014 313A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

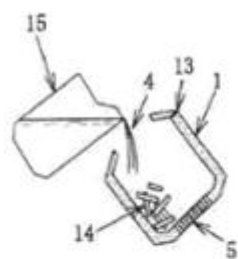
(72) IKENO, Shizuhiko (JP); IWAKI, Yozo (JP); SASAKI, Naotaka (JP); ISHII, Takeshi (JP); UCHIDA, Yuichi (JP); NISHIKORI, Masanori (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TÍNH LUYỆN SẮT NÓNG CHẢY

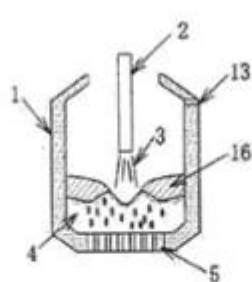
(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tính luyện sắt nóng chảy bằng cách nạp sắt nóng chảy và nguồn sắt nguội vào thùng tính luyện của lò thổi, cấp nguyên liệu bổ sung chứa CaO là thành phần chủ yếu cùng với nguồn oxy để hòa tan nguồn sắt nguội và thực hiện quá trình khử silic của sắt nóng chảy, loại bỏ ít nhất một phần xỉ được tạo ra nhờ quá trình khử silic như là quá trình loại bỏ xỉ trung gian và tiếp theo, là cấp tác nhân tạo xỉ và nguồn oxy vào sắt nóng chảy trong thùng tính luyện của lò thổi để tiến hành quá trình khử phospho, vật liệu chứa silic hoặc sự kết hợp của vật liệu chứa silic và vật liệu chứa cacbon được bổ sung như là nguồn nhiệt vào thùng tính luyện của lò thổi trong quá trình khử silic và tiếp theo, là quá trình khử silic được tiến hành trong các điều kiện mà độ kiềm của xỉ (% khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂) khi kết thúc quá trình khử silic là lớn hơn 0,5 nhưng nhỏ hơn 1,5 và nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là lớn hơn 1280°C nhưng nhỏ hơn 1350°C và khi đó lớn hơn 30% khối lượng của xỉ được tạo ra trong quá trình khử silic được loại bỏ từ thùng tính luyện của lò thổi trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian.

(a)



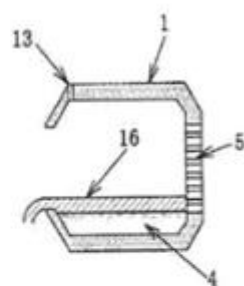
1. Bước nạp sắt phế liệu/sắt nóng chảy

(b)



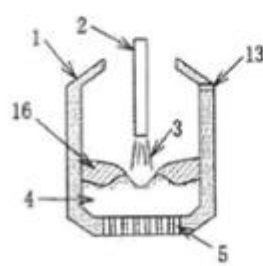
2. Bước khử silic

(c)



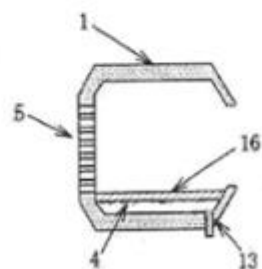
2. Bước loại bỏ xỉ trung gian

(d)



4. Bước khử phospho

(e)



5. Bước cho nước thép ra lò

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tinh luyện, trong đó quá trình khử silic và quá trình khử phospho của sắt nóng chảy được thực hiện một cách liên tục với một thùng tinh luyện của lò thổi (lò tinh luyện của lò thổi) bao gồm bước loại bỏ xỉ (quá trình loại bỏ xỉ trung gian) trong quá trình sản xuất và cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy, trong đó nguồn sắt nguội như là sắt phế liệu, sắt nguội hoặc dạng tương tự có thể được nung chảy một cách hữu hiệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, người ta yêu cầu cần phải khẩn trương làm giảm lượng phát thải khí nhà kính. Do đó, trong ngành công nghiệp thép, nếu có thể về nhiệt lượng trong sắt nóng chảy trong quá trình xử lý khử phospho và quá trình khử cacbon của sắt nóng chảy trong lò thổi, năng lượng cần thiết để sản xuất các sản phẩm thép được giảm xuống nhờ sự kết hợp nguồn sắt nguội như là sắt phế liệu hoặc dạng tương tự vào sắt nóng chảy ở trong lò thổi. Vì nguồn sắt nguội hoặc sắt kim loại, không nhất thiết phải được khử theo các cách khác nhau từ sắt oxit như là quặng sắt được nạp vào trong lò cao, thép nóng chảy có thể được tạo ra theo sự tiêu thụ năng lượng và sự phát khí nhà kính là nhỏ hơn so với mức theo quá trình sản xuất thép nóng chảy bằng cách tinh luyện gang thổi được lấy mẫu lò cao. Đồng thời, thép nóng chảy được tạo ra bằng cách bổ sung nguồn sắt nguội vào sắt nóng chảy được tạo ra trong lò cao, nhờ đó thép nóng chảy có thể được tạo ra với lượng lớn hơn so với lượng sắt nóng chảy được tạo ra trong lò cao, sao cho có khả năng làm tăng sự sản xuất lượng thép nóng chảy.

Sau đó, phương pháp tinh luyện loại bỏ trước phospho trong sắt nóng chảy được tiến hành bằng cách thực hiện quá trình khử phospho như là quá trình xử lý sơ bộ đối với sắt nóng chảy trước quá trình khử cacbon trong lò thổi (mà có thể được gọi là "quá trình khử phospho sơ bộ"), mà là có lợi theo quan điểm chi phí và chất lượng. Quá trình này dựa trên yếu tố là quá trình khử phospho có thể được tiến hành với một lượng nhỏ chất khử vì phản ứng khử phospho là quá trình nhiệt động hầu như xảy ra như là quá trình tinh luyện nhiệt độ trở nên thấp hơn hoặc phản ứng khử phospho đang diễn ra một

cách dễ dàng trong quá trình sắt nóng chảy hơn là trong quá trình thép nóng chảy.

Trong quá trình xử lý sơ bộ tiêu biểu sắt nóng chảy, nguồn oxy dạng rắn như là sắt oxit hoặc dạng tương tự trước hết được bổ sung vào sắt nóng chảy để tiến hành quá trình khử silic và tiếp theo, xỉ được phát sinh bởi quá trình khử silic được loại bỏ và tiếp theo, chất khử phospho (dung môi) được bổ sung sau khi sắt nóng chảy được vận chuyển vào một thùng tinh luyện khác, nếu cần thiết, thực hiện quá trình khử phospho. Thông thường, CaO trên cơ sở dung môi như là vôi sống hoặc dạng tương tự được sử dụng làm chất khử phospho đối với quá trình khử phospho được nêu trên và nguồn oxy dạng rắn (sắt oxit hoặc dạng tương tự) hoặc nguồn oxy dạng khí (khí oxy hoặc dạng tương tự) được sử dụng làm nguồn oxy đối với quá trình khử phospho. Vì thùng tinh luyện để tiến hành quá trình xử lý sơ bộ được sử dụng là ô tô pháo hiệu, gàu rót (gàu rót lò cao, gàu rót nạp), lò tinh luyện của lò thổi và v.v..

Sắt nóng chảy sau quá trình khử phospho theo phương pháp nêu trên gây ra vấn đề vì silic (Si) là nguồn nhiệt hầu như được tiêu thụ bởi hầu như được tiêu thụ bởi quá trình oxy hóa và đồng thời cacbon (C) được oxy hóa làm giảm hàm lượng cacbon ở mức khoảng 1,5% theo khối lượng (% theo khối lượng sau đây được gọi là "% khối lượng") so với thép ra lò và vì vậy không có khả năng nhiệt lượng phân tán vào nguồn sắt nguội như là sắt phế liệu hoặc dạng tương tự, nguồn sắt nguội không thể được trộn lẫn ở quá trình khử cacbon trong lò thổi sắt nóng chảy trải qua quá trình khử phospho. Cuối cùng, trong trường hợp yêu cầu tăng năng suất thép nóng chảy, quá trình vận hành quay trở lại quá trình thổi thông thường vào lò thổi có thể được tiến hành theo bước thổi qua quá trình khử phospho như là quá trình xử lý sơ bộ và thực hiện quá trình khử phospho và quá trình khử cacbon trong lò thổi.

Tuy nhiên, không chỉ làm giảm chi phí và cải thiện chất lượng thép có thể đạt được mà còn lượng xỉ phát sinh có thể được giảm xuống nhờ quá trình khử phospho, nhờ đó mong muốn là quá trình khử phospho của sắt nóng chảy được tiến hành như được nêu trên mà không thực hiện sự thay đổi chế độ vận hành được nêu trên và chỉ quá trình khử cacbon tiếp theo được tiến hành trong lò thổi và đồng thời tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội như là sắt phế liệu hoặc dạng tương tự được tăng cường, nhờ đó thép nóng chảy được tạo ra với mức lớn hơn so với mức của sắt nóng chảy trên khối lượng đơn vị được tạo ra trong lò cao.

Trong quá trình khử cacbon của sắt nóng chảy trong lò thổi, cho đến nay người ta thử bổ sung ferrosilic (Fe-Si), Al kim loại hoặc vật liệu chứa cacbon như là than cốc, than, graphit hoặc dạng tương tự là nguồn nhiệt và oxy hóa như là nguồn nhiệt với khí oxy được cấp vào để đảm bảo nhiệt độ kết thúc đối với quá trình khử cacbon tận dụng nhiệt oxy hóa thu được. Mặc dù có khả năng làm tăng tỷ lệ hỗn hợp của nguồn sắt nguội bằng cách bổ sung nguồn nhiệt này, ferrosilic và Al kim loại là đắt tiền vì chúng được sản xuất bằng cách sử dụng một lượng lớn điện năng, vì vậy việc bổ sung chúng ở mức công nghiệp là không thể chỉ vì sự trộn hỗn hợp nguồn sắt nguội có thể bị tăng lên. Đồng thời, việc sử dụng ferrosilic hoặc Al kim loại tạo thành SiO_2 hoặc Al_2O_3 nhằm ngăn chặn quá trình tinh luyện, vì vậy cần phải pha loãng SiO_2 hoặc Al_2O_3 thu được và do đó lượng CaO trên cơ sở dung môi được sử dụng được tăng cường làm tăng chi phí sản xuất.

Hơn nữa, sắt nóng chảy có trong chính lò thổi được xem như được sử dụng là nguồn nhiệt không đắt tiền. Vì lượng nhiệt phát sinh được biến đổi đối với 1 kg oxy phản ứng với sắt (Fe) là gần với lượng ferrosilic, có khả năng tận dụng một cách hữu hiệu khí oxy thổi so với vật liệu chứa cacbon như là than cốc, graphit hoặc dạng tương tự. Tuy nhiên, khi sắt được oxy hóa, vấn đề ăn mòn vật liệu chịu lửa trở nên mạnh liệt vì hàm lượng FeO trong xỉ là cao đến mức không nhỏ hơn 35% khối lượng trong quá trình khử cacbon của quá trình loại bỏ cacbon trong sắt nóng chảy nhờ quá trình cấp khí oxy. Đồng thời, quá trình oxy hóa sắt là lớn, vì vậy việc sử dụng này không được xác lập theo quy mô công nghiệp.

Mặt khác, vật liệu chứa cacbon thường được sử dụng làm nguồn nhiệt vì nó không đắt tiền. Tuy nhiên, than cốc hoặc antraxit được sử dụng làm vật liệu chứa cacbon đối với nguồn nhiệt là nhỏ về lượng nhiệt phát sinh trên khối lượng đơn vị so với ferrosilic hoặc Al kim loại. Nhằm bù trừ cùng lượng nhiệt, vật liệu chứa cacbon là cần thiết để được sử dụng với mức độ lớn hơn và đồng thời lượng khí oxy cũng lớn hơn được bổ sung vào theo quá trình đốt cháy vật liệu chứa cacbon này, dẫn đến việc kéo dài thời gian thổi trong lò thổi và có nguy cơ hạ thấp năng suất trong lò thổi ngay cả khi tỷ lệ nguồn sắt nguội được trộn hỗn hợp được tăng cường. Ngoài ra, lưu huỳnh nằm trong than cốc hoặc antraxit được kết hợp vào sắt nóng chảy hoặc thép nóng chảy làm tăng hàm lượng lưu huỳnh trong sắt nóng chảy hoặc thép nóng chảy

là cần thiết sử dụng quá trình khử lưu huỳnh sau khi rót ra từ lò thổi khi là thép hàm lượng lưu huỳnh thấp được tạo ra và lại còn làm tăng chi phí sản xuất.

Đồng thời, tiến hành phương pháp trong đó khí CO được phát sinh qua phản ứng khử cacbon trong quá trình khử cacbon được đốt cháy thêm trong lò thổi ($2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$) và quá trình phát sinh nhiệt theo quá trình đốt cháy thứ cấp này được hấp thu vào trong thép nóng chảy làm tăng lượng hòa tan nguồn sắt nguội (chẳng hạn, xem Tetsu-to-Hagane, tập 71 (1985), số 15, p. 1787-1794). Tuy nhiên, trong quá trình khử cacbon thông thường, hiệu suất giữ nhiệt trong kim loại nóng chảy là thấp và chỉ vật liệu lót chịu lửa trong lò thổi được đốt nóng và phần lớn nhiệt đốt cháy thứ cấp được xả ra từ lò thổi, vì vậy có vấn đề mở rộng sự hư hại vật liệu lót chịu lửa trong lò thổi. Theo phương pháp này, có sự giới hạn tạo tỷ lệ hỗn hợp của nguồn sắt nguội cao hơn.

Với mục đích nâng cao hiệu suất giữ nhiệt của nhiệt lượng đốt cháy thứ cấp làm hòa tan một lượng lớn nguồn sắt nguội với một lượng nhỏ vật liệu chứa cacbon được sử dụng, JP-A-H08-260022 đề xuất phương pháp trong đó một lượng lớn xỉ được tạo ra trong lò thổi với khối lượng không nhỏ hơn 100 kg nhưng không lớn hơn 1000 kg trên 1 tấn sắt nóng chảy trong lò thổi và quá trình đốt cháy thứ cấp được thực hiện trong xỉ.

Đồng thời, JP-A-H10-265820 đề xuất phương pháp trong đó xỉ được tạo ra trong lò thổi với một lượng không nhỏ hơn 100 kg nhưng không lớn hơn 400 kg trên 1 tấn sắt nóng chảy và quá trình đốt cháy thứ cấp được tiến hành trong xỉ và đồng thời xỉ được khuấy mạnh bởi sự lưu động khí được thổi từ đáy ống gió thổi.

Tuy nhiên, theo các phương pháp được bộc lộ trong các tài liệu được nêu trên, vật liệu chứa cacbon phải được xoắn thành xỉ sau khi đảm bảo lượng xỉ không nhỏ hơn 100 kg trên 1 tấn sắt nóng chảy trong lò thổi, điều đó có nghĩa là tỷ lệ tọa bọt xỉ chiếm trong thể tích lò thổi được tạo ra cao hơn. Kết quả là, cần phải làm giảm một cách đáng kể lượng sắt nóng chảy chứa trong lò thổi để tránh việc thổi bay xỉ từ hòng lò thổi trong quá trình thổi, sao cho vấn đề hiệu suất hòa tan nguồn sắt nguội cuối cùng được giảm xuống.

Mặt khác, JP-A-H09-176717 đề xuất phương pháp sản xuất thép từ lò cao sắt nóng chảy qua lò thổi, là lò bao gồm bước thứ nhất là nạp sắt nóng chảy được lấy

mẫu lò cao vào từ phía trên và phía đáy lò thổi để tiến hành quá trình khử silic và loại bỏ xỉ đã khử silic thu được, bước thứ hai là cho sắt nóng chảy còn lại trong lò thổi sau quá trình khử silic vào theo quá trình khử phospho và quá trình khử lưu huỳnh và bước thứ ba là tháo sắt nóng chảy đã khử phospho và khử lưu huỳnh từ lò thổi vào gàu rót kim loại nóng chảy và nạp phần kim loại nóng chảy kia từ phía trên và phía đáy lò thổi để tiến hành quá trình khử cacbon trong lò thổi này.

Theo phương pháp được bộc lộ trong JP-A-H09-176717, có thể nói rằng, nguồn sắt nguội có thể được nung chảy bằng cách sử dụng nhiệt quá trình đốt cháy bằng oxy hóa silic trong sắt nóng chảy trong quá trình khử silic, nhưng có giới hạn về lượng nguồn sắt nguội được nung chảy chỉ nhờ nhiệt quá trình đốt cháy silic nằm trong sắt nóng chảy, sao cho vẫn còn có khả năng cải thiện theo quan điểm làm tăng tỷ lệ hỗn hợp của nguồn sắt nguội.

Cho đến nay, việc sử dụng sắt oxit thường là trong quá trình khử silic được tiến hành như một phần của quá trình xử lý sơ bộ đối với sắt nóng chảy nhằm tránh các sự trục trặc vận hành qua quá trình tạo bột xỉ trong thùng sắt nóng chảy và cấp một lượng lớn oxy trong một khoảng thời gian ngắn.

Chẳng hạn, phương pháp khử silic trong đó sắt oxit là nguồn oxy đối với quá trình khử silic được thổi vào sắt nóng chảy cùng với khí mang trong phản ứng khử silic ở giai đoạn ban đầu của quá trình xử lý sơ bộ sắt nóng chảy. Tuy nhiên, theo phương pháp này, sắt oxit được phân hủy thu nhiệt trong quá trình tiến triển của phản ứng khử và vì vậy nhiệt quá trình đốt cháy của silic trong sắt nóng chảy có thể không được biến đổi một cách hữu hiệu để đốt nóng hòa tan kim loại phế liệu và sự tăng nhiệt độ của sắt nóng chảy không thu được một cách đáng kể ở giai đoạn phản ứng khử silic.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết theo sáng chế

Như được nêu trên, một số đề xuất với mục đích sản xuất được nhiều hơn thép nóng chảy từ sắt nóng chảy trên khối lượng đơn vị được tạo ra theo sự thực hiện quá trình khử silic và quá trình khử phospho là quá trình xử lý sơ bộ sắt nóng chảy và tiếp theo là tiến hành quá trình khử cacbon trong lò thổi và đồng thời làm tăng tỷ

lệ trộn của nguồn sắt nguội như là sắt phế liệu hoặc dạng tương tự trong lò cao, mà các thiết bị hữu hiệu thực tế là chưa được đề xuất cho đến hiện nay.

Sáng chế được thực hiện nhằm giải quyết tình trạng được nêu trên và phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy được đề xuất trong đó sự bù trừ nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội như là sắt phế liệu hoặc dạng tương tự có thể được tiến hành trong khoảng một thời gian ngắn một cách hữu hiệu và không đòi hỏi một số thiết bị và năng lượng đắt tiền gắn liền với sắt nóng chảy được sử dụng một cách hữu hiệu trong quá trình hòa tan nguồn sắt nguội với sự tinh luyện một cách kinh tế và hữu hiệu sắt nóng chảy (quá trình khử silic, quá trình khử phospho) có thể được tiến hành có tính đến chi phí và chất lượng.

Giải quyết vấn đề

Nhằm giải quyết vấn đề nêu trên, bản chất của sáng chế là như sau.

Tức là, sáng chế là phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy bằng cách nạp sắt nóng chảy và nguồn sắt nguội vào thùng tinh luyện của lò thổi, cấp nguyên liệu bổ sung chứa CaO là thành phần chủ yếu cùng với nguồn oxy để hòa tan nguồn sắt nguội và thực hiện quá trình khử silic của sắt nóng chảy, loại bỏ ít nhất một phần xỉ được tạo ra bởi quá trình khử silic như là quá trình loại bỏ xỉ trung gian và tiếp theo, là cấp tác nhân tạo xỉ và nguồn oxy vào sắt nóng chảy trong thùng tinh luyện của lò thổi để tiến hành quá trình khử phospho, khác biệt ở chỗ là vật liệu chứa silic hoặc sự kết hợp của vật liệu chứa silic và vật liệu cacbon được bổ sung là nguồn nhiệt vào thùng tinh luyện của lò thổi trong quá trình khử silic và tiếp theo, là quá trình khử silic được tiến hành trong các điều kiện mà độ kiềm của xỉ (% khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂) khi kết thúc quá trình khử silic là không nhỏ hơn 0,5 nhưng không lớn hơn 1,5 và nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là không nhỏ hơn 1280°C nhưng không cao hơn 1350°C và khi đó là không nhỏ hơn 30% khối lượng xỉ được tạo ra trong quá trình khử silic được loại bỏ từ thùng tinh luyện của lò thổi trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian.

Theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy bao gồm kết cấu nêu trên, vì phương thức cụ thể để giải quyết vấn đề nêu trên được ưu tiên là như sau:

- 1) lượng bổ sung ít nhất là chất phụ trợ chứa CaO là thành phần chủ yếu và

vật liệu chứa silic được điều chỉnh sao cho để nêu độ kiềm của xỉ (% khối lượng $\text{CaO}/\%$ khối lượng SiO_2) trong khi kết thúc quá trình khử silic là nằm trong khoảng không nhỏ hơn 0,5 nhưng không lớn hơn 1,0;

2) lượng nguồn oxy cấp được điều chỉnh để thể hiện nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là không thấp hơn 1320°C ;

3) tổng lượng silic không ở dạng oxit trong vật liệu chứa silic được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi hoặc được bổ sung trong quá trình khử silic được tiến hành trong khoảng 4~10 kg/tấn trên tổng khối lượng sắt nóng chảy và nguồn sắt nguội được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi;

4) mức tiêu thụ theo đơn vị X_s (kg/tấn) nguồn sắt nguội trên tổng khối lượng nguồn sắt nguội và sắt nóng chảy được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi là nằm trong khoảng không nhỏ hơn 220 nhưng không lớn hơn 260 là trị số Y được tính toán theo biểu thức (1) dưới đây và nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là không nhỏ hơn 1280°C nhưng không cao hơn 1320°C :

$$Y = (3 + 34,5[\% \text{ Si}] + 0,21 T_i) \cdot (1000 - X_s)/1000 \quad (1)$$

trong đó $[\% \text{ Si}]$: hàm lượng silic trong sắt nóng chảy được nạp vào (% khối lượng)

T_i : nhiệt độ của sắt nóng chảy được nạp vào ($^\circ\text{C}$)

X_s : mức tiêu thụ theo đơn vị nguồn sắt nguội (kg/tấn);

5) tỷ lệ loại bỏ xỉ xỉ được loại bỏ từ thùng tinh luyện của lò thổi trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian là 60~90% khối lượng xỉ được tạo ra trong quá trình khử silic;

6) lượng xỉ trong thùng tinh luyện của lò thổi sau quá trình loại bỏ xỉ trung gian là không nhỏ hơn 4 kg/tấn nhưng không lớn hơn 20 kg/tấn;

7) lượng oxy được cấp vào sắt nóng chảy khác với oxy được tiêu thụ đối với quá trình oxy hóa silic trong quá trình khử silic là không nhỏ hơn $2 \text{ Nm}^3/\text{tấn}$ là mức tiêu thụ theo đơn vị trên tổng khối lượng sắt nóng chảy và nguồn sắt nguội được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi;

8) nguồn sắt nguội ít nhất là nguồn được lựa chọn từ sắt phế liệu hoặc sắt khử

và sắt nguội trực tiếp;

9) thời gian từ khi kết thúc quá trình khử silic đến khi loại bỏ xỉ được khử silic không lớn hơn 4 phút;

10) chất phụ trợ chứa CaO là thành phần chủ yếu ít nhất là chất liệu được lựa chọn từ xỉ lò thổi và xỉ (xỉ gàu rót) được tạo ra trong thực tế của quá trình tinh luyện gàu rót;

11) vì vật liệu chứa silic được sử dụng vật liệu bổ sung bao gồm chủ yếu là silic cacbua;

12) chất phụ trợ bao gồm chủ yếu là silic cacbua là SiC dạng viên và/hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái chứa SiC là thành phần chủ yếu;

13) lượng bổ sung SiC dạng viên và/hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái không lớn hơn giới hạn bổ sung trên của W được tính toán từ biểu thức sau đây (2):

$$W = (F - 600) \times 0,3 \div 22,4 \times 28 \div X_{Si} \div 10 \quad (2)$$

trong đó W: giới hạn trên của lượng bổ sung SiC dạng viên và/hoặc SiC trên cơ sở vật liệu thái (tấn)

F: tổng lượng oxy cấp trong quá trình khử silic (Nm^3)

X_{Si} : hàm lượng Si (% khối lượng) chứa SiC trong SiC dạng viên hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái.

Theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy bao gồm cấu trúc nêu trên của sáng chế, nhiệt quá trình đốt cháy silic trong vật liệu chứa silic (nguồn silic) được bổ sung vào sắt nóng chảy trong quá trình khử silic được sử dụng có tác động tích cực như là quá trình bù trừ nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội như là sắt phế liệu hoặc dạng tương tự và quá trình khử silic và quá trình khử phospho được thực hiện một cách liên tục trong cùng thùng tinh luyện của lò thổi qua quá trình loại bỏ xỉ trung gian, nhờ đó có khả năng hòa tan một cách hữu hiệu một lượng lớn nguồn sắt nguội trong khoảng một thời gian ngắn.

Đồng thời, theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy của sáng chế, quá trình khử silic được tiến hành trong thùng tinh luyện của lò thổi, sao cho có khả năng

trong thể tích thùng đã nêu và các trục trặc trong quá trình vận hành không gây ra bởi quá trình tạo bọt xỉ mà còn một lượng lớn khí oxy có thể được cấp vào sắt nóng chảy trong khoảng một thời gian ngắn mà không cần sử dụng sắt oxit và có khả năng tận dụng nhiệt quá trình đốt cháy silic trong quá trình hòa tan nguồn sắt nguội mà không tiêu thụ như là nhiệt phân hủy của sắt oxit.

Hơn nữa, theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy của sáng chế, quá trình khử phospho được tiến hành tiếp sau quá trình khử silic, vì vậy lượng nhiệt tản vào môi trường trong quá trình di chuyển vị trí cvuar thùng và lượng nhiệt được hấp thu bởi một vật khúc xạ có thể được sử dụng như là nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội.

Hơn nữa, theo quá trình loại bỏ xỉ trung gian được tiến hành ở giữa quá trình khử silic và quá trình khử phospho được xả ra là xỉ có độ kiềm thấp (% khối lượng $\text{CaO}/\%$ khối lượng $\text{SiO}_2 = 0,5\sim 1,5$) được phát sinh trong quá trình khử silic từ thùng tinh luyện của lò thổi để nhờ đó làm giảm lượng xỉ có độ kiềm thấp còn nằm lại trong thùng, vì vậy lượng CaO (CaO trên cơ sở tác nhân tạo xỉ) được sử dụng được bổ sung và được nạp vào để tiến hành quá trình khử phospho một cách thích hợp ở nửa cuối quá trình khử phospho đòi hỏi độ kiềm cao ($= 1,5\sim 3,0$) có thể được giảm xuống.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một phần mặt cắt của thùng tinh luyện của lò thổi thích hợp để tinh luyện sắt nóng chảy theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.2(a) đến Fig.2(e) là các hình vẽ mặt cắt thể hiện thứ tự các quá trình tinh luyện tương ứng được yêu cầu bởi sáng chế;

Fig.3 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa độ kiềm của xỉ, tỷ lệ loại bỏ xỉ và độ nhớt của xỉ;

Fig.4 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa nhiệt độ của sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian và tỷ lệ loại bỏ xỉ;

Fig.5 là đồ thị thể hiện các kết quả được nghiên cứu đối với sự tương quan giữa có hoặc không có nguồn sắt nguội chưa hòa tan ở thời điểm kết thúc quá trình khử silic và nhiệt độ sắt nóng chảy và tỷ lệ loại bỏ xỉ khi kết thúc quá trình khử silic;

Fig.6 là đồ thị thể hiện nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung

gian và hàm lượng phospho sau quá trình khử phospho;

Fig.7 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa mức tiêu thụ theo đơn vị vôi sống ở ba bước của quá trình khử silic, quá trình khử phospho và quá trình khử cacbon và tỷ lệ loại bỏ xỉ;

Fig.8 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa lượng xỉ trong thùng trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian và hàm lượng phospho sau quá trình khử phospho;

Fig.9 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa lượng oxy khác với lượng khử silic trong quá trình khử silic và tỷ lệ loại bỏ xỉ;

Fig.10 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa thời gian từ khi kết thúc quá trình khử silic đến khi bắt đầu quá trình loại bỏ xỉ và tỷ lệ loại bỏ xỉ;

Fig.11 là đồ thị thể hiện một phương án cụ thể của sự chuyển biến hàm lượng silic, hàm lượng cacbon, hàm lượng phospho và hàm lượng mangan trong sắt nóng chảy trong khoảng thời gian từ quá trình khử silic đến khi cho nước thép ra lò;

Fig.12 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa tổng lượng oxy chuyển biến trong quá trình khử silic, lượng đốt cháy SiC và năng suất SiC.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả một cách cụ thể khi đề cập đến các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một phần mặt cắt của thùng tinh luyện của lò thổi thích hợp để sử dụng trong quá trình tinh luyện sắt nóng chảy theo sáng chế và các hình vẽ từ Fig.2(a) đến Fig.2(e) là các hình vẽ thể hiện thứ tự các bước tương ứng của quá trình tinh luyện sắt nóng chảy theo sáng chế. Ngoài ra, Fig.1 còn là hình vẽ thể hiện bước khử silic được thể hiện trên Fig.2(b).

Theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy theo sáng chế có thể được sử dụng thùng tinh luyện của lò thổi thổi được từ phía trên và phía dưới (lò thổi) 1 như được thể hiện trên Fig.1.

Quá trình thổi từ phía trước được tiến hành bằng cách cấp khí oxy 3 qua ngọn lửa đèn xi thổi 2 có khả năng đi lên và đi xuống trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 và về phía sắt nóng chảy 4 từ đỉnh ngọn lửa đèn xi thổi từ phía trên 2. Khí oxy 3 là oxy tinh khiết công nghiệp.

Đồng thời, việc thổi từ phía dưới lên được tiến hành qua các ống gió thổi từ phía dưới lên (các vòi phun thổi từ phía dưới lên) 5 được bố trí trên đáy của thùng tinh luyện của lò thổi 1.

Khí 6 để thổi từ phía dưới lên được thổi vào sắt nóng chảy 4 để tăng cường sự khuấy sắt nóng chảy 4 và có chức năng thúc đẩy sự hòa tan nguồn sắt nguội, sao cho có thể khí chứa khí oxy hoặc khí trơ như là khí argon, khí nitơ hoặc dạng tương tự.

Đồng thời, khí 6 để thổi từ phía dưới lên có thể có chức năng thổi chất trợ dung (tác nhân tạo xỉ) vào sắt nóng chảy cùng với khí mang (khí vận chuyển).

Trên Fig.1, số 7 là cửa nạp liệu tiếp nhận vật liệu chứa silic (sau đây được gọi là "nguồn silic") 8, số 9 là cửa nạp liệu tiếp nhận vật liệu bổ sung chứa CaO là thành phần chủ yếu (sau đây được gọi là "CaO trên cơ sở dung môi") 10, số 11 là phễu rót để nạp nguồn silic 8 chứa trong cửa nạp liệu 7 vào thùng tinh luyện của lò thổi 1, số 12 là phễu rót để nạp CaO trên cơ sở dung môi 10 chứa trong cửa nạp liệu 9 vào thùng tinh luyện của lò thổi 1 và số 13 là cửa rót mẻ thép để cho ra lò sắt nóng chảy 4 từ thùng tinh luyện của lò thổi 1 sau quá trình tinh luyện.

Theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy 4 theo sáng chế được sử dụng hai hoặc nhiều hơn nữa các thùng tinh luyện của lò thổi thổi được từ phía trên xuống và từ phía dưới lên 1 có kết cấu như được nêu trên, trong đó ít nhất một thùng tinh luyện của lò thổi 1 có thể tiến hành quá trình khử silic và quá trình khử phospho (xử lý sơ bộ) sắt nóng chảy 4 và ít nhất phần còn lại có thể tiến hành quá trình khử cacbon của sắt nóng chảy được xử lý sơ bộ 4. Tức là, quá trình khử silic và quá trình khử phospho của sắt nóng chảy 4 được tiến hành trong (các) thùng tinh luyện của lò thổi 1 để xử lý sơ bộ sắt nóng chảy và tiếp theo, sắt nóng chảy 4 được cho trải qua quá trình xử lý sơ bộ đối với sắt nóng chảy được vận chuyển đến (các) thùng tinh luyện của lò thổi 1 đối với quá trình khử cacbon để tiến hành quá trình khử cacbon.

Trong quá trình tinh luyện sắt nóng chảy 4, như được thể hiện trên Fig.2(a), nguồn sắt nguội 14 như là các loại sắt phế liệu hoặc dạng tương tự trước hết được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 và tiếp theo, sắt nóng chảy 4 được nạp qua gàu rót nạp 15.

Tiếp theo, nguồn silic 8 chứa trong cửa nạp liệu 7 và CaO trên cơ sở dung

môi 10 chứa trong cửa nạp liệu 9 được bổ sung vào sắt nóng chảy 4 trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 qua các phễu rót 11 và 12 tương ứng và tiếp theo, khí oxy hoặc sắt oxit được cấp như là nguồn oxy để tiến hành quá trình khử silic như được thể hiện trên Fig.2(b).

Trong quá trình khử silic của sắt nóng chảy 4, silic chứa trong nguồn silic 8 và silic chứa trong sắt nóng chảy 4 được phản ứng với oxy trong nguồn oxy ($\text{Si} + 2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2$) phát ra nhiệt của quá trình oxy hóa và nhiệt độ sắt nóng chảy được nâng lên nhờ nhiệt của quá trình oxy hóa để thúc đẩy quá trình hòa tan nguồn sắt nguội 14 vào sắt nóng chảy.

Vì nguồn sắt nguội đã được nạp trước đó vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 có thể là nguồn chứa sắt là thành phần chủ yếu như là sắt được khử trực tiếp, sắt nóng chảy nguội hoặc dạng tương tự bổ sung vào sắt phế liệu được định nghĩa trong "các tiêu chuẩn đồng đều của phế liệu kim loại đen" của hiệp hội nguyên liệu kim loại đen Nhật Bản.

Vì nguồn oxy đối với quá trình khử silic có thể chỉ là khí oxy 3 được cấp từ ngọn lửa đèn xi thổi từ phía trên 2 hoặc sắt oxit (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được sử dụng cùng với khí oxy 3.

Nhằm tạo xỉ 16 có độ kiềm đích (% khối lượng CaO /% khối lượng SiO_2) (mà sau đây có thể được biểu thị một cách đơn giản như là "độ kiềm") trong quá trình khử silic được tiến hành trong một khoảng thời gian ngắn, được cho là hữu hiệu để sử dụng một phần sắt oxit có chức năng thúc đẩy quá trình tạo xỉ từ CaO trên cơ sở dung môi 10, mà không thể nói rằng việc sử dụng sắt oxit hấp thu nhiệt theo sự tăng nhiệt và sự phân hủy được ưu tiên theo quan điểm hòa tan một lượng lớn nguồn sắt nguội 14 như là mục đích của sáng chế. Do đó, mong muốn chỉ sử dụng khí oxy 3 mà không sử dụng sắt oxit như là nguồn oxy.

Vì thùng tinh luyện của lò thổi 1 được sử dụng như là thùng tinh luyện, sự khuấy mạnh là có thể, nhờ đó được xác nhận là xỉ 16 có độ kiềm đích có thể được tạo ra một cách thích ứng ngay cả khi quá trình khử silic được tiến hành bằng cách chỉ sử dụng khí oxy.

Hơn nữa, việc nạp CaO trên cơ sở dung môi 10 có thể được tiến hành sau khi

bắt đầu quá trình khử silic, mà thời điểm nhanh hơn là mong muốn càng sớm càng tốt nhằm tạo ra một cách thích hợp xỉ 16 trong quá trình khử silic trong khoảng một thời gian ngắn, sao cho được ưu tiên là nạp từ trước CaO trên cơ sở dung môi 10 vào thùng tinh luyện của lò thổi 1 cùng với nguồn sắt nguội 14.

Việc sử dụng CaO trên cơ sở dung môi 10 trong quá trình khử silic là điều chỉnh độ kiềm của xỉ thu được 16. Vì CaO trên cơ sở dung môi 10 có thể được sử dụng vôi sống (CaO), đá vôi (CaCO_3), canxi hydroxit (Ca(OH)_2), đá dolomit đốt cháy chút ít, đá dolomit xanh và v.v. Hàm lượng CaO tốt hơn là không nhỏ hơn 30% khối lượng, tốt hơn nữa là không nhỏ hơn 60% khối lượng. Tiếp theo, xỉ được tạo ra trong quá trình khử cacbon của sắt nóng chảy trong lò thổi (xỉ lò thổi), xỉ được tạo ra trong quá trình tinh luyện của sắt nóng chảy (quá trình khử cacbon) sử dụng thùng tinh luyện của lò thổi 1 (xỉ lò thổi) và xỉ được tạo ra trong quá trình tinh luyện trong gàu rót (xỉ gàu rót) cũng có thể được sử dụng. Xỉ lò thổi và xỉ gàu rót có độ kiềm là 3~5 và chức năng thích hợp để điều chỉnh độ kiềm của xỉ thu được 16.

Theo sáng chế, nguồn silic 8 có một lượng lớn nhiệt phát sinh được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 là nguồn nhiệt để hòa tan một lượng lớn nguồn sắt nguội 14 trong khoảng một thời gian ngắn. Vì nguồn silic 8 có thể được sử dụng ferosilic (Fe-Si) và silic kim loại.

Vì nguồn silic 8 được sử dụng vật liệu bổ sung bao gồm chủ yếu là silic cacbua. Cụ thể là, được ưu tiên là sử dụng SiC dạng viên ít đất bao gồm chủ yếu là SiC hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái bao gồm chủ yếu là SiC.

Cụm từ "SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái" được sử dụng ở đây là chỉ các vật liệu chịu lửa SiC không được sử dụng một cách hữu hiệu cho đến bây giờ chẳng hạn, vật liệu chịu lửa trên cơ sở SiC tiêu thụ, vật liệu được phát sinh như là các vật liệu dư theo kết cấu của SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa và v.v. Vì nguồn nhiệt, không cần thiết chỉ sử dụng mỗi nguồn silic 8, sao cho có thể được sử dụng cùng với nguồn nhiệt khác như là vật liệu chứa cacbon, Al kim loại hoặc dạng tương tự. Đặc biệt là, vì vật liệu chứa cacbon là không đắt tiền, được ưu tiên là sử dụng vật liệu chứa cacbon bổ sung vào nguồn silic 8.

Theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy 4 theo sáng chế, quá trình loại bỏ xỉ trung gian được tiến hành sau quá trình khử silic như được thể hiện trên Fig.2(c),

nhờ đó độ kiềm thấp xỉ 16 chứa một lượng lớn SiO_2 phát sinh trong quá trình khử silic được xả ra từ thùng tinh luyện của lò thổi 1. Trong trường hợp này, lượng bổ sung ít nhất là CaO trên cơ sở dung môi 10 và nguồn silic 8 được điều chỉnh trong quá trình khử silic sao cho độ kiềm của xỉ 16 được xả ra trong phạm vi 0,5~1,5.

Vì lượng CaO trên cơ sở dung môi 10 được sử dụng trở nên là lớn, độ kiềm tăng lên, trong khi vì lượng nguồn silic 8 được sử dụng trở nên là lớn, độ kiềm hạ xuống.

Cũng trong quá trình khử silic, lượng nguồn silic 8 cấp được điều chỉnh sao cho nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là không nhỏ hơn 1280°C để tạo nhiệt độ xỉ 16 được xả ra không nhỏ hơn 1280°C . Vì lượng nguồn silic 8 cấp trở nên lớn hơn, nhiệt độ sắt nóng chảy tăng lên. Ngoài ra, nhiệt độ của xỉ 16 là bằng hoặc cao hơn so với nhiệt độ của sắt nóng chảy 4 (nguồn silic 8 thường được đốt trong xỉ, sao cho nhiệt quá trình đốt cháy của nguồn silic 8 được hấp thu trong xỉ 16), nhờ đó xác nhận được rằng khi nhiệt độ của xỉ 16 là không nhỏ hơn 1280°C , nhiệt độ của sắt nóng chảy 4 là không nhỏ hơn 1280°C .

Lý do vì sao độ kiềm của xỉ 16 và nhiệt độ của sắt nóng chảy 4 được điều chỉnh đến các phạm vi được nêu trên theo sáng chế dựa trên yếu tố là đặc tính loại bỏ xỉ tốt và tỷ lệ loại bỏ xỉ (tỷ lệ loại bỏ xỉ (% khối lượng) = (khối lượng xỉ được xả ra)/(khối lượng xỉ được phát sinh trong quá trình khử silic) x 100) thu được trong khi vẫn đảm bảo dòng chảy của xỉ 16.

Fig.3 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa độ kiềm của xỉ, tỷ lệ loại bỏ xỉ và độ nhớt của xỉ. Như được thể hiện trên Fig.3, khi độ kiềm của xỉ 16 là dưới 0,5, độ nhớt của xỉ 16 trở nên cao hơn và tỷ lệ loại bỏ xỉ tốt có thể không đạt được. Mặt khác, khi độ kiềm của xỉ 16 vượt quá 1,5, xỉ pha rắn xảy ra và dòng chảy của xỉ 16 trở nên chậm và tỷ lệ loại bỏ xỉ bị suy giảm. Do đó, theo sáng chế, độ kiềm của xỉ 16 là không nhỏ hơn 0,5 nhưng không lớn hơn 1,5. Như vậy, độ kiềm của xỉ 16 là đủ để nằm trong khoảng 0,5~1,5 theo quan điểm đảm bảo đặc tính loại bỏ xỉ và tỷ lệ loại bỏ xỉ 16, mà độ kiềm của xỉ 16 tốt hơn là được điều chỉnh để nằm trong khoảng 0,5~1,0 theo quan điểm của quá trình khử lượng CaO trên cơ sở dung môi 10 được sử dụng trong quá trình khử silic.

Khi nhiệt độ của xỉ 16 là thấp hơn 1280°C , việc tăng độ nhớt của xỉ qua xỉ pha rắn và việc độ nhớt qua xỉ pha lỏng được gây ra và vì vậy dòng chảy của xỉ 16 trở nên thấp hơn và như được thể hiện trên Fig.4, tỷ lệ loại bỏ xỉ 16 bị suy giảm. Do đó, trường hợp mà nhiệt độ của xỉ 16 là thấp hơn 1280°C xảy ra phụ thuộc vào điều kiện ban đầu của sắt nóng chảy 4 được sử dụng, chẳng hạn, ngay cả ở giai đoạn mà hàm lượng silic trong sắt nóng chảy là dưới 0,05% khối lượng với sự tiến triển của quá trình khử silic. Trong trường hợp này, cần thiết để phản ứng khử silic tiếp tục được thúc đẩy nhằm đảm bảo nhiệt độ sắt nóng chảy là không nhỏ hơn 1280°C .

Fig.5 là đồ thị thể hiện các kết quả được nghiên cứu đối với sự tương quan giữa có hoặc không có nguồn sắt nguội chưa hòa tan 14 ở thời điểm kết thúc quá trình khử silic, nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic và tỷ lệ loại bỏ xỉ. Như được thể hiện trên Fig.5, nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic tốt hơn là không thấp hơn 1320°C theo quan điểm thúc đẩy quá trình hòa tan nguồn sắt nguội 14.

Mặt khác, khi nhiệt độ của sắt nóng chảy 4 trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian vượt quá 1350°C , nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình khử phospho trở nên cao hơn và hàm lượng phospho trong sắt nóng chảy 4 là không nhỏ hơn 0,030% khối lượng, làm tăng nguồn CaO cần thiết trong quá trình khử cacbon.

Các kết quả này từ yếu tố mà ngay cả khi nếu thời gian nạp chất phụ trợ (tác nhân tạo xỉ) trong quá trình khử phospho là ngắn nhất, oxy được cấp để hòa tan chất phụ trợ và vì vậy nhiệt độ của sắt nóng chảy 4 sau quá trình khử phospho tăng lên một cách chắc chắn.

Sự tương quan giữa nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian và hàm lượng phospho trong sắt nóng chảy 4 sau quá trình khử phospho được thể hiện trên Fig.6. Như được thấy trên Fig.6, nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian mong muốn là không cao hơn 1350°C để thúc đẩy phản ứng khử phospho.

Khi nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian vượt quá 1350°C , hàm lượng magie và độ kiềm trong xỉ là cần phải được tăng cường nhằm ngăn chặn sự hư hại do bào mòn các viên gạch lót cacbon-magie oxit và vì vậy nảy

sinh vấn đề làm tăng chi phí. Do đó, theo sáng chế, nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic được tạo ra là không cao hơn 1350°C.

Trong quá trình khử silic, tổng lượng silic không ở dạng oxit (silic không ở dạng oxit, sau đây được gọi một cách đơn giản là silic) của nguồn silic 8 được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 hoặc được bổ sung trong quá trình khử silic được ưu tiên là nằm trong khoảng 4~10 kg/tấn trên tổng khối lượng sắt nóng chảy 4 và nguồn sắt nguội 14 được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1.

Khi tổng lượng silic được bổ sung vượt quá 10 kg/tấn, lượng axit silixic được tạo ra trong quá trình khử silic trở nên quá lớn, vì vậy ngay cả khi quá trình khử silic được tiến hành ở trạng thái này mà toàn bộ lượng xỉ được khử phospho ở phần nạp trước còn lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1, cần phải bổ sung một lượng lớn nguồn canxi oxit (CaO trên cơ sở dung môi) để tiếp tục điều chỉnh độ kiềm và đồng thời lượng xỉ trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 trở nên dư thừa, không thuận lợi theo quan điểm của chi phí quá trình tinh luyện và dạng tương tự.

Trong khi, khi tổng lượng silic là dưới 4 kg/tấn, lượng nhiệt phát sinh qua phản ứng oxy hóa silic là nhỏ, là không hiệu quả để hòa tan nguồn sắt nguội 14. Khi tổng lượng silic là nằm trong khoảng từ 4 đến 10 kg/tấn, có thể nói là phạm vi được ưu tiên theo quan điểm không chỉ là sự điều chỉnh độ kiềm sau quá trình khử silic mà còn là sự đảm bảo nguồn nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội 14.

Bổ sung vào nguồn silic 8, nguồn nhiệt cần thiết để hòa tan nguồn sắt nguội 14 có thể sử dụng vật liệu chứa cacbon, ferosilic, Al kim loại hoặc dạng tương tự như một phần của nguồn nhiệt.

Trong quá trình khử phospho sau quá trình khử silic, cần phải điều chỉnh nhiệt độ của sắt nóng chảy 4 đến một phạm vi thích hợp để tiến hành một cách hữu hiệu quá trình khử phospho. Về vấn đề này, bằng cách điều chỉnh nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình khử silic để không cao hơn 1320°C có thể làm giảm đáng kể vật liệu làm nguội như là quặng sắt hoặc dạng tương tự được bổ sung để điều chỉnh nhiệt độ trong quá trình khử phospho.

Khi quá trình khử silic và quá trình khử phospho được thực hiện một cách liên tục trong cùng một thùng tinh luyện của lò thổi 1, việc nạp nguồn sắt nguội 14 như là

các loại sắt phế liệu qua phồng rót trước, quá trình khử phospho là khó khăn theo quan điểm về thời gian vận hành. Đồng thời, vì nguồn sắt nguội 14 có khả năng được nạp vào từ phía trên lò thổi trong quá trình xử lý phải tạo hạt đất tiền hoặc bị hạn chế về số lượng như là dạng mái chèo hoặc dạng tương tự sinh ra trong các xưởng đồ sắt, khó sử dụng một cách đều đặn một lượng lớn như là nguồn nguyên liệu. Thực vậy, thông thường nguồn sắt nguội 14 không được nạp vào từ phía trên lò thổi với thiết bị nạp từ phía trên do sự hạn chế đối với loại và số lượng chất phụ trợ được sử dụng.

Do đó, trong quá trình khử phospho, nguồn sắt nguội 14 có khả năng được sử dụng theo kiểu công nghiệp với khối lượng lớn bị hạn chế với sắt oxit như là quặng sắt hoặc dạng tương tự và thường là nguồn sắt nguội không đất tiền 14 như là các loại sắt phế liệu hoặc dạng tương tự không thể được sử dụng một cách thích đáng.

Mặt khác, một lượng lớn các loại sắt phế liệu không đất tiền là tương đối dễ được sử dụng như là nguồn sắt nguội 14 trong quá trình khử silic, nhờ đó nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình khử silic được điều chỉnh để nhiệt độ không cao hơn 1320°C . Kết quả là, lượng sắt oxit được sử dụng trong quá trình khử phospho có thể được giảm xuống đáng kể và nhiệt phản ứng nhờ sự hấp thu nhiệt trong quá trình khử sắt oxit có thể được sử dụng gián tiếp trong quá trình hòa tan nguồn sắt nguội 14 trong quá trình khử silic.

Khi nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình khử silic bị suy giảm, nguy cơ là nguồn sắt nguội 14 nằm lại ở trạng thái nóng chảy. Tuy nhiên, nguồn sắt nguội còn lại 14 được giữ trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 cùng với sắt nóng chảy 4 và quá trình hòa tan chúng được tiến triển trong quá trình khử phospho tiếp theo, sao cho không có vấn đề gì trong quá trình vận hành với điều kiện là sự hòa tan nguồn sắt nguội 14 kết thúc ở đầu quá trình khử phospho.

Nhằm điều chỉnh nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình khử silic nằm trong phạm vi $1280\sim 1320^{\circ}\text{C}$ trong khi điều chỉnh làm tăng lượng nguồn sắt nguội 14 được sử dụng và chi phí quá trình tinh luyện, được ưu tiên là mức tiêu thụ theo đơn vị nguồn sắt nguội X_s (kg/tấn) trên tổng khối lượng nguồn sắt nguội (các loại sắt phế liệu) 14 và sắt nóng chảy 4 được thể hiện là nằm trong khoảng không nhỏ hơn 220 nhưng không lớn hơn 260 là trị số Y được tính toán theo biểu thức sau đây (1):

$$Y = (3 + 34,5[\% \text{ Si}] + 0,21T_i) \cdot (1000 - X_s)/1000 \dots (1)$$

trong đó [% Si]: hàm lượng silic trong sắt nóng chảy được nạp vào (% khối lượng),

T_i : nhiệt độ của sắt nóng chảy được nạp vào ($^{\circ}\text{C}$),

X_s : mức tiêu thụ theo đơn vị nguồn sắt nguội (kg/tấn).

Khi trị số Y là dưới 220, cần thiết để vật liệu chứa cacbon như là graphit vô định hình hoặc dạng tương tự được bổ sung là nguồn nhiệt nhằm kéo dài thời gian quá trình tinh luyện hoặc nguồn nhiệt đất tiền như là ferosilic hoặc dạng tương tự được bổ sung một lượng lớn và đồng thời CaO trên cơ sở dung môi 10 được sử dụng bổ sung để điều chỉnh độ kiềm của xỉ và vì vậy làm tăng chi phí quá trình tinh luyện và làm giảm năng suất sẽ xảy ra, do đó trị số này là không mong muốn.

Khi trị số Y vượt quá 260, vật liệu làm nguội như là quặng sắt được sử dụng để điều chỉnh nhiệt độ, sao cho trị số này là không được ưu tiên theo quan điểm lượng nguồn sắt nguội 14 được sử dụng được tạo ra tối đa.

Trong quá trình khử silic thích hợp đối với sáng chế, nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình khử silic được điều chỉnh đến một phạm vi thích hợp và đồng thời silic được sử dụng là nguồn nhiệt, sao cho ngay cả khi nguồn sắt nguội 14 được sử dụng với một lượng lớn 100~250 kg/tấn trên tổng khối lượng sắt nóng chảy 4 và nguồn sắt nguội 14, sự suy giảm năng suất và sự tăng chi phí quá trình tinh luyện không xảy ra và quá trình hòa tan nguồn sắt nguội 14 và quá trình tinh luyện sắt nóng chảy 4 có thể được tiến hành một cách hữu hiệu. Tuy nhiên, khi mức tiêu thụ theo đơn vị nguồn sắt nguội vượt quá 250 kg/tấn, vấn đề nguồn nhiệt bổ sung được yêu cầu để làm tăng chi phí hoặc thời gian tinh luyện được kéo dài làm giảm năng suất. Và đồng thời, sự tăng tiếp theo của lượng sử dụng là không hữu hiệu theo quan điểm hạn chế nguồn sắt nguội nạp vào thiết bị.

Theo sáng chế, tỷ lệ loại bỏ xỉ của xỉ được xả ra từ thùng tinh luyện của lò thổi 1 trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian là không nhỏ hơn 30% khối lượng xỉ được tạo ra trong quá trình khử silic.

Vì như được thể hiện trên Fig.7, khi tỷ lệ loại bỏ xỉ là dưới 30% khối lượng, lượng CaO trên cơ sở dung môi 10 được sử dụng được tăng cường nhằm đảm bảo độ

kiềm của xỉ (xỉ trong quá trình khử phospho) với mục đích ngăn chặn quá trình khử phospho kém trong lần khử phospho tiếp theo và do đó lượng xỉ trở nên lớn hơn, vì vậy quá trình tạo bọt xỉ có thể không được điều chỉnh trong quá trình khử phospho và việc thổi xỉ ra ngoài xảy ra ở cửa ra của thùng tinh luyện của lò thổi 1 làm phát sinh các trục trặc trong vận hành do quá trình thổi xỉ ra ngoài này.

Trên Fig.7 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa mức tiêu thụ theo đơn vị của vôi sống (CaO) ở ba bước là quá trình khử silic, quá trình khử phospho và quá trình khử cacbon và tỷ lệ loại bỏ xỉ và có hoặc không có quá trình thổi xỉ ra cũng được thể hiện.

Đường nằm ngang nét đứt trên Fig.7 (mức tiêu thụ đơn vị vôi sống $\approx 26,7$ kg/tấn) là mức tiêu thụ theo đơn vị trung bình của vôi sống từ quá trình khử silic và quá trình khử phospho (xử lý sơ bộ) của sắt nóng chảy đến quá trình khử cacbon trong lò thổi theo công nghệ thông thường. Theo sáng chế, mức tiêu thụ theo đơn vị vôi sống được thực hiện thấp hơn so với mức thông thường khi tỷ lệ loại bỏ xỉ của xỉ là không nhỏ hơn 60% khối lượng.

Nhằm đảm bảo lượng xỉ tối thiểu cần thiết trong bước khử phospho trong khi tránh đi sự tăng chi phí, tỷ lệ loại bỏ xỉ của xỉ được ưu tiên là nằm trong khoảng 60~90% khối lượng. Tức là, sẽ hữu hiệu trong việc làm tăng tỷ lệ loại bỏ xỉ đến mức không nhỏ hơn 60% khối lượng nhằm làm giảm tổng lượng sử dụng CaO trên cơ sở dung môi 10 được tiêu thụ từ quá trình khử silic và quá trình khử phospho đến quá trình khử cacbon của sắt nóng chảy 4, trong khi tỷ lệ loại bỏ xỉ của xỉ thu được 16 vượt quá 90% khối lượng, sự tạo xỉ của CaO trên cơ sở dung môi 10 mới được bổ sung trong quá trình khử phospho tiếp theo bị hư hại và có nguy cơ ngăn chặn phản ứng khử phospho. Cuối cùng, tỷ lệ loại bỏ xỉ của xỉ trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian tốt hơn là không lớn hơn 90% khối lượng.

Theo sáng chế, được ưu tiên là lượng xỉ 16 nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 được điều chỉnh đến mức không nhỏ hơn 4 kg/tấn nhưng không lớn hơn 20 kg/tấn trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 sau khi kết thúc quá trình loại bỏ xỉ trung gian. Khi lượng xỉ nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 là dưới 4 kg/tấn, yêu cầu sử dụng sắt oxit để thúc đẩy quá trình tạo xỉ của vôi trên cơ sở dung môi trong quá trình khử phospho tiếp theo, trong khi vượt quá 20 kg/tấn, có vấn đề là lượng vôi

trên cơ sở dung môi được sử dụng tăng lên hoặc quá trình khử phospho bị ngăn chặn.

Fig.8 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa lượng xỉ 16 nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 sau quá trình loại bỏ xỉ trung gian và hàm lượng phospho trong sắt nóng chảy sau quá trình khử phospho. Như được thấy trên Fig.8, khi lượng xỉ 16 nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 là nhỏ, sẽ trở nên bất tiện trong quá trình hòa tan chất phụ trợ trong quá trình khử phospho. Mặt khác, khi lượng xỉ còn lại 16 là lớn, lượng chất phụ trợ được sử dụng trong quá trình khử phospho tăng lên và đồng thời hàm lượng phospho trong sắt nóng chảy có xu hướng được tăng cường sau quá trình khử phospho.

Nhằm thúc đẩy quá trình tạo xỉ của vôi trên cơ sở dung môi mà không cần sử dụng canxi florua hoặc sắt oxit trong quá trình khử phospho, là hữu hiệu khi để lại một lượng xỉ thích hợp trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 để tận dụng silic đioxit hoặc sắt oxit trong xỉ nóng chảy còn lại để thúc đẩy quá trình tạo xỉ. Cuối cùng, xỉ được xả ra từ thùng tinh luyện của lò thổi 1 trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian bằng cách điều chỉnh góc nghiêng của lò thổi sao cho lượng xỉ 4~20 kg/tấn nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1.

Như vậy, có khả năng thúc đẩy một cách hữu hiệu phản ứng khử phospho mà không cần sử dụng sắt oxit trong quá trình khử phospho và nhiệt phản ứng được quá trình hấp thu nhiệt trong quá trình khử sắt oxit có thể được sử dụng gián tiếp như là nguồn nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội trong quá trình khử silic.

Nhằm làm tăng đặc tính loại bỏ xỉ của xỉ trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian, sẽ là hữu hiệu khi tiến hành quá trình tạo bọt của xỉ trong thùng tinh luyện của lò thổi 1. Cuối cùng, yêu cầu làm tăng lượng khí CO phát sinh bởi phản ứng của cacbon nằm trong sắt nóng chảy 4 với oxy.

Khi xỉ 16 được xả ra bằng cách điều chỉnh góc nghiêng của thùng tinh luyện của lò thổi 1 nhằm ngăn chặn dòng sắt nóng chảy 4, chắc chắn một lượng cụ thể xỉ 16 còn lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1, mà vì tỷ lệ thực tế của xỉ tạo bọt 16 là khoảng 1/10 và trọng lượng riêng rời được xem là bị hạ thấp so với trọng lượng riêng thực tế, lượng xỉ 16 nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 có thể được điều chỉnh đến mức thấp. Ở đây, khi mật độ riêng của xỉ không tạo bọt là trọng lượng riêng thực tế và trọng lượng riêng của xỉ ở dạng bọt là trọng lượng riêng rời, tỷ

lệ thực tế được xác định theo tương quan (trọng lượng riêng rỗng/trọng lượng riêng thực tế).

Fig.9 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa lượng oxy khác với lượng oxy cần thiết để oxy hóa silic nằm trong sắt nóng chảy 4 và tỷ lệ loại bỏ xỉ của xỉ. Hơn nữa, "lượng oxy khác với lượng khử silic" trong quá trình khử silic được biểu thị trên trục hoành trên Fig.9 chỉ lượng oxy khác với oxy được sử dụng trong quá trình oxy hóa Si trong sắt nóng chảy, SiC dạng viên là vật liệu làm tăng sự đốt nóng và silic không oxy hóa. Như được thể hiện trên Fig.9, khi oxy khác với oxy cần thiết để oxy hóa silic trong sắt nóng chảy trong quá trình khử silic được cấp vào sắt nóng chảy 4, tỷ lệ loại bỏ xỉ biến đổi phụ thuộc vào lượng oxy. Nhằm đảm bảo tỷ lệ loại bỏ xỉ đích, được ưu tiên là lượng oxy được cấp vào sắt nóng chảy 4 khác với oxy cần thiết để oxy hóa silic trong sắt nóng chảy trong quá trình khử silic là không nhỏ hơn $2 \text{ Nm}^3/\text{tấn}$, cần thiết hơn là không nhỏ hơn $4 \text{ Nm}^3/\text{tấn}$ khi sự tiêu thụ theo đơn vị trên tổng khối lượng sắt nóng chảy 4 và nguồn sắt nguội 14 được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1. Hơn nữa, giới hạn trên của lượng oxy này là cần thiết ở mức khoảng $10 \text{ Nm}^3/\text{tấn}$ theo quan điểm ngăn chặn quá trình khử cacbon quá mức, làm giảm bớt sự giảm hàm lượng cacbon trong sắt nóng chảy như là nguồn nhiệt cho quá trình khử cacbon tiếp theo.

Vì tỷ lệ loại bỏ xỉ được xem là bị suy giảm khi quá trình tạo bọt của xỉ được lắng xuống, thời gian từ khi kết thúc quá trình khử silic đến khi loại bỏ xỉ được ưu tiên là nằm trong khoảng 4 phút như được thể hiện trên Fig.10.

Sau quá trình loại bỏ xỉ trung gian, CaO trên cơ sở dung môi 10 và nguồn oxy được cấp vào sắt nóng chảy 4 nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi để tiến hành quá trình khử phospho của sắt nóng chảy 4 như được thể hiện trên Fig.2(d). Vì nguồn oxy được sử dụng trong quá trình khử phospho, được ưu tiên là sử dụng khí oxy từ ngọn lửa đèn xi thổi từ phía trên 2. Vì sáng chế là để hòa tan một lượng lớn nguồn sắt nguội 14, không được ưu tiên sử dụng sắt oxit hấp thu nhiệt khi tăng nhiệt độ và quá trình phân hủy như là nguồn oxy. Khi độ kiềm của xỉ 16 được tạo ra trong quá trình khử silic là không nhỏ hơn 1,5, phản ứng khử phospho tiến triển. Trong trường hợp này, không đòi hỏi phải bổ sung mới CaO trên cơ sở dung môi 10 ở bước khử phospho.

Phospho trong sắt nóng chảy được oxy hóa với oxy trong nguồn oxy để tạo thành phospho oxit (P_2O_5). Phospho oxit được kết hợp vào trong xỉ, được tạo ra nhờ quá trình tạo xỉ của CaO trên cơ sở dung môi 10 và có chức năng như là thiết bị tinh luyện quá trình khử phospho, như một hỗn hợp ổn định $3CaO \cdot P_2O_5$ thúc đẩy phản ứng khử phospho của sắt nóng chảy 4.

Khi phản ứng khử phospho được thúc đẩy làm giảm hàm lượng phospho trong sắt nóng chảy đến một trị số cụ thể, như được thể hiện trên Fig.2(e), quá trình khử phospho được kết thúc và thùng tinh luyện của lò thổi 1 được nghiêng về phía được tạo cửa rót mẻ thép 13 để cho ra lò sắt nóng chảy 4 vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 vào thùng chứa sắt nóng chảy (không được thể hiện trên hình vẽ) (bước cho ra lò sắt nóng chảy).

Quá trình tinh luyện sắt nóng chảy theo sáng chế được tiến hành như được nêu trên.

Fig.11 là đồ thị thể hiện phương án cụ thể của quá trình chuyển biến hàm lượng silic, hàm lượng cacbon, hàm lượng phospho và hàm lượng mangan trong sắt nóng chảy trong khoảng thời gian từ bước khử silic đến bước cho ra lò sắt nóng chảy khi áp dụng sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.11, theo sáng chế, nhiệt quá trình đốt cháy silic nằm trong vật liệu chứa silic (nguồn silic) được bổ sung vào sắt nóng chảy trong quá trình khử silic được sử dụng một cách có hiệu quả như là phương pháp sự bù trừ nhiệt đối với quá trình hòa tan nguồn sắt nguội như là các loại sắt phế liệu hoặc dạng tương tự và quá trình khử silic và quá trình khử phospho được thực hiện một cách liên tục đối với sắt nóng chảy qua bước loại bỏ xỉ (quá trình loại bỏ xỉ trung gian) với thùng tinh luyện của lò thổi, sao cho được thực hiện một cách hữu hiệu để hòa tan một lượng lớn nguồn sắt nguội trong khoảng một thời gian ngắn.

Quá trình khử silic cho đến hiện này được tiến hành như là quá trình xử lý sơ bộ không liên tục sắt nóng chảy. Trong trường hợp này, sắt oxit được cấp như là nguồn oxy theo quy trình khử silic thông thường với mục đích tránh các trục trặc trong vận hành do quá trình tạo xỉ trong thùng sắt nóng chảy và đồng thời cấp một lượng lớn oxy trong khoảng một thời gian ngắn. Theo phương pháp thổi sắt oxit chủ yếu là nguồn oxy đối với quá trình khử silic vào sắt nóng chảy ở giai đoạn khử silic ban đầu trong quá trình xử lý sơ bộ sắt nóng chảy như đã được mô tả, chẳng hạn,

trong tài liệu patent 3, sự tăng nhiệt độ của sắt nóng chảy ở giai đoạn khử silic đạt được một cách không đáng kể.

Như vậy, sắt oxit được phân hủy và hấp thu nhiệt trong quá trình khử silic thông thường, sao cho nhiệt của quá trình đốt cháy silic trong sắt nóng chảy không thể được biến đổi một cách hữu hiệu thành nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội. Theo sáng chế, quá trình khử silic được tiến hành trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 và có khả năng trong thể tích thùng chứa để có thể cấp một lượng lớn khí oxy vào sắt nóng chảy 4 trong khoảng một thời gian ngắn mà không cần phải sử dụng sắt oxit và cũng có khả năng sử dụng nhiệt của quá trình đốt cháy silic để hòa tan nguồn sắt nguội 14 mà không cần phải sử dụng như là nhiệt phân hủy đối với sắt oxit. Tiếp theo, theo sáng chế, quá trình khử phospho được tiến hành một cách liên tục sau quá trình khử silic, lượng nhiệt xả ra liên quan với sự di chuyển thùng tinh luyện có thể được sử dụng như là nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội.

Vì xỉ với độ kiềm thấp được tạo ra trong quá trình khử silic được xả ra từ thùng tinh luyện của lò thổi 1 giữa quá trình khử silic và quá trình khử phospho, có khả năng làm giảm lượng CaO trên cơ sở dung môi 10 được sử dụng trong quá trình khử phospho yêu cầu độ kiềm cao ($= 1,5 \sim 3,0$).

Đồng thời, theo sáng chế, xỉ lò thổi và xỉ gàu rót, là các loại xỉ khó đập vụn ra như là vật liệu gạch nền dưới vì độ kiềm cao, có thể được sử dụng như là CaO trên cơ sở dung môi 10 để điều chỉnh độ kiềm của xỉ trong quá trình khử silic. Xỉ lò thổi và xỉ gàu rót được tạo ra như là xỉ có độ kiềm thấp sau quá trình khử silic, vì vậy có khả năng đập vụn xỉ lò thổi và xỉ gàu rót. Việc sử dụng xỉ lò thổi và xỉ gàu rót có thể thúc đẩy quá trình tạo xỉ khá lớn ngay cả trong quá trình khử silic trong một khoảng thời gian ngắn, nhờ đó quá trình làm tăng tỷ lệ loại bỏ xỉ là đạt được.

Hơn nữa, theo sáng chế, khi chất phụ trợ chứa silic cacbua là thành phần chủ yếu được sử dụng như là vật liệu chứa silic (nguồn silic) được nạp vào trong lò thổi trong quá trình khử silic hoặc cụ thể là khi sử dụng SiC dạng viên chứa SiC là thành phần chủ yếu và/hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái chứa SiC là thành phần chủ yếu, một lượng nhiệt lớn hơn có thể được bù trừ một cách không đắt tiền và một cách hữu hiệu. Vật liệu chứa silic được ưu tiên là có hàm lượng silic cacbua không nhỏ hơn 30% khối lượng.

Về vấn đề này, lượng bổ sung SiC dạng viên và SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái được ưu tiên là nằm trong khoảng không lớn hơn giới hạn bổ sung trên của W được tính toán theo biểu thức sau đây (2):

$$W = (F - 600) \times 0,3 \div 22,4 \times 28 \div X_{\text{Si}} \div 10 \dots (2)$$

trong đó W: giới hạn bổ sung trên của SiC dạng viên và/hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái (tấn),

F: tổng lượng oxy được vận chuyển trong quá trình khử silic (Nm^3),

X_{Si} : hàm lượng Si nằm trong SiC trong SiC dạng viên hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái (% khối lượng).

Hơn nữa, giới hạn bổ sung trên của W là tổng các trị số được tính toán đối với SiC dạng viên và SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thái tương ứng.

Fig.12 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa tổng lượng oxy được vận chuyển trong quá trình khử silic, lượng đốt cháy SiC và năng suất SiC. Như được thấy trên Fig.12, giới hạn trên trong lượng SiC được tác động như là nguồn nhiệt phụ thuộc vào tổng lượng oxy được vận chuyển trong quá trình khử silic (lượng oxy được sử dụng trong quá trình khử silic) và có khả năng bù trừ một lượng nhiệt ổn định một cách hữu hiệu hơn nữa nhờ tránh được sự thiếu nhiệt và sự tăng chi phí do xảy ra quá trình là một lượng lớn SiC không tham gia phản ứng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phương án cụ thể 1

Quá trình xử lý sơ bộ sắt nóng chảy được tiến hành bằng cách sử dụng thùng tinh luyện của lò thổi có sức chứa là 250 t với kết cấu như được thể hiện trên Fig.1 mà các quá trình xử lý cụ thể như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.2(a) đến Fig.2(e), trong đó trạng thái các quá trình xử lý được nghiên cứu. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1.

Theo phương án cụ thể 1, quá trình thổi từ phía trên được tiến hành bằng cách thổi khí oxy 3 vào sắt nóng chảy 4 với ngọn lửa đèn xi thổi từ phía trên 2, trong khi việc thổi từ phía dưới lên được tiến hành bằng cách thổi khí nitơ vào sắt nóng chảy với năm ống gió thổi từ phía dưới 5 được bố trí trên đáy của thùng tinh luyện của lò

thời 1. Trong quá trình tinh luyện sắt nóng chảy 4, nguồn sắt nguội 14 trước hết được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thời 1 và tiếp theo, sắt nóng chảy 4 được nạp vào và tiếp theo, nguồn silic và CaO trên cơ sở dung môi được nạp vào để bắt đầu quá trình khử silic.

Vì nguồn silic là nguồn nhiệt trong quá trình khử silic được sử dụng SiC các dạng viên chứa 52,5% khối lượng Si như là SiC và cả vật liệu chứa cacbon được sử dụng cùng với SiC các dạng viên trong một phần của quá trình vận hành (Phương án cụ thể theo sáng chế 2). Sau quá trình khử silic, quá trình vận hành loại bỏ xỉ được tiến hành một cách nhanh chóng và tiếp theo, là quá trình khử phospho được tiến hành. Thời gian từ khi bắt đầu quá trình khử silic đến quá trình khử phospho kết thúc là quá trình cho nước thép ra lò kéo dài khoảng 30 phút giống như trên Fig.11. Vì nguồn sắt nguội được sử dụng là sắt phế liệu được định nghĩa theo "Các tiêu chuẩn đồng đều của các phế liệu kim loại đen" của Hiệp hội nguyên liệu kim loại đen Nhật Bản.

Bảng 1

	Danh mục	Phương án cụ thể theo sáng chế				Phương án đối chứng	
		1	2	3	4	1	2
Quá trình nạp	Lượng sắt nóng chảy (t)	212,5	212,5	212,5	212,5	212,5	230,0
	Nhiệt độ sắt nóng chảy (°C)	1270	1221	1240	1238	1245	1250
	C trong sắt nóng chảy (% khối lượng)	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
	Si trong sắt nóng chảy (% khối lượng)	0,29	0,24	0,24	0,24	0,35	0,73
	P trong sắt nóng chảy (% khối lượng)	0,123	0,125	0,127	0,122	0,123	0,124
	Lượng sắt phế liệu được nạp vào (t)	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	20,0
	Trị số Y	238	228	231	231	235	267
Quá trình khử silic	Lượng SiC các dạng viên được nạp vào (t)	1,3	1,8	1,6	1,3	1,8	0
	Lượng silic không ở dạng oxit (kg/tấn)	4,6	5,1	4,7	4,2	6,0	6,7
	Lượng vật liệu chứa cacbon được nạp vào (t)	-	1,6	-	-	-	-
	Lượng vôi sống được nạp vào (kg/tấn)	8,4	8,2	6,0	4,8	10,9	12,1

	Lượng xỉ lò thổi được nạp vào (kg/tấn)	-	12	8	-	-	-
	Lượng oxy đối với các quá trình khác với quá trình khử silic (Nm ³ /tấn)	5,3	11,7	6,4	6,8	7,7	6,9
	Nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình xử lý (°C)	1327	1320	1295	1280	1302	<u>1396</u>
Quá trình loại bỏ xỉ trung gian	Độ kiềm của xỉ	0,80	1,00	0,80	0,50	0,80	0,80
	Thời gian chờ đợi trước khi loại bỏ xỉ (phút)	1	1	2	1	<u>không loại bỏ xỉ</u>	1
	Xỉ trong lò thổi sau khi loại bỏ xỉ (kg/tấn)	8	11	14	14	<u>34</u>	8
	Tỷ lệ loại bỏ xỉ (%)	70	70	50	30	<u>0</u>	78
Quá trình khử phospho	Lượng vôi sống được nạp vào (kg/tấn)	2,4	3,0	4,0	6,0	8,0	3,0
	Lượng oxy được vận chuyển (Nm ³)	4000	5700	4300	4300	4750	4500
	Lượng quặng sắt (kg/tấn)	0	0	0	0	0	<u>20</u>
	Phế liệu không được nung chảy	không	không	ít	có	không	không
	Thổi xỉ ra	không	không	không	không	không	không
	Lượng thổi từ phía dưới lên (Nm ³ /giờ)	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	Nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình xử lý (°C)	1365	1356	1352	1354	1375	1387
Sau các quá trình xử lý	C trong sắt nóng chảy (% khối lượng)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9
	Si trong sắt nóng chảy (% khối lượng)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	P trong sắt nóng chảy (% khối lượng)	0,029	0,027	0,028	0,029	0,027	0,032
	Tổng lượng vôi sống (kg/tấn)	10,8	11,2	10,0	10,8	<u>18,9</u>	15,1

Lượng oxy được vận chuyển theo mục khử phospho trên Bảng 1 thể hiện tổng lượng trong quá trình khử silic và quá trình khử phospho. Theo các Phương án cụ thể theo sáng chế 1~4, SiC chỉ các dạng viên hoặc SiC các dạng viên và vật liệu chứa cacbon được nạp vào trước quá trình khử silic và quá trình loại bỏ xỉ được tiến hành ngay sau quá trình khử silic và tiếp theo, là quá trình khử phospho được tiến hành.

Phương án cụ thể theo sáng chế 1 là trường hợp mà nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian là 1327°C và Phương án cụ thể theo sáng chế 2 là trường hợp mà nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian là 1320°C. Trong cả hai Phương án cụ thể này, tỷ lệ loại bỏ xỉ là đạt được mức khoảng

70% và cũng như tất cả các loại sắt phế liệu được nung chảy.

Các Phương án cụ thể theo sáng chế 3 và 4 là trường hợp mà nhiệt độ sắt nóng chảy (nhiệt độ xỉ) tương ứng là 1295°C và 1280°C . Nhiệt độ sắt nóng chảy là thấp hơn nhiệt độ của các Phương án cụ thể theo sáng chế 1 và 2 và vì nhiệt độ bị hạ thấp, tỷ lệ loại bỏ xỉ bị suy giảm. Rõ ràng là ngay cả khi độ kiềm của xỉ bằng 0,5 như theo Phương án cụ thể theo sáng chế 4, nếu nhiệt độ sắt nóng chảy là không nhỏ hơn 1280°C , tỷ lệ loại bỏ xỉ là khoảng 30% có thể được đảm bảo.

Theo phương án đối chứng 1, nguồn silic được bổ sung giống như các Phương án cụ thể theo sáng chế 1~4 và tiếp theo, là quá trình khử phospho được tiến hành mà không cần thực hiện quá trình loại bỏ xỉ trung gian. Có thể thấy rằng, Phương án đối chứng 1 có xu hướng làm tăng lượng vôi sống được sử dụng khác với các Phương án cụ thể theo sáng chế 1~4 có tiến hành quá trình loại bỏ xỉ trung gian.

Phương án đối chứng 2 là trường hợp mà nhiệt độ sắt nóng chảy sau kết thúc quá trình khử silic được thực hiện đến nhiệt độ là khoảng 1396°C bằng cách điều chỉnh các lượng phế liệu được sử dụng. Theo Phương án đối chứng 2, rõ ràng là một lượng lớn quặng sắt (20 kg/tấn) sẽ phải được sử dụng để điều chỉnh nhiệt độ trong quá trình khử phospho.

Từ các kết quả nêu trên, người ta đã xác nhận rằng, theo phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy theo sáng chế, nhiệt quá trình đốt cháy silic có thể được sử dụng một cách hữu hiệu để hòa tan các phế liệu trong khi làm giảm chi phí quá trình tinh luyện.

Phương án cụ thể 2

Quá trình xử lý sơ bộ sắt nóng chảy theo sáng chế được tiến hành sử dụng thùng tinh luyện của lò thổi giống như phương án cụ thể 1. Khí oxy được thổi vào sắt nóng chảy qua ngọn lửa đèn xi thổi từ phía trên 2, trong khi khí nitơ để khuấy được thổi vào sắt nóng chảy qua bảy ống gió thổi ở đáy 5 được bố trí trên đáy của lò thổi, nhờ đó quá trình xử lý sơ bộ được tiến hành. Trong tất cả các quá trình vận hành, nguồn sắt nguội trước hết được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi 1 và tiếp theo, sắt nóng chảy được nạp vào và tiếp theo, là nguồn silic và CaO trên cơ sở dung môi được nạp vào để bắt đầu quá trình khử silic. Vì nguồn silic là nguồn nhiệt trong

quá trình khử silic được sử dụng SiC các dạng viên chứa 52,5% khối lượng Si là SiC và vật liệu chứa cacbon được sử dụng cùng với SiC các dạng viên trong một phần các quá trình vận hành. Sau quá trình khử silic, quá trình loại bỏ xỉ được tiến hành ngay và tiếp theo, quá trình khử phospho được tiến hành. Thời gian từ khi bắt đầu quá trình khử silic đến quá trình khử phospho để kết thúc bằng quá trình cho nước thép ra lò là khoảng 30 phút giống như Fig.11. Vì nguồn sắt nguội được sử dụng là sắt phế liệu được định nghĩa theo "Các tiêu chuẩn đồng đều của phế liệu kim loại đen" của Hiệp hội nguyên liệu kim loại đen Nhật Bản.

Trên Bảng 2 được thể hiện các điều kiện vận hành và các kết quả vận hành của các Phương án cụ thể theo sáng chế áp dụng sáng chế và các Phương án đối chứng để so sánh. Trong các quá trình vận hành bất kỳ, sắt oxit không được sử dụng trong quá trình khử silic, mà độ kiềm của xỉ được xả ra từ thùng tinh luyện của lò thổi đạt đến trị số đích ở bước loại bỏ xỉ sau quá trình khử silic và xỉ được tạo ra một cách thích ứng.

Bảng 2

	Các danh mục			Phương án cụ thể theo sáng chế						Phương án đối chứng 3
				5	6	7	8	9	10	
Nguồn sắt	Sắt nóng chảy	Lượng được nạp vào (t)		212,5	212,5	212,5	212,5	212,5	212,5	212,5
		Nhiệt độ (°C)		1270	1221	1240	1238	1255	1223	1225
		Thành phần (% khối lượng)	C	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
			Si	0,29	0,24	0,24	0,24	0,26	0,27	0,26
	P		0,123	0,125	0,127	0,122	0,120	0,125	0,130	
	Lượng sắt phế liệu được nạp vào (t)			37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
Quá trình khử silic	Lượng SiC các dạng viên được nạp vào (t)			1,3	1,8	1,4	1,3	1,4	2,3	1,4
	Lượng đốt cháy SiC (t)			1,1	1,8	1,2	1,2	1,3	1,7	1,3
	Năng suất SiC (%)			85	100	86	92	93	74	93
	Lượng vật liệu chứa cacbon được nạp vào (t)			-	1,6	-	-	-	-	-
	W (t)			1,36	2,14	1,29	1,36	1,43	2,14	1,36
	Lượng vôi sống được nạp vào (kg/tấn)			10,6	8,6	8,6	4,8	13,8	9,2	6,8
	Lượng xỉ lò thổi được nạp vào (kg/tấn)			-	12,0	12,0	-	12,0	12,0	12,0
	Tổng lượng oxy được vận chuyển (Nm³)			2500	3600	2400	2500	2600	3600	2500

	Nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình xử lý (°C)	1327	1320	1295	1280	1330	1310	<u>1275</u>
Quá trình loại bỏ xỉ trung gian	Độ kiềm của xỉ	1,1	1,0	1,0	0,5	1,5	1,2	1,0
	Thời gian chờ đợi trước khi loại bỏ xỉ (phút)	1	1	2	1	2	1	1
	Tỷ lệ loại bỏ xỉ (% khối lượng)	70	70	50	30	30	40	<u>20</u>
Quá trình khử phospho	Lượng vôi sống được nạp vào (kg/tấn)	2,4	3,0	4,0	8,0	0	5,0	4,0
	Tổng lượng oxy được vận chuyển (Nm ³)	4000	5700	4300	4300	4100	4400	4000
	Sắt phế liệu not được nung chảy	không	không	ít	có	không	không	có
	Quá trình thổi xỉ ra	không	không	không	không	không	không	có
	Việc thổi từ phía dưới lên lượng (Nm ³ /giờ)	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	Nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình xử lý (°C)	1365	1356	1352	1354	1370	1350	1374
Sau tapping	Thành phần của sắt nóng chảy (% khối lượng)	C	3,0	3,0	3,0	3,0	2,8	3,0
		Si	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
		P	0,029	0,027	0,028	0,029	0,028	0,031

Theo các Phương án cụ thể theo sáng chế 5 và 6, nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là không thấp hơn 1320°C hoặc nhiệt độ xỉ trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian là không thấp hơn 1320°C và độ kiềm của xỉ là 1,0~1,1 và độ nhớt của xỉ là thấp, sao cho tỷ lệ loại bỏ xỉ đạt đến 70% khối lượng. Đồng thời, sắt phế liệu được nung chảy hoàn toàn theo các Phương án cụ thể theo sáng chế 5, 6, 9 và 10.

Theo các Phương án cụ thể theo sáng chế 7 và 8, tỷ lệ loại bỏ xỉ bị suy giảm với sự hạ thấp nhiệt độ xỉ trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian. Tuy nhiên, ngay cả khi độ kiềm là 0,5 như theo Phương án cụ thể theo sáng chế 8, nếu không nhỏ hơn 1280°C được đảm bảo vì nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic, tỷ lệ loại bỏ xỉ là 30% khối lượng có thể được đảm bảo. Đồng thời, người ta đã xác nhận rằng, quá trình thổi xỉ ra không xảy ra ở cửa xả của lò thổi mặc dù lượng xỉ SiO₂ trong lò thổi trong quá trình khử phospho đạt đến 2,5 kg/tấn là tối đa trong quá trình khử phospho tiếp theo.

Tuy nhiên, sắt phế liệu không được nung chảy một phần theo các Phương án cụ thể theo sáng chế 7 và 8 vì sự chuyển biến của nhiệt độ sắt nóng chảy là thấp qua

quá trình khử silic và quá trình khử phospho. Tức là, khi nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là không nhỏ hơn 1280°C , tỷ lệ loại bỏ xỉ không nhỏ hơn 30% khối lượng có thể được đảm bảo, mà khi nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là thấp hơn 1320°C , có thể thấy rằng, có khả năng không hòa tan sắt phế liệu là cao.

Theo Phương án cụ thể theo sáng chế 9, mặc dù nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là cao đến 1330°C , độ kiềm của xỉ là cao đến 1,5 và độ nhớt của xỉ là cao, sao cho quá trình loại bỏ xỉ là khó mà tỷ lệ loại bỏ xỉ 30% khối lượng có thể được đảm bảo.

Theo Phương án cụ thể theo sáng chế 10, mặc dù SiC các dạng viên được bổ sung với một lượng lớn hơn so với giới hạn bổ sung trên (W) của SiC dạng viên và/hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thỏi được tính toán theo biểu thức (2) so với tổng lượng oxy được vận chuyển trong quá trình khử silic, phần bổ sung quá mức không tác động như là nguồn nhiệt, sao cho nhiệt độ kết thúc quá trình khử silic trở thành một mức thấp nào đó hoặc khó điều chỉnh nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian và đồng thời sự tăng chi phí một cách lãng phí sẽ xảy ra.

Theo Phương án đối chứng 3, độ kiềm của xỉ bằng 1,0, trong khi nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic là thấp hơn 1280°C và tỷ lệ loại bỏ xỉ nằm ở mức 20% khối lượng. Đồng thời, theo Phương án đối chứng 3, lượng xỉ mang theo đến quá trình khử phospho sẽ lớn và quá trình thổi xỉ ra xảy ra ở cửa xả của lò thổi trong quá trình khử phospho. Từ thực tế này, người ta xác nhận rằng, kết quả thực tế đảm bảo nhiệt độ là 1280°C là nhiệt độ sắt nóng chảy khi kết thúc quá trình khử silic.

Trên Bảng 2, lượng đốt cháy SiC chỉ ra sự chênh lệch giữa SiC dạng viên lượng được bổ sung vào lò thổi trong quá trình khử silic và SiC dạng viên lượng nằm lại trong xỉ sau quá trình khử silic như là không tham gia phản ứng và năng suất SiC chỉ ra tỷ lệ lượng đốt cháy SiC với SiC dạng viên lượng được bổ sung vào lò thổi.

Trên Bảng 3 thể hiện sự so sánh giữa thành phần hóa học của xỉ lò thổi được sử dụng trong quá trình khử silic củ phương án cụ thể theo sáng chế 6 và thành phần hóa học của xỉ được lấy ra trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian củ phương án cụ thể

theo sáng chế 6. Như được thấy trên Bảng 3, xỉ lò thổi có độ kiềm khoảng 4 có thể được cải biến đến xỉ độ kiềm thấp có độ kiềm là 1,0 bằng cách sử dụng xỉ lò thổi làm vật liệu điều chỉnh độ kiềm của xỉ trong quá trình khử silic. Theo sáng chế, người ta đã xác nhận rằng, xỉ lò thổi có độ kiềm cao là khó trong sử dụng vật liệu có thể được cải biến đến xỉ có độ kiềm thấp là dễ dàng trong việc sử dụng vật liệu.

Bảng 3

	Thành phần hóa học của xỉ (% khối lượng)					
	T.Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	MnO
Xỉ lò thổi	25,8	10,1	40,5	1,9	7,1	4,3
Thành phần sau khi được khử xỉ	17,0	33,2	33,4	2,0	1,5	3,0

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế có thể đề xuất phương pháp tinh luyện có khả năng tinh luyện một cách hữu hiệu sắt nóng chảy trong khi vẫn duy trì tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội như là các loại sắt phế liệu hoặc dạng tương tự ở mức độ cao.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy, phương pháp này bao gồm các bước:

nạp sắt nóng chảy và nguồn sắt nguội vào thùng tinh luyện của lò thổi;

cấp hoặc nạp nguyên liệu bổ sung chứa CaO là thành phần chủ yếu vào thùng tinh luyện của lò thổi;

cung cấp nguồn oxy thứ nhất và vật liệu chứa silic thứ nhất hoặc kết hợp vật liệu chứa silic và vật liệu chứa cacbon vào thùng tinh luyện của lò thổi làm nguồn nhiệt để hòa tan nguồn sắt nguội và thực hiện quá trình khử silic của sắt nóng chảy;

loại bỏ ít nhất một phần xỉ được tạo ra nhờ quá trình khử silic như là quá trình loại bỏ xỉ trung gian; và

tiếp theo, cấp tác nhân tạo xỉ và nguồn oxy thứ hai cho sắt nóng chảy trong thùng tinh luyện của lò thổi để tiến hành quá trình khử phospho, trong đó:

quá trình khử silic được thực hiện dưới điều kiện sao cho độ kiềm của xỉ sau khi khử silic ở phạm vi nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5, trong đó độ kiềm: % khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂,

nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi kết thúc quá trình khử silic là nằm trong khoảng từ 1280°C đến 1350°C, và

không nhỏ hơn 30% khối lượng của xỉ được tạo ra trong quá trình khử silic được loại bỏ từ thùng tinh luyện của lò thổi trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lượng bổ sung ít nhất là một chất phụ trợ chứa CaO là thành phần chủ yếu và vật liệu chứa silic thứ nhất được điều chỉnh để có độ kiềm của xỉ sau quá trình khử silic là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,0.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lượng nguồn oxy cấp thứ hai được cấp được điều chỉnh nhiệt độ sắt nóng chảy sau quá trình khử silic đến nhiệt độ là không thấp hơn 1320°C.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sắt nóng chảy được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi bao gồm vật liệu chứa silic thứ hai, và

tổng lượng silic không ở dạng oxit trong vật liệu chứa silic thứ nhất và thứ hai nằm trong khoảng từ 4 đến 10kg/tấn trên tổng khối lượng sắt nóng chảy và nguồn sắt nguội được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trị số Y nằm trong khoảng từ 220 đến 260, trong đó Y được tính toán theo biểu thức (1):

$$Y = (3 + 34,5[\% \text{ Si}] + 0,21 T_i) \cdot (1000 - X_s)/1000 \quad (1)$$

trong đó [% Si]: hàm lượng silic trong sắt nóng chảy được nạp vào (% khối lượng)

T_i : nhiệt độ của sắt nóng chảy được nạp vào ($^{\circ}\text{C}$), và

X_s : mức tiêu thụ theo đơn vị nguồn sắt nguội (kg/tấn) trên tổng tổng khối lượng nguồn sắt nguội và sắt nóng chảy trong thùng tinh luyện của lò thổi.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tỷ lệ loại bỏ xỉ của xỉ được loại bỏ từ thùng tinh luyện của lò thổi trong quá trình loại bỏ xỉ trung gian nằm trong khoảng từ 60 đến 90% khối lượng xỉ được tạo ra trong quá trình khử silic.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lượng xỉ nằm lại trong thùng tinh luyện của lò thổi sau quá trình loại bỏ xỉ trung gian nằm trong khoảng từ 4 kg/tấn đến 20 kg/tấn.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lượng oxy được cấp cho sắt nóng chảy khác với oxy được tiêu thụ đối với quá trình oxy hóa silic trong quá trình khử silic là không nhỏ hơn $2 \text{ Nm}^3/\text{tấn}$ như là sự tiêu thụ theo đơn vị trên tổng khối lượng sắt nóng chảy và nguồn sắt nguội được nạp vào trong thùng tinh luyện của lò thổi.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nguồn sắt nguội ít nhất là nguồn được lựa chọn từ sắt phế liệu hoặc sắt khử và sắt nguội trực tiếp.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thời gian từ khi kết thúc quá trình khử silic đến khi loại bỏ xỉ được khử silic là không lớn hơn 4 phút.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất phụ trợ chứa CaO là thành phần chủ yếu được cấp trong quá trình khử silic ít nhất là một thành phần được lựa chọn từ xỉ lò thổi và xỉ gàu rót.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật liệu chứa silic thứ nhất bao gồm chủ yếu là silic cacbua.

là silic cacbua.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó chất chứa silic thứ nhất bao gồm chủ yếu là silic cacbua là ít nhất một chất SiC dạng viên và SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thải chứa silic cacbua là thành phần chủ yếu.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xác định lượng W bổ sung của ít nhất một trong số SiC dạng viên và/hoặc SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thải, trong đó giới hạn bổ sung trên của W được tính toán theo biểu thức (2):

$$W = (F - 600) \times 0,3 \div 22,4 \times 28 \div X_{\text{Si}} \div 10 \quad (2)$$

trong đó W: giới hạn trên của lượng bổ sung của ít nhất một trong số SiC dạng viên và SiC trên cơ sở vật liệu thải (tấn),

F: tổng lượng oxy được vận chuyển trong quá trình khử silic (Nm^3), và

X_{Si} : hàm lượng Si (% khối lượng) được chứa là SiC trong ít nhất một trong số SiC dạng viên và SiC trên cơ sở vật liệu chịu lửa dạng thải.

Fig. 1

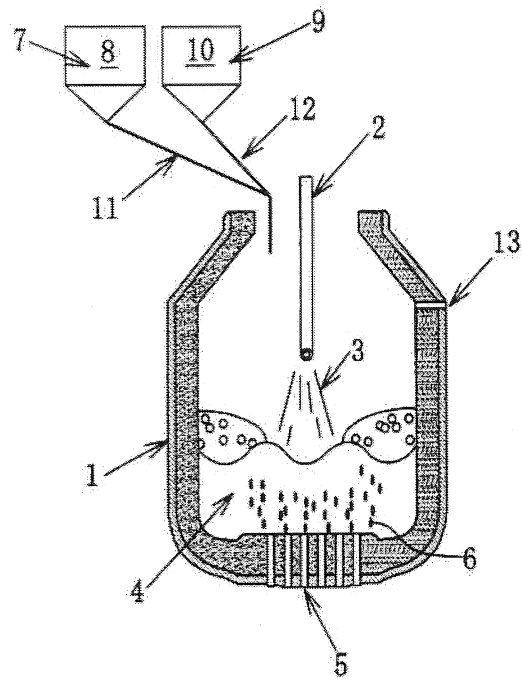


Fig. 2

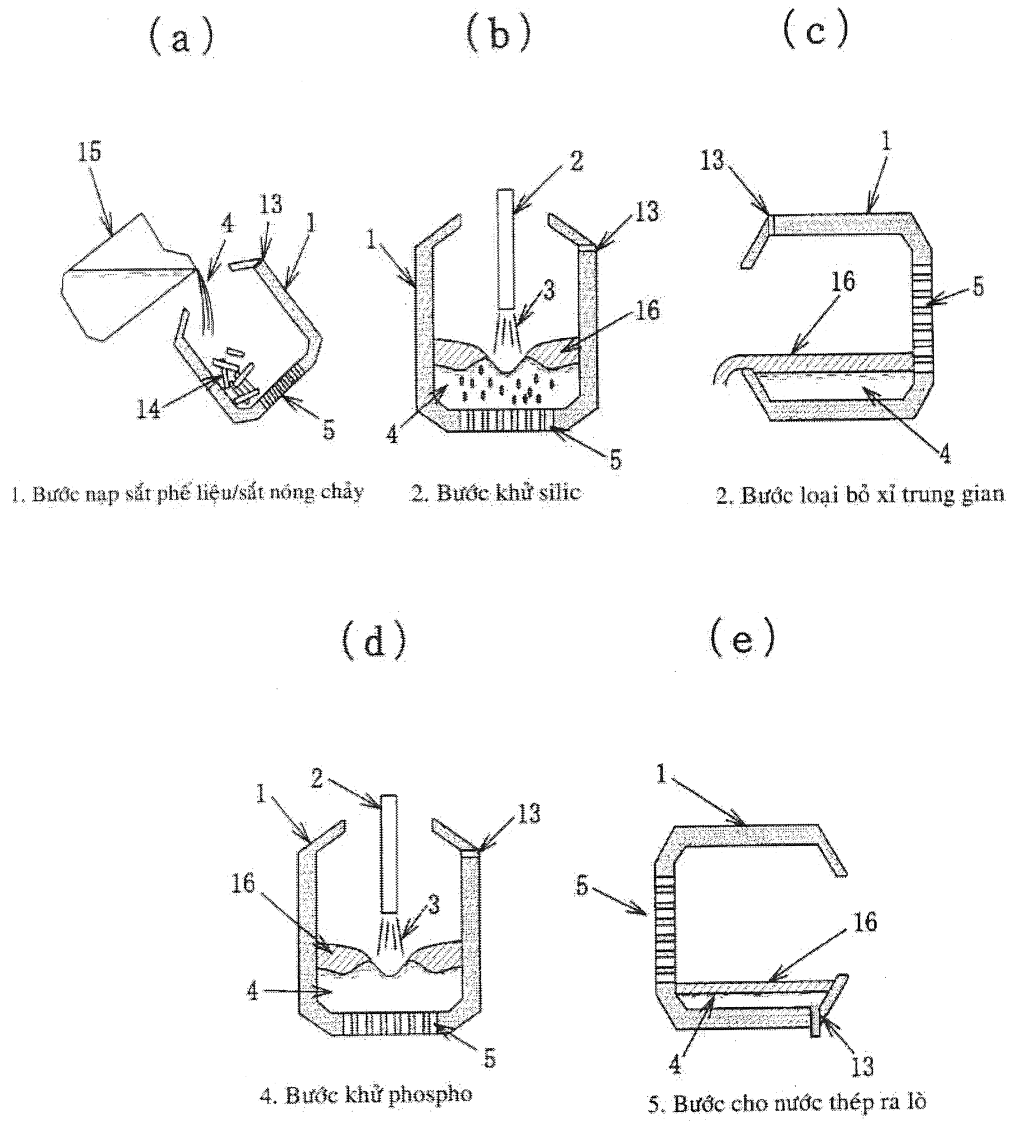


Fig. 3

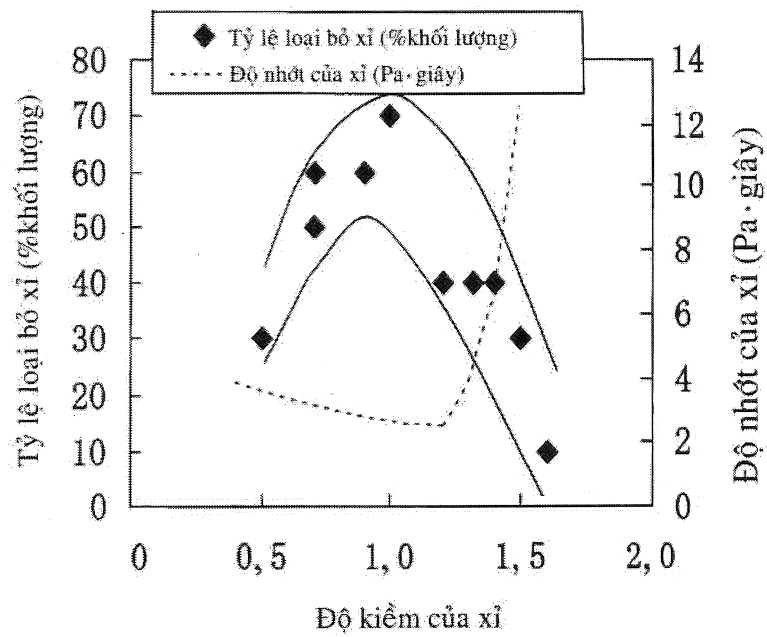


Fig. 4

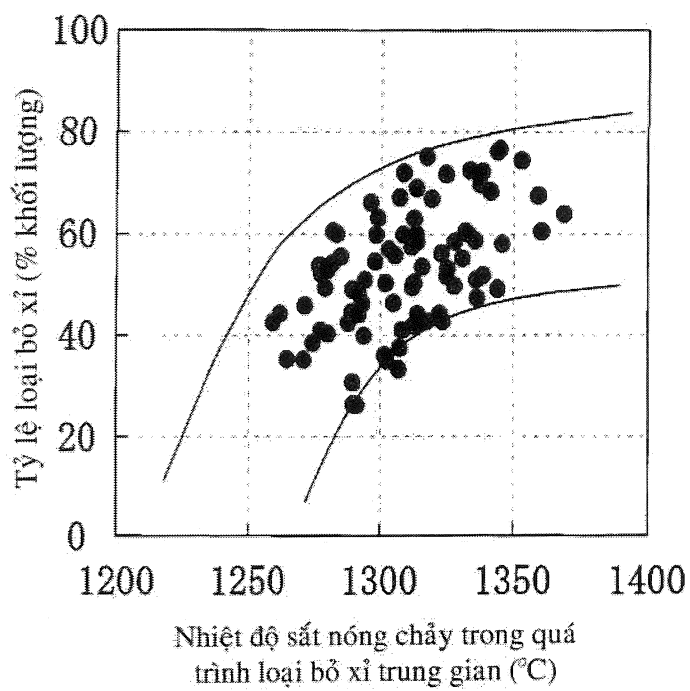


Fig. 5

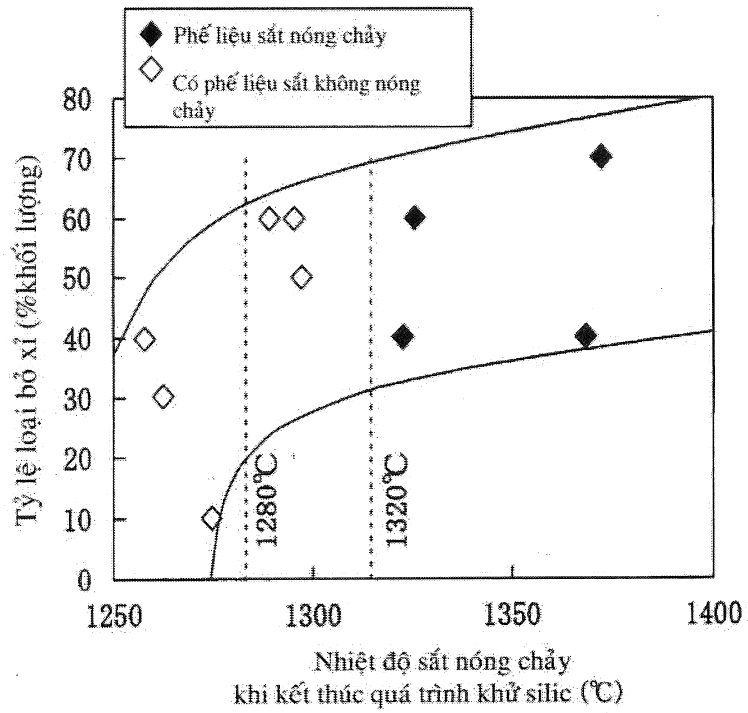


Fig. 6

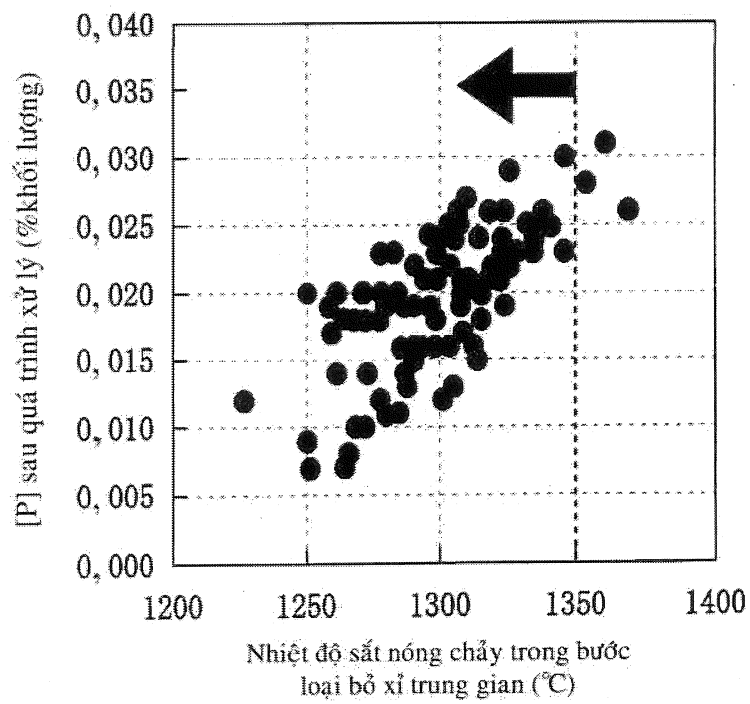


Fig. 7

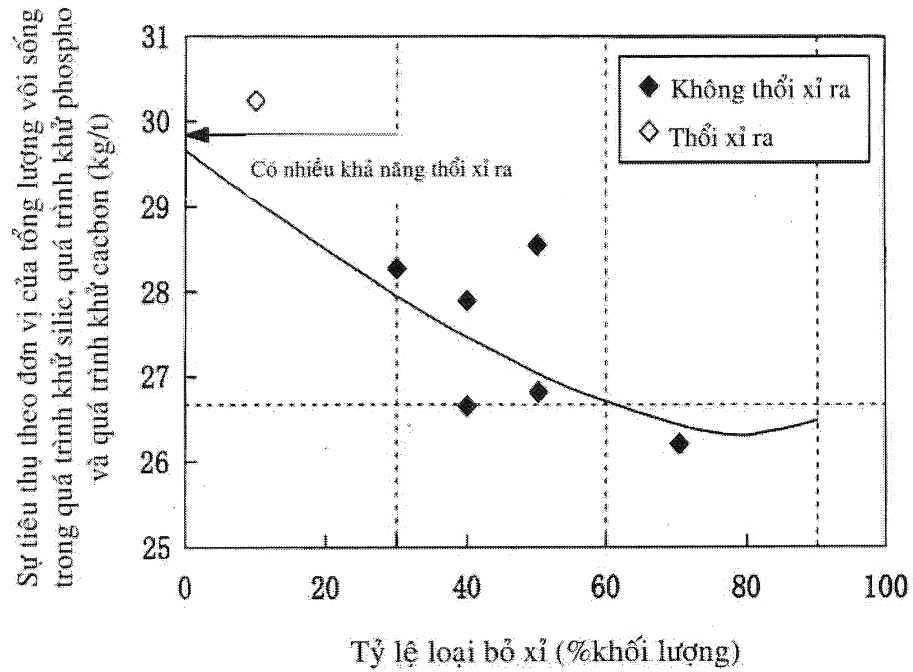


Fig. 8

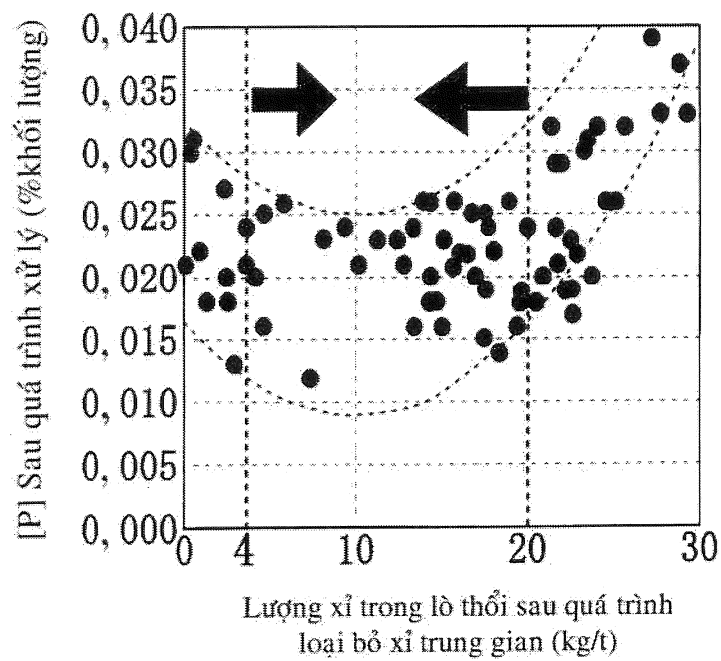


Fig. 9

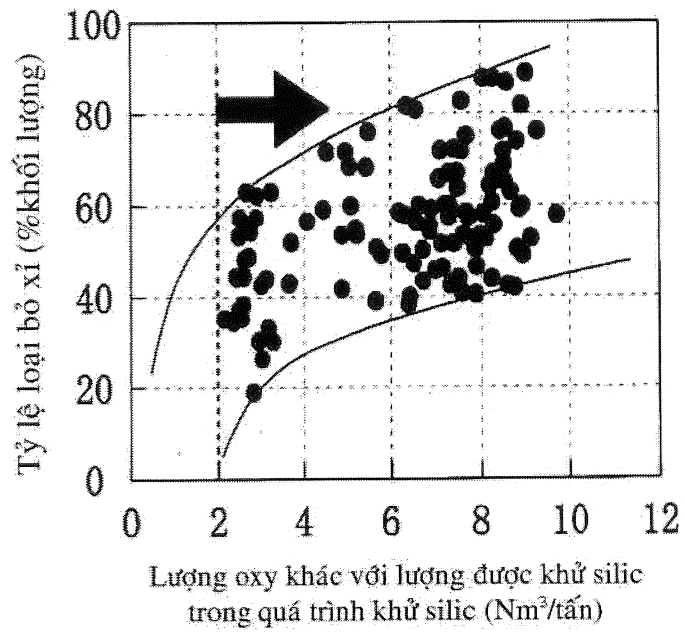


Fig. 10

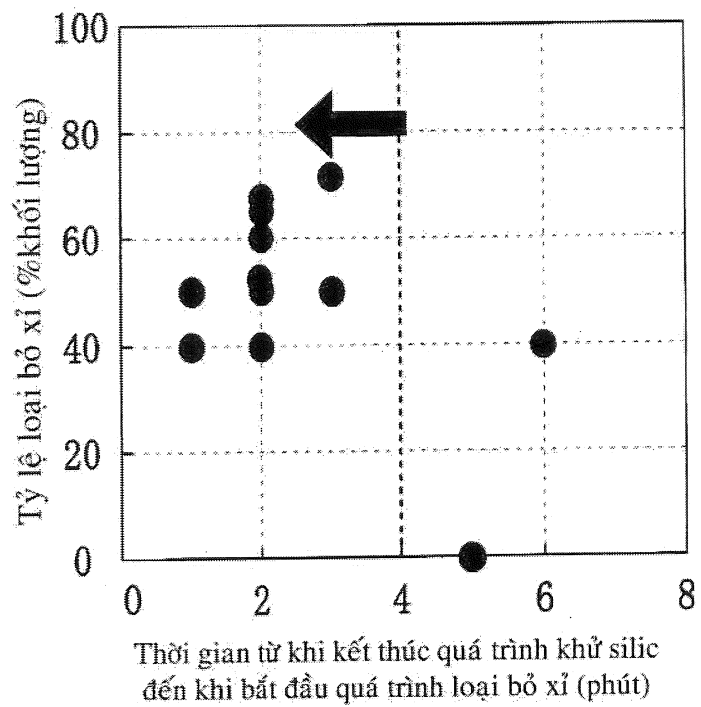


Fig. 11

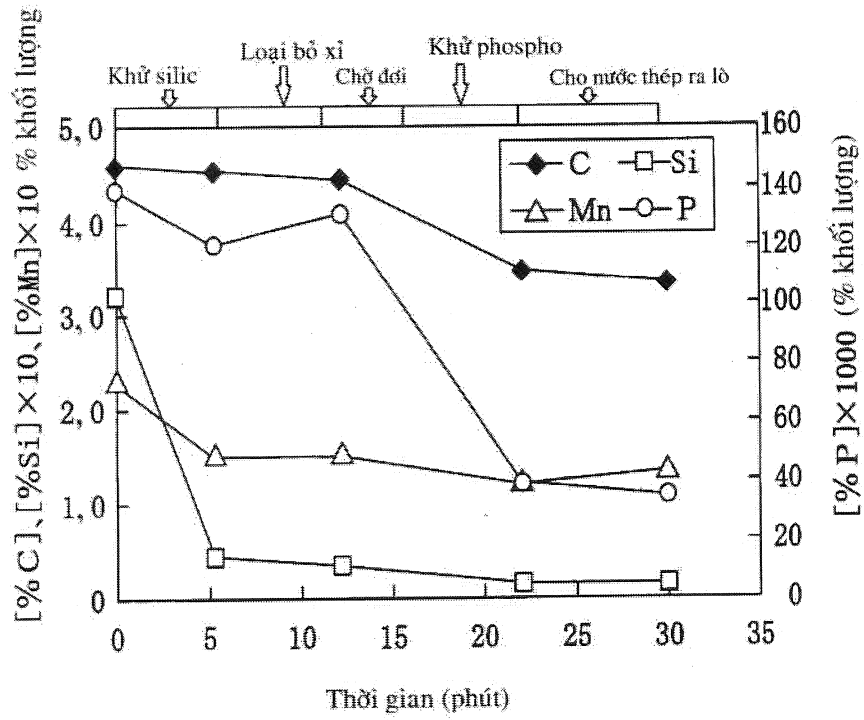


Fig. 12

