



(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)



1-0053883

(51)^{2022.01} C21C 7/00; C21C 7/10

(13) B

(21) 1-2023-09142

(22) 12/05/2022

(86) PCT/JP2022/020007 12/05/2022

(87) WO 2022/259805 15/12/2022

(30) 2021-098118 11/06/2021 JP

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/03/2024 432

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) NEGISHI Hidemitsu (JP); YAMADA Rei (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP KHỬ NITƠ CỦA THÉP NÓNG CHẢY VÀ PHƯƠNG PHÁP
SẢN XUẤT THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mà có thể đạt được phạm vi nồng độ nitơ cực thấp một cách ổn định trong thời gian ngắn. Trong phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy này, xỉ chứa CaO và Al_2O_3 được tạo thành bởi sự kết hợp của bước bổ sung Al bổ sung chất chứa Al kim loại vào thép nóng chảy để khử oxy hóa và biến thép nóng chảy thành thép nóng chảy chứa Al và bước bổ sung CaO bổ sung chất chứa CaO vào thép nóng chảy, và sau đó khí chứa oxy được thổi từ phía trên xỉ để thực hiện quá trình xử lý khử nitơ. T.Fe trong xỉ sau quá trình xử lý khử nitơ được thiết lập đến 3,0 % khối lượng hoặc thấp hơn. Tốt hơn là, trong quá trình xử lý khử nitơ, khí chứa oxy được cung cấp sao cho tỷ lệ L_s/L_{s0} giữa chiều dày L_{s0} của xỉ và chiều sâu L_s của phần lõm trong xỉ do thổi khí chứa oxy trở thành 0,9 hoặc thấp hơn. Trong phương pháp sản xuất thép này, thép nóng chảy thu được được đúc sau khi các thành phần của nó được điều chỉnh.

A schematic diagram of a vacuum furnace system. The system includes a main chamber (1) with an inner heating element (2) and a sample (3). A thermocouple (4) is positioned near the sample. A vacuum pump (5) is connected to the chamber via a duct (6) and a valve (7). A gas inlet (8) is also shown. A control unit (9) is connected to the system. A gas flow meter (10) is connected to the gas inlet. A gas supply (11) is connected to the flow meter. A gas outlet (12) is connected to the chamber. A gas inlet (13) is also shown. The diagram is labeled with numbers 1 through 13.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp loại bỏ nitơ trong thép nóng chảy được nạp vào trong bình phản ứng, chẳng hạn như thùng rót, qua các phản ứng giữa thép nóng chảy, xỉ được bổ sung và được hình thành ở bề mặt trên cùng của thép nóng chảy, và khí chứa oxy được thổi lên trên xỉ, và đề cập đến phương pháp sản xuất thép được nấu luyện bằng phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nitơ là thành phần có hại cho các vật liệu kim loại. Trong quá trình luyện thép thông thường, nitơ [N] trong sắt nóng chảy chủ yếu được loại bỏ bằng cách hấp phụ nó lên trên các bề mặt của các bọt khí cacbon monoxit mà được sinh ra trong quá trình xử lý khử cacbon của gang nóng chảy. Do đó, khi nói đến thép nóng chảy với nồng độ cacbon thấp, do lượng cacbon monoxit được sinh ra có giới hạn, nên kỹ thuật tương tự không thể loại bỏ nitơ xuống nồng độ thấp.

Trong khi đó, để giảm lượng khí thải CO₂, quá trình luyện thép cần phải dịch chuyển từ phương pháp thông thường là sử dụng lò cao hoặc lò chuyển sang phương pháp nấu chảy phế liệu hoặc sắt đã được khử. Trong trường hợp đó, sắt nóng chảy thu được có nồng độ cacbon thấp, điều này khiến cho không thể nấu luyện thép có hàm lượng nitơ thép thấp vì lý do đã được mô tả ở trên.

Trong bối cảnh này, một số phương pháp loại bỏ nitơ khỏi thép nóng chảy bằng cách sử dụng xỉ đã được đề xuất. Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 thể hiện phương pháp mà trong đó nồng độ Al trong thép nóng chảy được giữ ở nồng độ là 0,7 % khối lượng hoặc cao hơn trong lò VOD trong ít nhất năm phút để tạo ra nhôm nitrua (sau đây là "AlN") và nhờ đó loại bỏ nitơ.

Tài liệu sáng chế 2 thể hiện phương pháp mà trong đó thép nóng chảy được nấu luyện trong lò điện sử dụng phế liệu sắt làm nguồn sắt chính, và sau khi thép nóng chảy được xả vào trong một bình tinh luyện khác và được giữ ở trong đó, chất trợ dung khử nitơ bao gồm chất chứa Al được bổ sung để thực hiện quá trình chuyển hóa AlN thành xỉ, và sau đó khí chứa oxy được thổi lên trên thép nóng chảy để loại bỏ nitơ.

Tài liệu sáng chế 3 thể hiện phương pháp mà trong đó kim loại nóng chảy được nạp vào trong bình tinh luyện có chức năng thổi khí từ đỉnh, và sau khi bề mặt của kim loại nóng chảy này được bao phủ bởi xỉ có thành phần chủ yếu là CaO và Al_2O_3 , khí oxy hóa được thổi lên trên bề mặt của xỉ phủ này đến mức độ mà khí này không tiếp xúc trực tiếp với kim loại nóng chảy nhờ đó loại bỏ nitơ.

Danh sách tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-H05-32073A3

Tài liệu sáng chế 2: JP-2007-211298A

Tài liệu sáng chế 3: JP-H08-246024

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: Ueno và cộng sự.: Tetsu-to-Hagane (Iron and Steel), 101 (2015), 74

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, những công nghệ thông thường này có các vấn đề sau.

Những công nghệ được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 và 2, mà sử dụng sự hình thành AlN để khử nitơ, có vấn đề ở chỗ phần AlN được hình tạo thành vẫn còn trong thép nóng chảy và cấu thành nên điểm bắt đầu nứt trong quá trình đúc ở bước sau đó.

Thêm vào đó, thép nấu luyện có hàm lượng nitơ thấp với nitơ hàm lượng ở mức vài chục ppm theo khối lượng bằng phương pháp khử nitơ mà sử dụng sự hình thành AlN yêu cầu nồng độ Al ít nhất là khoảng vài % khối lượng đến 10 % khối lượng, có tính đến các tích số tan của Al và N. Hoặc để sử dụng hiệu quả phản ứng khử nitơ yêu cầu nồng độ nitơ ban đầu vào khoảng vài trăm ppm theo khối lượng. Vấn đề là các công nghệ được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 và 2 cực kỳ tốn kém cho thép nấu luyện có hàm lượng nitơ thấp xét về mặt quá trình và do đó chỉ áp dụng được cho những loại thép mà có lượng lớn nitơ được hòa tan, chẳng hạn như thép không gỉ.

Đối với các điều kiện che chắn thép nóng chảy khỏi khí oxy hóa, công nghệ

được mô tả trong tài liệu sáng chế 3 trình bày như sau:

- (1) Đảm bảo ít nhất 15 kg xỉ trên một tấn thép nóng chảy; và
- (2) Kiểm soát lượng xỉ, lượng khí thổi từ đáy, hợp phần và tốc độ dòng của khí thổi từ đỉnh, chiều cao ống, áp suất khí quyển, v.v. nằm trong các phạm vi thích hợp.

Như đối với điều kiện (1), lượng xỉ tăng theo kích cỡ của bình được nạp thép nóng chảy. Như đối với điều kiện (2), các phương tiện kiểm soát cụ thể và các phạm vi kiểm soát không được mô tả, và phương pháp kiểm tra xem thép nóng chảy có được che chắn khỏi khí hay không là chưa rõ ràng. Do đó, các điều kiện tương thích là mơ hồ. Các tác giả sáng chế đã xác nhận rằng khi thử nghiệm được tiến hành bằng cách sử dụng các phạm vi tương tự như các phạm vi trong ví dụ so sánh được mô tả trong tài liệu sáng chế 3, tốc độ khử nitơ trở thành thực sự trở nên chậm do chuyển động của nitơ giữa xỉ và kim loại bị hạn chế so sự gia tăng áp suất riêng phần oxy biểu kiến trong mặt phân giới xỉ-kim loại do khí oxy hóa, khiến công nghệ này không thực tế khi vận hành.

Sáng chế được đưa ra dựa trên những tình huống này, và mục tiêu của sáng chế là đề xuất phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà nhờ đó có thể đạt được phạm vi nồng độ nitơ cực thấp có trong thời gian ngắn một cách ổn định khi thực hiện quá trình xử lý khử nitơ của thép nóng chảy bằng cách sử dụng xỉ. Sáng chế còn đề xuất phương pháp sản xuất thép mà sử dụng thép nóng chảy được nấu luyện bằng phương pháp này khử nitơ của thép nóng chảy.

Giải pháp cho vấn đề

Nhờ các nghiên cứu được tiến hành mạnh mẽ dựa trên các vấn đề được mô tả ở trên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, để đạt được tốc độ khử nitơ cao trong quá trình xử lý khử nitơ bằng cách thổi khí chứa oxy lên trên xỉ và loại bỏ nitơ trong thép nóng chảy thông qua xỉ, cần phải giảm nồng độ T.Fe trong xỉ sau khi xử lý đến hoặc dưới một giá trị nhất định.

Phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo sáng chế giải quyết một cách thuận lợi các vấn đề được mô tả ở trên là phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà trong đó xỉ chứa CaO và Al_2O_3 được tạo thành bởi sự kết hợp giữa bước bổ sung Al bổ sung chất chứa Al kim loại vào thép nóng chảy để khử oxy hóa và biến thép nóng chảy thành thép nóng chảy chứa Al và bước bổ sung CaO bổ sung chất chứa

CaO vào thép nóng chảy, và sau đó khí chứa oxy được thổi từ phía trên xỉ để thực hiện quá trình xử lý khử nitơ, được đặc trưng ở chỗ T.Fe trong xỉ sau quá trình xử lý khử nitơ được thiết lập đến 3,0 % khối lượng hoặc thấp hơn.

Các phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo sáng chế mà trong đó áp dụng các giải pháp sau đây có thể là giải pháp thích hợp hơn:

(a) rằng, trong quá trình xử lý khử nitơ, khí chứa oxy được cung cấp sao cho tỷ lệ L_s/L_{s0} giữa chiều dày L_{s0} của xỉ và chiều sâu L_s của phần lõm trong xỉ do thổi khí chứa oxy trở thành 0,9 hoặc thấp hơn;

(b) rằng, trong quá trình xử lý khử nitơ, khí chứa oxy là khí O_2 được pha loãng với khí trơ khác với khí N_2 ;

(c) rằng, trong bước bổ sung Al, nồng độ Al [Al] trong thép nóng chảy được thiết lập đến giữa khoảng 0,1 % khối lượng và 1,0 % khối lượng, bao gồm cả hai giá trị này;

(d) rằng, trong quá trình xử lý khử nitơ, các bề mặt của thép nóng chảy chứa Al và xỉ được đưa vào môi trường giảm áp; và

(e) rằng nhiệt độ T_f của thép nóng chảy trải qua quá trình xử lý khử nitơ được tăng lên 5°C hoặc lớn hơn mỗi lần nồng độ MgO (MgO) trong xỉ tăng lên 1,0 % khối lượng.

Phương pháp sản xuất thép theo sáng chế mà giải quyết một cách thuận lợi các vấn đề được mô tả ở trên được đặc trưng ở chỗ thép nóng chảy được nấu luyện bằng bất kỳ phương pháp nào trong số các phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy được mô tả ở trên được đúc sau khi các thành phần của nó được điều chỉnh tùy ý.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Sáng chế giúp cho có thể loại bỏ nitơ một cách ổn định đến phạm vi nồng độ nitơ cực thấp trong thời gian ngắn khi thực hiện xử lý khử nitơ của thép nóng chảy bằng cách sử dụng xỉ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ giản đồ thể hiện một ví dụ về thiết bị phù hợp cho phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tổng nồng độ sắt $(T.Fe)_f$ trong xỉ sau

quá trình xử lý khử nitơ và nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$ trong thép nóng chảy.

Fig.3 là các đồ thị thể hiện các kết quả phân tích nhiễu xạ tia X của xỉ sau quá trình xử lý khử nitơ, với (a) biểu thị xỉ trong trường hợp nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$ trong thép nóng chảy > 35 ppm theo khối lượng, và (b) biểu thị xỉ trong trường hợp nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$ trong thép nóng chảy ≤ 35 ppm theo khối lượng.

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tỷ lệ L_s/L_{s0} giữa chiều dày xỉ ban đầu L_{s0} và chiều sâu L_s của phần lõm trong xỉ do khí chứa oxy và tổng nồng độ sắt $(T.Fe)_f$ trong xỉ sau quá trình xử lý khử nitơ.

Fig.5 là đồ thị thể hiện sự ảnh hưởng của loại khí chứa oxy đến mối quan hệ giữa tỷ lệ L_s/L_{s0} giữa chiều dày xỉ ban đầu L_{s0} và chiều sâu L_s của phần lõm trong xỉ do khí chứa oxy và nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$ trong thép nóng chảy.

Fig.6 là đồ thị thể hiện sự ảnh hưởng của loại khí chứa oxy đến mối quan hệ giữa tỷ lệ L_s/L_{s0} giữa chiều dày xỉ ban đầu L_{s0} và chiều sâu L_s của phần lõm trong xỉ do khí chứa oxy và nồng độ Al $[Al]_e$ trong thép nóng chảy sẽ được đảm bảo.

Fig.7 là đồ thị thể hiện sự ảnh hưởng của loại khí chứa oxy lên mối quan hệ giữa áp suất trong lò P và giới hạn trên Max $[N]_f$ của sự biến thiên về nồng độ nitơ đạt được trong thép nóng chảy.

Fig.8 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa nồng độ MgO (MgO) trong xỉ và nhiệt độ thép nóng chảy T_f để thu được cùng nồng độ nitơ đã đạt được.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả cụ thể dưới đây. Các hình vẽ mang tính sơ đồ và có thể khác với thực tế. Các phương án sau đây minh họa thiết bị và phương pháp thể hiện các ý tưởng kỹ thuật của sáng chế, và không nhằm hạn chế cấu hình ở cấu hình được mô tả dưới đây. Do đó, có thể thực hiện nhiều thay đổi khác nhau đối với ý tưởng kỹ thuật của sáng chế nằm trong phạm vi kỹ thuật được mô tả trong phần yêu cầu bảo hộ.

Fig.1 thể hiện cấu hình thiết bị phù hợp để triển khai sáng chế. Thép nóng chảy 3 được nạp vào trong bình 1, chẳng hạn như thùng rót, mà được lót bằng vật liệu chịu lửa 2, và xỉ 4 chứa CaO và Al_2O_3 được tạo thành ở trên bề mặt trên cùng của thép nóng chảy 3 này. Trong trạng thái mà các bề mặt của thép nóng chảy 3 và xỉ 4 được đưa vào môi trường giám áp ở bên trong bình chân không 13 có hệ thống

xả thải 11 và hệ thống bổ sung hợp kim 12, khí chứa oxy được thổi lên trên xỉ 4 thông qua ống thổi khí từ đỉnh 6 mà được kết nối với ống dẫn khí 5 để cung cấp khí oxy và ống dẫn khí 9 để cung cấp khí trơ. Thép nóng chảy 3 được khuấy khi khí trơ khuấy 10 được thổi vào qua vòi phun thổi từ đáy 8 được kết nối với ống dẫn khí 9. Đối với khí trơ khuấy 10, ví dụ, khí Ar không bao gồm khí nitơ được ưu tiên.

Bước bổ sung chất chứa Al kim loại vào thép nóng chảy 3 để khử oxy hóa thép nóng chảy 3 và biến nó thành thép nóng chảy chứa Al (bước bổ sung Al) và bước bổ sung chất chứa CaO vào thép nóng chảy 3 (bước bổ sung CaO) có thể được thực hiện bằng cách sử dụng hệ thống bổ sung hợp kim 12 hoặc có thể được thực hiện trong một bước trước khi đưa vào bình chân không 13. Bước khử oxy hóa thép nóng chảy 3 (bước khử oxy hóa) có thể được thực hiện riêng biệt với bước bổ sung Al. Bước bổ sung CaO có thể được thực hiện vào thời điểm tùy ý. Thực hiện bước bổ sung CaO sau bước khử oxy hóa được ưu tiên, vì sau đó nhiệt độ thép nóng chảy tăng lên do phản ứng khử oxy có thể được sử dụng để trợ dung cho xỉ. Thực hiện bước bổ sung CaO sau bước bổ sung Al được ưu tiên hơn, vì điều này có thể làm giảm sự cố trong quá trình khử oxy hoặc biến đổi trong hợp phần xỉ do chất chứa Al được bổ sung bị cản trở việc tiếp cận thép nóng chảy bởi xỉ dày.

Để tạo thành xỉ chứa CaO và Al_2O_3 4, Al_2O_3 thu được từ việc bổ sung chất chứa CaO và khử oxy hóa thép nóng chảy được sử dụng. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng, như chất chứa CaO, ví dụ, canxi aluminat mà là sản phẩm được nấu chảy trước hoặc trộn sẵn. Đối với hợp phần xỉ, tỷ lệ nóng chảy (tỷ lệ trợ dung) của xỉ càng cao càng có lợi cho phản ứng khử nitơ, và tỷ lệ theo khối lượng C/A giữa CaO và Al_2O_3 tốt hơn là nằm trong phạm vi từ 0,4 đến 1,8 và tốt hơn nữa là nằm trong phạm vi từ 0,7 đến 1,7.

Hình thức cung cấp khí khuấy trộn 10 vào trong thép nóng chảy có thể, khác với phương pháp được mô tả ở trên, ví dụ, hình thức phun nó vào trong thép nóng chảy thông qua ống phun để thổi khí trơ.

Tiếp theo, các phương án ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết cùng với cách chúng được phát triển.

(Phương án thứ nhất)

Phương án thứ nhất được đề xuất do cần phải trình bày rõ ràng và định lượng các điều kiện thuận lợi cho quá trình khử nitơ, vì ngay cả khi thử nghiệm được tiến

hành trong phạm vi của ví dụ so sánh trong tài liệu sáng chế 3, quá trình khử nito không ổn định và nồng độ nito đạt được không giảm xuống. Trong lò nấu chảy cảm ứng chân không cao tần kích cỡ nhỏ thỏa mãn các yêu cầu cấu hình của Fig.1, xỉ chứa CaO và Al₂O₃ 4 được tạo thành với tỷ lệ 15 kg/tấn hoặc cao hơn so với 15 kg thép nóng chảy 3, với lượng sao cho không thể nhận biết được bề mặt của thép nóng chảy bằng mắt thường, và khí O₂ được thổi lên trên xỉ. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, như được thể hiện trên Fig.2, nồng độ nito đạt được giảm nhanh chóng khi nồng độ T.Fe (T.Fe) mà là tổng nồng độ sắt trong xỉ sau khi xử lý đạt đến 3,0 % khối lượng. Trong trường hợp này, áp suất khí quyển bên trong lò P là 4×10^3 Pa; nồng độ nito ban đầu [N]_i trong thép nóng chảy là 50 ppm theo khối lượng; nồng độ Al [Al] là 0,7 % khối lượng; hợp phần xỉ có tỷ lệ theo khối lượng C/A giữa CaO và Al₂O₃ là 1,2; nồng độ MgO (MgO) trong xỉ là 10 % khối lượng; nhiệt độ thép nóng chảy T_f là 1650°C; và thời gian xử lý t là 30 phút.

Trong số các thử nghiệm được mô tả ở trên, trong thử nghiệm mà trong đó nồng độ T.Fe (T.Fe) trong xỉ là 15 % khối lượng hoặc cao hơn, có thể nhận biết rõ ràng bằng mắt thường rằng khí oxy đã thấm qua lớp xỉ và làm lộ ra bề mặt của thép nóng chảy. Ngược lại, trong thử nghiệm mà trong đó nồng độ T.Fe thấp hơn 15%, bề mặt của thép nóng chảy không được nhận biết rõ ràng ở bất kỳ vị trí nào, kể cả bề mặt mà khí oxy được thổi vào. Do đó, việc loại bỏ nito đến phạm vi nồng độ nito thấp theo những gì được mô tả trong 3 tỏ ra khó khăn. Kết quả của nghiên cứu như vừa mới được mô tả đã dẫn đến sự phát triển của phương án thứ nhất, nghĩa là, phương pháp khử nito của thép nóng chảy mà trong đó xỉ chứa CaO và Al₂O₃ được tạo thành bởi sự kết hợp của bước bổ sung Al bổ sung chất chứa Al kim loại vào thép nóng chảy để khử oxy hóa và biến thép nóng chảy thành thép nóng chảy chứa Al và bước bổ sung CaO bổ sung chất chứa CaO vào thép nóng chảy, và sau đó khí chứa oxy được thổi từ phía trên xỉ để thực hiện quá trình xử lý khử nito, trong đó T.Fe trong xỉ sau quá trình xử lý khử nito được thiết lập đến 3,0 % khối lượng hoặc thấp hơn. Giới hạn dưới của T.Fe trong xỉ có thể là 0 % khối lượng. Trong bản mô tả này, [M] biểu thị trạng thái của nguyên tố M được hòa tan và được chứa trong thép nóng chảy, và (R) biểu thị trạng thái của chất hóa học R được hòa tan và được chứa trong xỉ. Các đơn vị được bổ sung vào để thể hiện các tỷ lệ hợp phần tương ứng của chúng.

(Phương án thứ hai)

Phương án thứ hai được phát hiện ra trong quá trình tiến hành thử nghiệm trong lò nấu chảy cảm ứng chân không cao tần kích cỡ nhỏ nêu trên nhằm giải quyết thác thức về cách kiểm soát nồng độ T.Fe (T.Fe) trong xỉ sau khi xử lý khử nitơ ở mức 3,0 % khối lượng hoặc thấp hơn. Trước tiên, phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) được thực hiện trên từng xỉ sau quá trình xử lý khử nitơ, tương ứng thu được trong thử nghiệm mà trong đó khí oxy rõ ràng xuyên qua lớp xỉ và nồng độ nitơ [N] trong thép nóng chảy sau khi xử lý cao hơn 35 ppm theo khối lượng, và thử nghiệm mà trong đó bề mặt của thép nóng chảy không bị lộ ra trong quá trình thử nghiệm và nồng độ giảm xuống 35 ppm theo khối lượng hoặc thấp hơn. Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.3, trong xỉ từ thử nghiệm mà trong đó khí oxy rõ ràng xuyên qua lớp xỉ (Fig.3 (a)), các đỉnh của các ferrioxit (FeO , Fe_3O_4 , và ferit-alumina (FA)) và bản thân sắt (Fe) đã được ghi nhận với cường độ cao. Ngược lại, trong xỉ từ thử nghiệm mà trong đó nồng độ nitơ đạt được $[\text{N}]_f$ giảm đủ (Fig.3 (b)), các đỉnh của ferrioxit và sắt không có hoặc yếu, và chỉ quan sát thấy có các đỉnh của các canxi aluminat (CA và CA2). Theo kết quả này, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu mối quan hệ giữa nồng độ T.Fe (T.Fe_f) (% khối lượng) trong xỉ sau quá trình xử lý khử nitơ và L_s/L_{s0} (-) mà là tỷ lệ giữa kết quả đo chiều dày xỉ L_{s0} (m) ở giai đoạn mà xỉ chứa CaO và Al_2O_3 đã nóng chảy trước khi xử lý khử nitơ và chiều sâu L_s (m) của phần lõm trong xỉ tạo ra khi các tham số trong công thức được mô tả trong tài liệu phi sáng chế 1, cụ thể là mật độ chất lỏng, mật độ khí, tốc độ phun, v.v., được thay đổi thành các giá trị phù hợp với điều kiện thí nghiệm. Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.4, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng nồng độ T.Fe (T.Fe_f) trong xỉ có thể được kiểm soát ổn định đến 3,0 % khối lượng hoặc thấp hơn khi L_s/L_{s0} được thiết lập đến 0,9 hoặc thấp hơn. Trong trường hợp này, áp suất khí quyển bên trong lò P là 4×10^3 Pa; nồng độ nitơ ban đầu $[\text{N}]_i$ trong thép nóng chảy là 50 ppm theo khối lượng; nồng độ Al [Al] là 0,7 % khối lượng; hợp phần xỉ có tỷ lệ theo khối lượng C/A giữa CaO và Al_2O_3 là 1,2; nồng độ MgO (MgO) trong xỉ là 10 % khối lượng; nhiệt độ thép nóng chảy T_f là 1650°C ; và thời gian xử lý t là 30 phút. Kết quả của nghiên cứu như vừa mới được mô tả đã dẫn đến sự phát triển của phương án thứ hai, nghĩa là, phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà trong đó, ngoài phương án thứ nhất được mô tả ở trên, trong quá trình xử lý khử nitơ, khí chứa oxy được cung cấp sao cho tỷ lệ L_s/L_{s0} giữa chiều dày L_{s0} của xỉ và chiều sâu L_s của phần lõm trong xỉ do thổi khí chứa oxy trở thành 0,9 hoặc thấp hơn. Trong khi giới hạn dưới của L_s/L_{s0} không bị giới hạn cụ thể, tốt hơn là 0,1 hoặc cao hơn từ quan điểm thổi khí

chứa oxy một cách hiệu quả.

Để kiểm soát tỷ lệ L_s/L_{s0} của chiều sâu phần lõm của xỉ, phương pháp tăng hoặc giảm chiều cao ống hoặc tốc độ dòng khí, tạo hình đầu vòi phun của ống thổi khí từ đỉnh một cách phù hợp, và có thể chấp nhận nhiều phương pháp khác nhau. Các tác giả sáng chế đã xác nhận rằng nếu, ví dụ, giá trị L_s/L_{s0} khi chiều cao ống được thay đổi và giá trị L_s/L_{s0} khi tốc độ dòng khí được thay đổi là giống nhau, nồng độ T.Fe (T.Fe)_f trong xỉ là tương đương, và không xảy ra sự khác biệt do sự khác biệt về phương tiện kiểm soát. Tùy thuộc vào quy mô của thiết bị, chiều dày của xỉ được xử lý có thể giảm do các nguyên nhân chẳng hạn như một phần xỉ thẩm thấu vào trong vật liệu chịu lửa hoặc xỉ dính vào thép nóng chảy khi thép nóng chảy được khuấy. Tuy nhiên, giá trị giới hạn trên của tỷ lệ L_s/L_{s0} của chiều sâu phần lõm của xỉ phải được điều chỉnh thấp hơn 0,9 như được dựa trên ý tưởng kỹ thuật này một cách phù hợp.

(Phương án thứ ba)

Phương án thứ ba được phát hiện ra trong quá trình tiến hành các nghiên cứu để làm cho sáng chế cũng có thể áp dụng được cho phương tiện mà trong đó khó kiểm soát nồng độ T.Fe trong xỉ thông qua tỷ lệ L_s/L_{s0} của chiều sâu phần lõm của xỉ vì lý do nào đó, chẳng hạn như việc hạ thấp dần và nâng cao dần ống thổi từ đỉnh được điều khiển từng bước. Cụ thể, phương án này đề cập đến việc giảm nồng độ khí oxy trong khí chứa oxy. Trong thử nghiệm sử dụng lò cảm ứng chân không cao tần cỡ nhỏ nêu trên, quá trình xử lý khử nitơ được thực hiện trong khí khí trơ được cung cấp thông qua ống dẫn khí 9 để giảm nồng độ oxy trong khí được thổi lên trên xỉ từ 1,5 % khối lượng (mức Ar thô trong công nghiệp) đến 0,1 ppm theo khối lượng (mức Ar trong công nghiệp). Ở đây, đối với khí trơ, khí mà không bao gồm nitơ được sử dụng. Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.5, việc thổi khí được pha loãng cho phép nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$ bằng hoặc thấp hơn 35 ppm theo khối lượng ngay cả dưới điều kiện mà tỷ lệ L_s/L_{s0} của chiều sâu phần lõm của xỉ cao hơn 0,9. Trong trường hợp này, áp suất khí quyển bên trong lò P, nồng độ nitơ ban đầu $[N]_i$ trong thép nóng chảy, nồng độ Al [Al], C/A trong hợp phần xỉ, nồng độ MgO (MgO) trong xỉ, nhiệt độ thép nóng chảy T_f , và thời gian xử lý t giống như trong phương án thứ nhất được mô tả ở trên. Mặc dù nguyên nhân chưa được biết rõ ràng, nhưng giải thích có thể bao gồm, trong quá trình khử nitơ từ pha xỉ sang pha khí, tốc độ phản ứng hóa học có thể được đảm bảo ngay tại áp suất riêng phần oxy đủ thấp và quá

trình giới hạn tốc độ trong phản ứng khử nitơ từ thép nóng chảy sang pha khí thông qua xỉ tạo thành yếu tố giới hạn tốc độ trong quá trình chuyển khối của nitơ ở phía xỉ hoặc phía kim loại hoặc cả hai phía thay vì tốc độ phản ứng hóa học. Kết quả của nghiên cứu như vừa mới được mô tả đã dẫn đến sự phát triển của phương án thứ ba, nghĩa là, phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà trong đó, ngoài phương án thứ nhất được mô tả ở trên hoặc phương án thứ hai, trong quá trình xử lý khử nitơ, khí chứa oxy là khí O_2 được pha loãng với khí trơ khác với khí N_2 .

(Phương án thứ tư)

Tài liệu sáng chế 3 yêu cầu nồng độ Al [Al] trong thép nóng chảy là từ 0,3 % khối lượng đến 2 % khối lượng là nồng độ cần thiết để tăng tỷ lệ phân bố nitơ giữa xỉ và kim loại, khiến việc nấu luyện thép thông thường trở nên tốn kém. Phương án thứ tư được phát hiện ra trong quá trình khám phá khả năng loại bỏ nitơ với nồng độ Al [Al] trong thép nóng chảy được giảm xuống nồng độ thậm chí còn thấp hơn để giải quyết vấn đề này. Trong lò nấu chảy cảm ứng chân không cao tần kích cỡ nhỏ nêu trên, nồng độ Al yêu cầu tối thiểu $[Al]_e$ để giảm nitơ $[N]_f$ trong thép nóng chảy xuống 25 ppm theo khối lượng đã được nghiên cứu. Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.6, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng nồng độ Al cần thiết $[Al]_e$ có xu hướng giảm theo tỷ lệ L_s/L_{s0} (-) của chiều sâu phần lõm của xỉ, và, khi khí oxy được pha loãng (với nồng độ oxy trong khí 0,1 ppm đến 1,5 % khối lượng) được mô tả trong phương án thứ ba được thổi lên trên xỉ chứa CaO và Al_2O_3 , nồng độ Al cần thiết $[Al]_e$ trong thép nóng chảy thấp hơn so với khi khí oxy được thổi ở cùng tỷ lệ L_s/L_{s0} (-) của chiều sâu phần lõm của xỉ. Ở đây, đối với các điều kiện thử nghiệm, áp suất khí quyển trong lò P là 4×10^3 Pa; nồng độ nitơ ban đầu $[N]_i$ trong thép nóng chảy là 50 ppm theo khối lượng; C/A trong hợp phần xỉ là 1,2; nồng độ MgO (MgO) trong xỉ là 10 % khối lượng; nhiệt độ thép nóng chảy là $1650^\circ C$; và thời gian xử lý là 30 phút. Điều này có thể là do, trong trường hợp khí chứa một lượng oxy đáng kể, hoạt độ oxy biểu kiến tăng lên trong mặt phân giới xỉ-kim loại dẫn đến tốc độ khử nitơ thấp hơn. Sau đó, để bù đắp cho sự sụt giảm này, cần phải bổ sung Al và nhờ đó giảm hoạt độ oxy tương ứng. Nồng độ Al tối thiểu $[Al]_e$ cần thiết để đạt được nồng độ nitơ $[N]_f$ trong thép nóng chảy 25 ppm theo khối lượng là 0,3 % khối lượng trong trường hợp thổi khí oxy và 0,1 % khối lượng trong trường hợp thổi khí oxy được pha loãng. Kết quả của nghiên cứu như vừa mới được mô tả đã dẫn đến sự phát triển của phương án thứ tư, nghĩa là, phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà

trong đó, ngoài bất kỳ phương án nào trong số phương án thứ nhất đến phương án thứ ba, trong bước bổ sung Al bổ sung chất chứa Al kim loại vào thép nóng chảy để biến nó thành thép nóng chảy chứa Al, nồng độ Al [Al] trong thép nóng chảy được thiết lập đến giữa 0,1 % khối lượng và 1,0 % khối lượng, bao gồm cả hai giá trị này.

(Phương án thứ năm)

Phương án thứ năm được phát hiện ra trong quá trình nghiên cứu sự ảnh hưởng mà mức độ chân không P đạt được ở bên trong bình chân không tác động lên nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$. Trong lò nấu chảy cảm ứng chân không cao tần kích cỡ nhỏ nêu trên, nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$ được nghiên cứu bằng cách thực hiện quá trình xử lý khử nitơ vài lần tại các thời điểm khác nhau, với tỷ lệ L_s/L_{s0} của chiều sâu phần lõm của xỉ được thiết lập đến 0,9 trong trường hợp mà khí được thổi lên trên xỉ chứa CaO và Al_2O_3 là khí oxy và với tỷ lệ L_s/L_{s0} của chiều sâu phần lõm của xỉ được thiết lập đến 1,2 trong trường hợp khí được pha loãng (với nồng độ oxy trong khí từ 0,1 ppm đến 1,5 % khối lượng). Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.7, khi vượt quá mức độ chân không thấp, nghĩa là, khi áp suất trong lò P vượt quá $0,67 \times 10^5$ Pa, sự biến thiên về nồng độ nitơ đạt được trở nên rộng hơn và nồng độ nitơ đạt được Max $[N]_f$ mà là giới hạn trên của sự biến thiên có xu hướng ngày càng tăng. Ở đây, nồng độ nitơ ban đầu $[N]_i$ trong thép nóng chảy, nồng độ Al [Al] trong thép nóng chảy, C/A trong hợp phần xỉ, nồng độ MgO (MgO) trong xỉ, nhiệt độ thép nóng chảy, và thời gian xử lý giống như trong phương án thứ nhất. Xét rằng nồng độ nitơ đạt được $[N]_f$ là giới hạn dưới của biến thiên vẫn ở mức 25 ppm theo khối lượng, nitơ trong khí quyển có thể đã quay trở lại thép nóng chảy khi thép nóng chảy bề mặt bị lộ ra vì một lý do nào đó. Cũng ở áp suất khí quyển (10^5 Pa) mà không có sự giảm áp, nồng độ nitơ [N] trong thép nóng chảy là 35 ppm theo khối lượng hoặc thấp hơn và do đó đạt được phạm vi nồng độ nitơ thấp. Trong trường hợp cấu hình cơ sở của Fig.1, áp suất khí quyển trở nên cao hơn không khí bên ngoài vài phần trăm do ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ bên trong không gian kín và khí chứa oxy thổi từ đỉnh. Trong trường hợp cần hạn chế sự quay trở lại của nitơ, các bề mặt của xỉ và thép nóng chảy tốt hơn là nên được giảm áp xuống $0,67 \times 10^5$ Pa hoặc thấp hơn và còn tốt hơn là xuống $0,33 \times 10^5$ Pa hoặc thấp hơn. Kết quả của nghiên cứu như vừa mới được mô tả đã dẫn đến sự phát triển của phương án thứ năm, nghĩa là, phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà trong đó, ngoài bất kỳ phương án nào trong số phương án thứ nhất đến phương án thứ tư, trong quá trình xử lý khử nitơ, các bề mặt

của thép nóng chảy chứa Al và xi được đưa vào môi trường giảm áp. Do việc giảm áp suất quá mức làm tăng chi phí trang thiết bị của hệ thống xả thải v.v., giới hạn dưới của áp suất khí quyển trong lò P tốt hơn là khoảng 10^3 Pa.

(Phương án thứ sáu)

Phương án thứ sáu được phát hiện ra trong quá trình nghiên cứu sự ảnh hưởng của nồng độ MgO (MgO) trong xỉ chứa CaO và Al_2O_3 . Sử dụng lò nấu chảy cảm ứng chân không cao tần kích cỡ nhỏ nêu trên, nghiên cứu được tiến hành trên nhiệt độ thép nóng chảy T_f mà cần thiết để giảm nitơ $[N]_f$ trong thép nóng chảy xuống 25 ppm theo khối lượng khi nồng độ MgO (MgO) trong xỉ chứa CaO và Al_2O_3 được thay đổi trong phạm vi 0% khối lượng đến nồng độ bão hòa. Kết quả là, như được thể hiện trên Fig.8, nhiệt độ thép nóng chảy cần được nâng lên khoảng $5^\circ C$ mỗi lần nồng độ MgO trong xỉ được tăng lên 1,0 % khối lượng. Các điều kiện tiên quyết cho nghiên cứu là áp suất khí quyển trong lò P là 4×10^3 Pa; nồng độ Al [Al] là 0,7 % khối lượng; nồng độ nitơ ban đầu $[N]_i$ là 50 ppm theo khối lượng; C/A trong hợp phần xỉ là 1,2; loại khí được thổi vào là khí oxy; tỷ lệ L_s/L_{s0} của chiều sâu phần lõm của xỉ là từ 0,8 đến 0,9; và thời gian xử lý t là 30 phút. Nghiên cứu này đã tiết lộ một cách định lượng mức độ gia tăng nhiệt độ thép nóng chảy mà có thể phục hồi mức độ giảm phản ứng khử nitơ do tăng nồng độ MgO. Kết quả của nghiên cứu như vừa mới được mô tả đã dẫn đến sự phát triển của phương án thứ sáu, nghĩa là, phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà trong đó, ngoài bất kỳ phương án nào trong số phương án thứ nhất đến phương án thứ năm, nhiệt độ T_f của thép nóng chảy được tăng thêm $5^\circ C$ hoặc lớn hơn mỗi lần nồng độ MgO (MgO) trong xỉ tăng 1,0 % khối lượng. Tốt hơn là nhiệt độ thép nóng chảy sau quá trình xử lý khử nitơ được sử dụng làm nhiệt độ thép nóng chảy T_f , và quá trình xử lý khử nitơ được hoàn thành ở $1600^\circ C$ hoặc cao hơn, mặc dù điều này phụ thuộc vào bước đúc mà là bước sau và thời gian chuyển hóa.

(Phương pháp sản xuất thép)

Tốt hơn là thép nóng chảy được nấu luyện bằng phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy được mô tả ở trên được đúc sau khi nó được điều chỉnh bổ sung theo hợp phần xác định trước và kiểm soát hình dạng và quá trình tuyển nổi các bao thể được thực hiện khi cần thiết. Có thể sản xuất thép cao cấp mà là thép có hàm lượng nitơ thấp và các thành phần khác nhau của nó đã được điều chỉnh.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong phần dưới đây, các ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết. Sử dụng thiết bị có cấu hình như trên Fig.1, kim loại Al được bổ sung vào thép nóng chảy ở khoảng nhiệt độ từ 1600°C đến 1750°C ở bên trong thùng rót để thiết lập nồng độ Al trong thép nóng chảy đến phạm vi từ 0,1 đến 1,0 % khối lượng. CaO và MgO bảo vệ vật liệu chịu lửa- được bổ sung để tạo thành xỉ bậc hai CaO-Al₂O₃ hoặc xỉ bậc ba CaO-Al₂O₃-MgO. Sau đó, khí oxy hoặc khí chứa oxy được pha loãng (được pha loãng đến nồng độ oxy trong khí từ 0,1 ppm đến 1,5%) được thổi lên trên xỉ. Khí Ar được cung cấp cho thép nóng chảy thông qua đầu ống thổi từ đáy được gắn tại phần phía dưới của thùng rót với mật độ công suất khuấy từ 500 đến 1000 kW/t. Thử nghiệm được tiến hành bằng cách sử dụng lượng thép nóng chảy là 160 t.

Bảng 1 thể hiện các điều kiện thử nghiệm và các kết quả. Các thử nghiệm từ số 1 đến 7 mà trong đó nồng độ T.Fe (T.Fe) trong xỉ đủ thấp đã cho các kết quả tốt với nồng độ N [N]_f sau khi xử lý là 35 ppm theo khối lượng hoặc thấp hơn. Ngược lại, trong quá trình xử lý số 8 mà trong đó nồng độ T.Fe (T.Fe) trong xỉ cao, nên quá trình khử trong cùng thời gian xử lý là không đủ.

[Bảng 1]

Số	Xi			Loại khí	L _s / L _{S0}	[Al]	P	T _f	[N] _i	[N] _f	t	Ghi chú
	(T,Fe) _f	(C/A)*	(MgO)								phút	
	% khối lượng	-	% khối lượng		-	% khối lượng	10 ⁵ Pa	°C	ppm khối lượng	ppm khối lượng		
1	2,9	0,67	0	Oxy	0,9	0,08	1,0	1600	50	35	30	Ví dụ sáng chế
2	0,5	1,0	5	Oxy	0,6	0,9	1,0	1620	50	34	30	Ví dụ sáng chế
3	1,0	1,0	5	Được pha loãng	1,0	0,09	1,0	1624	50	30	30	Ví dụ sáng chế
4	0,5	0,67	10	Oxy	0,5	0,28	1,0	1600	50	24	30	Ví dụ sáng chế
5	0,8	0,67	10	Oxy	0,6	0,5	1,0	1645	50	20	30	Ví dụ sáng chế
6	0,5	1,0	10	Oxy	0,5	0,3	0,04	1600	50	16	30	Ví dụ sáng chế
7	0,9	0,67	10	Được pha loãng	0,9	0,1	0,04	1660	50	13	30	Ví dụ sáng chế
8	29	0,67	0	Oxy	1,5	0,08	1,0	1600	50	50	30	Ví dụ so sánh

Khả năng áp dụng công nghiệp

Khi áp dụng cho quá trình luyện thép để sản xuất thép nóng chảy bằng cách nấu chảy phế liệu có hàm lượng carbon thấp hoặc sắt khử trong lò điện v.v., phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo sáng chế có thể sản xuất hàng loạt thép có hàm lượng nitơ thấp một cách ổn định. Do đó, phương pháp này góp phần làm giảm CO₂ và có lợi trong công nghiệp.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 Bình
- 2 Vật liệu chịu lửa
- 3 Thép nóng chảy
- 4 Xi chứa CaO và Al₂O₃
- 5 Ống dẫn khí (khí oxy)
- 6 Ống thổi khí từ đỉnh
- 7 Khí chứa oxy
- 8 Vòi phun thổi từ đáy
- 9 Ống dẫn khí (khí trơ)
- 10 Khí trơ khuấy
- 11 Hệ thống xả thải
- 12 Hệ thống bổ sung hợp kim
- 13 Bình chân không

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy mà trong đó xỉ chứa CaO và Al_2O_3 được tạo thành bởi sự kết hợp của bước bổ sung Al bổ sung chất chứa Al kim loại vào thép nóng chảy để khử oxy hóa và biến thép nóng chảy thành thép nóng chảy chứa Al và bước bổ sung CaO bổ sung chất chứa CaO vào thép nóng chảy, và sau đó khí chứa oxy được thổi từ phía trên và thông qua xỉ để thực hiện quá trình xử lý khử nitơ mà không sử dụng chất trợ dung khử nitơ cacbua,

trong đó nồng độ Al được điều chỉnh đến phạm vi được xác định trước trong bước bổ sung Al, áp suất khí quyển trong lò trong quá trình khử nitơ được điều chỉnh đến phạm vi được xác định trước, tỷ lệ khối lượng C/A của CaO so với Al_2O_3 nằm trong phạm vi được xác định trước cho hợp phần xỉ, và nồng độ MgO nằm trong phạm vi được xác định trước,

trong đó nhiệt độ của thép nóng chảy trong quá trình khử nitơ được điều chỉnh đến phạm vi được xác định trước khi xem xét nồng độ MgO ,

được đặc trưng ở chỗ T.Fe trong xỉ sau quá trình xử lý khử nitơ được thiết lập đến 3,0 % khối lượng hoặc thấp hơn.

2. Phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo điểm 1, trong đó, trong quá trình xử lý khử nitơ, khí chứa oxy được cung cấp sao cho tỷ lệ L_s/L_{s0} giữa chiều dày L_{s0} của xỉ và chiều sâu L_s của phần lõm trong xỉ do thổi khí chứa oxy trở thành 0,9 hoặc thấp hơn.

3. Phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo điểm 1 hoặc 2, trong đó, trong quá trình xử lý khử nitơ, khí chứa oxy là khí O_2 được pha loãng với khí trơ khác với khí N_2 .

4. Phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó, trong bước bổ sung Al, nồng độ Al [Al] trong thép nóng chảy được thiết lập đến giữa khoảng 0,1 % khối lượng và 1,0 % khối lượng, bao gồm cả hai giá trị này.

5. Phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó, trong quá trình xử lý khử nitơ, các bề mặt của thép nóng chảy chứa Al và xỉ được đưa vào môi trường giảm áp.

6. Phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ

1 đến 5, trong đó nhiệt độ T_f của thép nóng chảy trải qua quá trình xử lý khử nitơ được tăng lên 5°C hoặc lớn hơn mỗi lần nồng độ MgO (MgO) trong xỉ tăng lên 1,0 % khối lượng, so với nhiệt độ của thép nóng chảy trong quá trình khử nitơ đã nêu cần để giảm nồng độ nitơ trong thép nóng chảy đến giá trị được xác định trước khi không có MgO trong xỉ.

7. Phương pháp sản xuất thép được đặc trưng ở chỗ thép nóng chảy được nấu luyện bằng phương pháp khử nitơ của thép nóng chảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6 được đúc sau khi các thành phần được điều chỉnh tùy ý.

FIG. 1

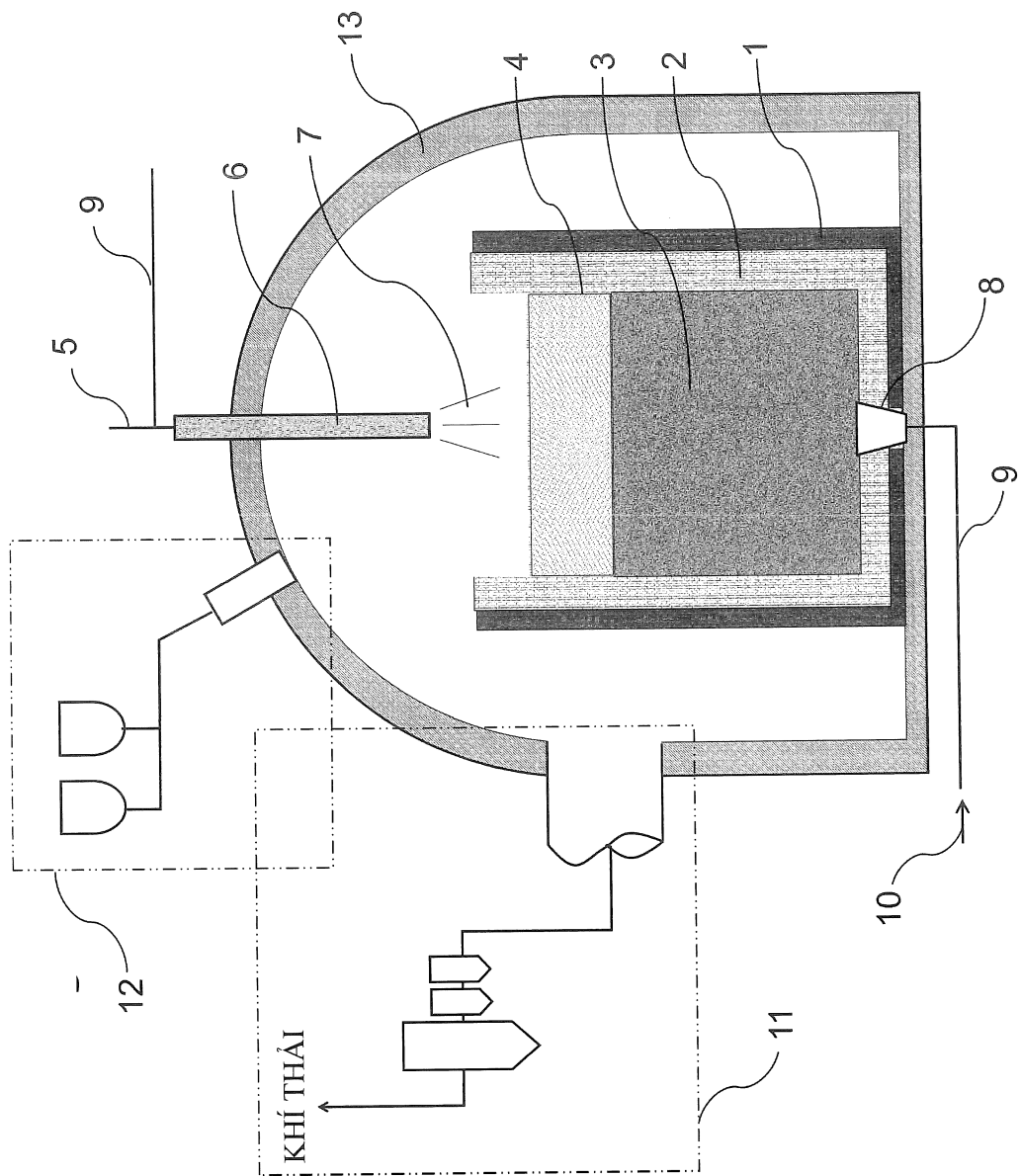


FIG. 2

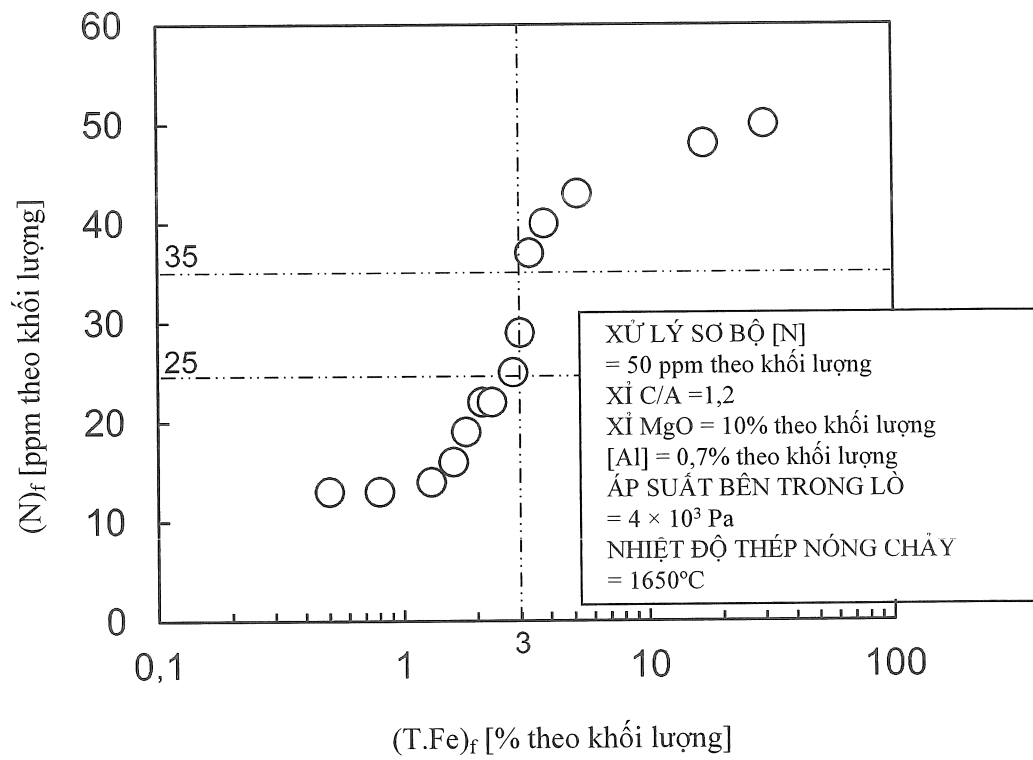


FIG. 3(a)

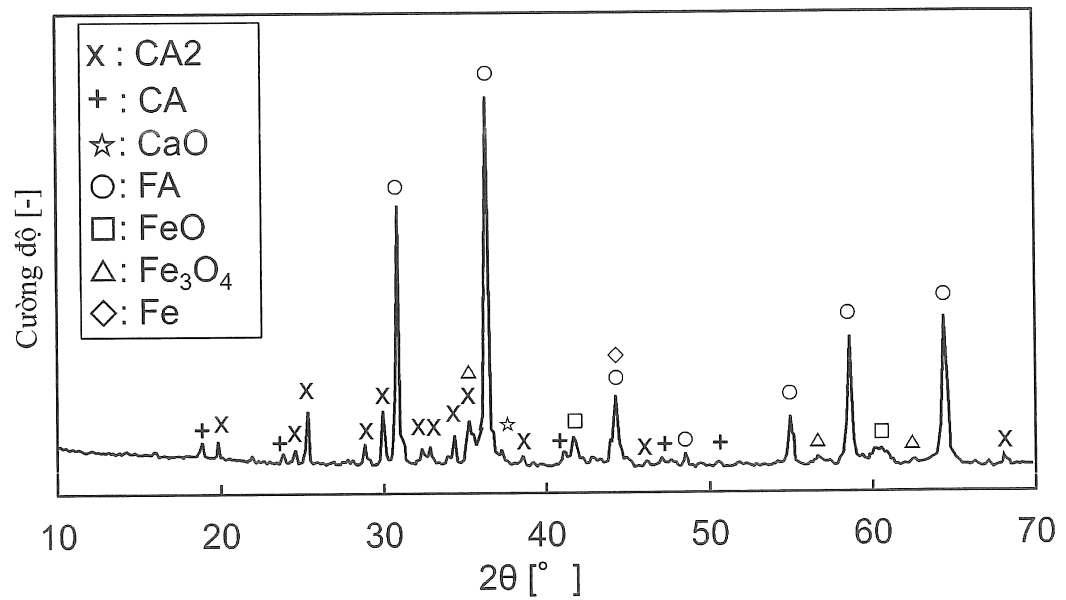


FIG. 3(b)

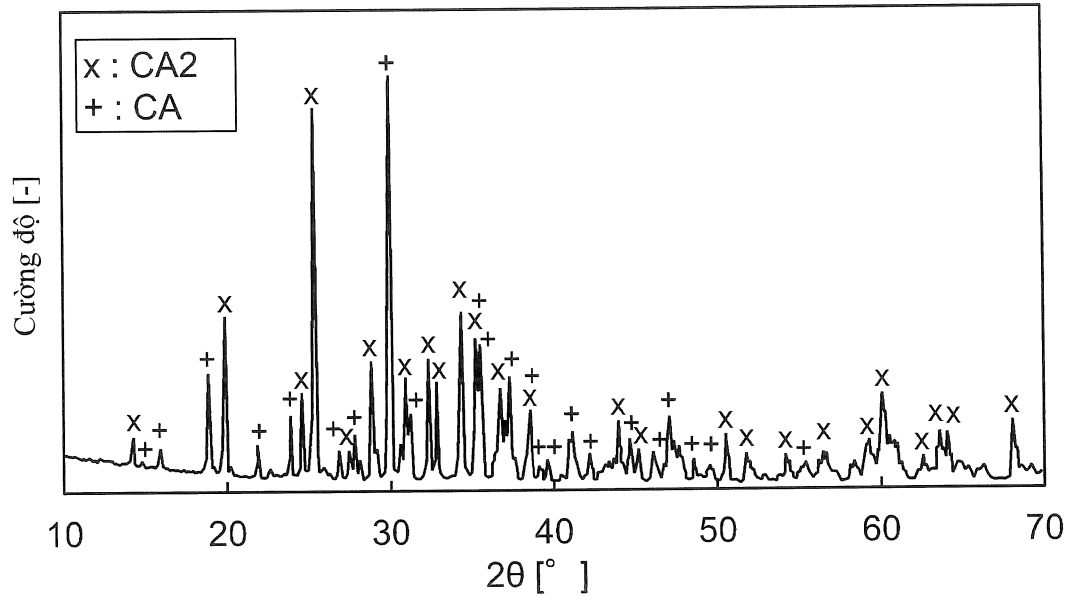


FIG. 4

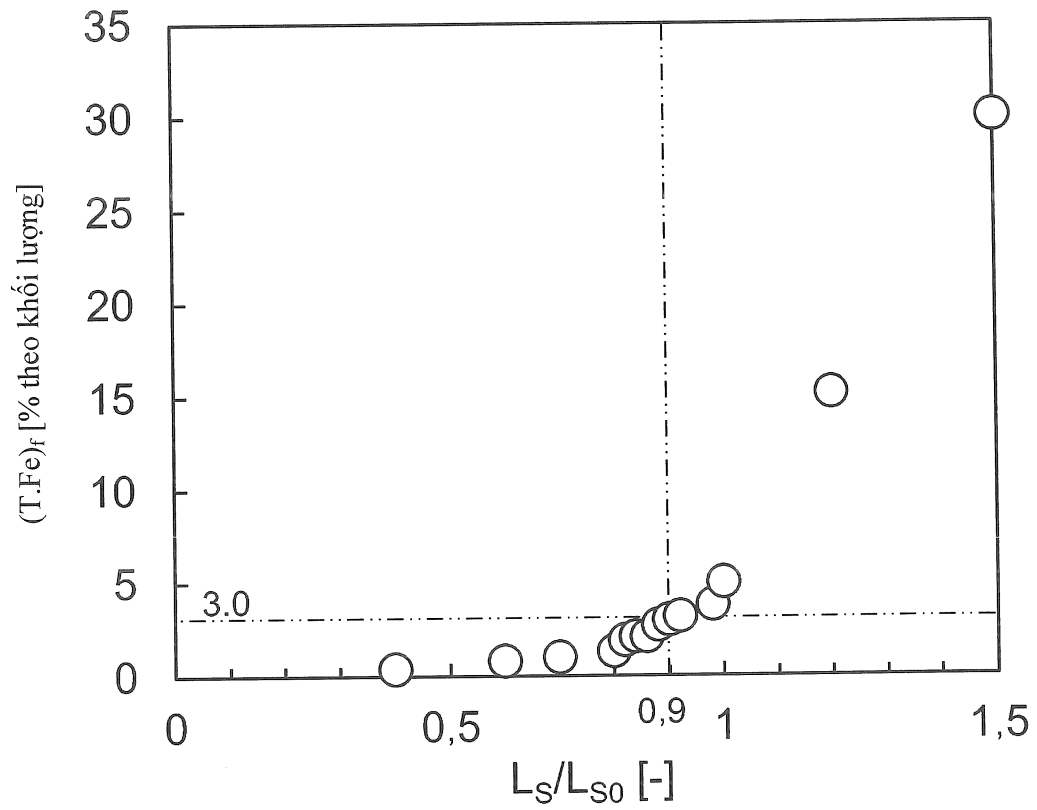


FIG. 5

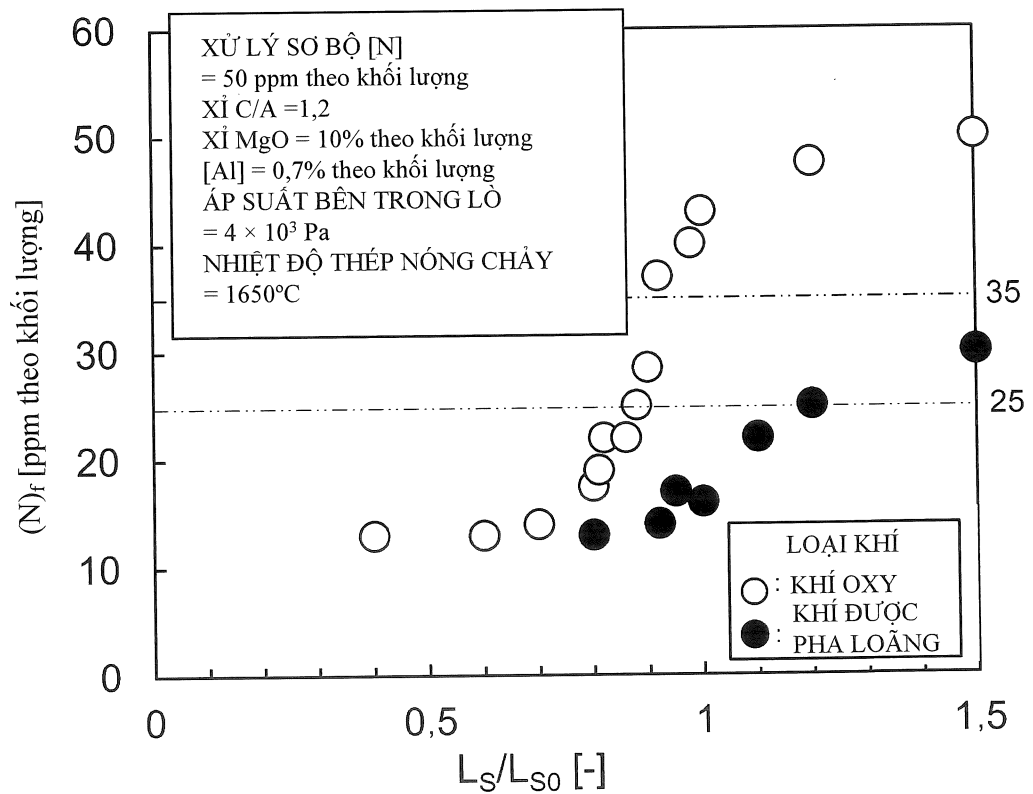


FIG. 6

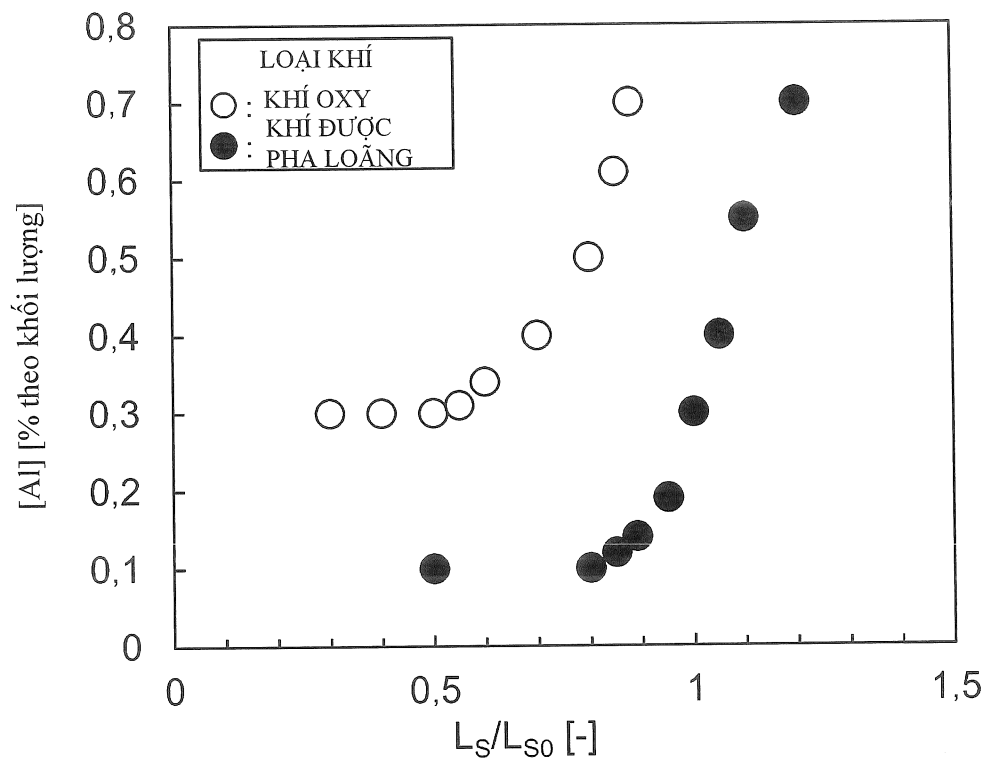


FIG. 7

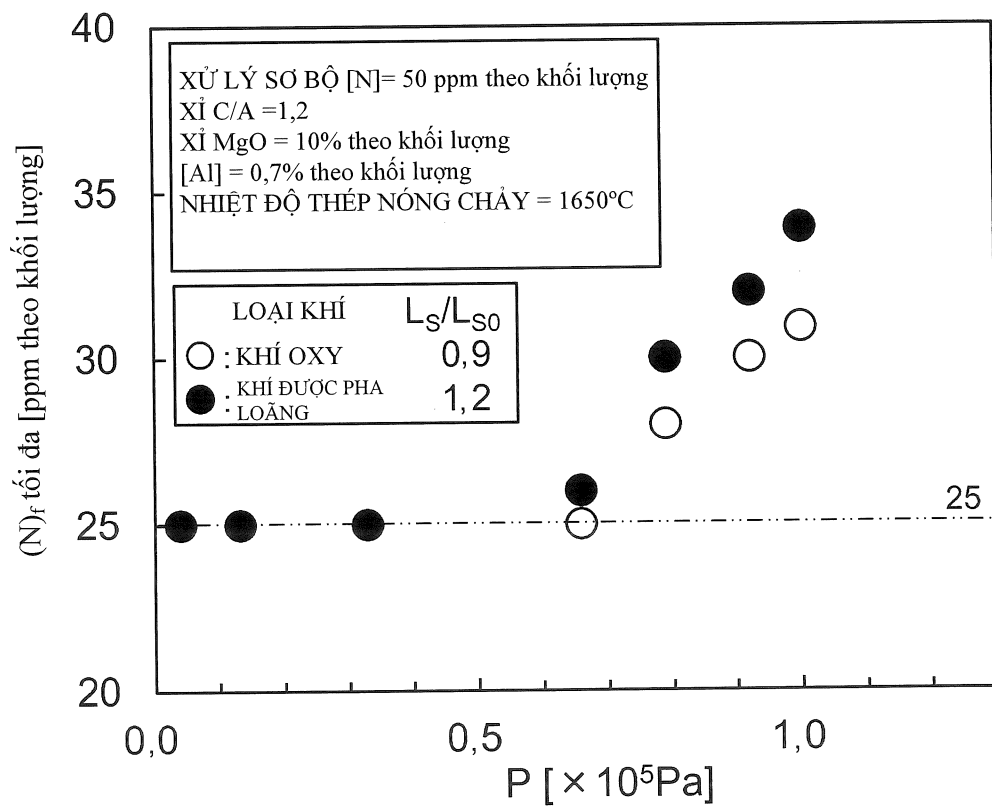


FIG. 8

