



(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)



1-0027237

(51)⁷ C21C 5/46; C21C 5/32; C21C 5/35; (13) B
F27D 19/00; C21C 5/52; C21C 7/00;
C21C 1/02

(21) 1-2014-01451

(22) 16/10/2012

(86) PCT/JP2012/006610 16/10/2012

(87) WO/2013/057927 25/04/2013

(30) 2011-227627 17/10/2011 JP; 2012-080174 30/03/2012 JP; 2012-080173 30/03/2012 JP

(45) 25/01/2021 394

(43) 25/08/2014 317A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

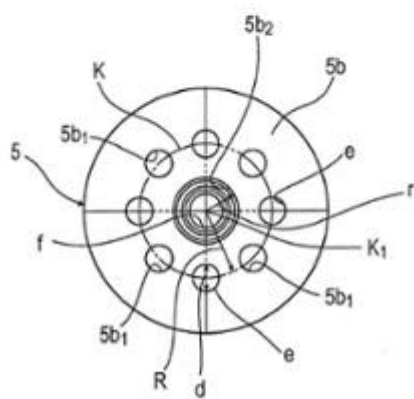
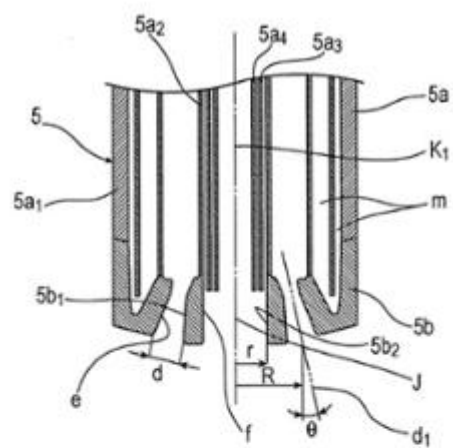
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) OKUYAMA, Goro (JP); KIKUCHI, Naoki (JP); UCHIDA, Yuichi (JP);
TAKAHASHI, Yukio (JP); SATO, Shingo (JP); NAKASE, Kenji (JP); TA, Yasutaka (JP); MIKI, Yuji (JP).

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

(54) VÒI PHUN TỪ ĐỈNH CỦA Lò PHẢN ỨNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH LUYỆN SẮT NÓNG CHẢY CÓ SỬ DỤNG VÒI PHUN NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng mà tỷ lệ trộn kim loại nóng có thể được giảm và phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy và phương pháp khử nóng chảy kim loại nóng chảy có sử dụng vòi phun này. Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng bao gồm vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) có nhiều lỗ phun (e) mà qua đó khí oxy được thổi vào bể chứa sắt trong lò phản ứng, lỗ phun (e) được bố trí theo quỹ đạo hình tròn ở các khoảng cách đều nhau và vòi phun đốt ($5b_2$) có trục tâm đồng trục với đường trục tâm của quỹ đạo hình tròn, tạo ra ngọn lửa bên trong vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) và có các lỗ phun (f) để phun bột được làm nóng nhờ ngọn lửa vào trong bể chứa sắt.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng có chức năng đốt và phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy và phương pháp khử nóng chảy có sử dụng vòi phun từ đỉnh này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Theo quan điểm bảo vệ môi trường, có nhu cầu rất cấp thiết để giảm mức phát xạ khí CO₂ trong các quy trình sản xuất thép. Nhằm làm giảm mức phát xạ khí CO₂ trong các quy trình sản xuất thép, một số giải pháp đã được nghiên cứu và được thực hiện, bao gồm việc làm tăng nguồn sắt nguội, như sắt vụn, được sử dụng làm nguồn sắt để làm giảm tỷ lệ trộn của kim loại nóng. Lý do làm tăng lượng nguồn sắt nguội là trong sản xuất các sản phẩm thép mặc dù cần một lượng lớn năng lượng để khử và làm nóng chảy quặng sắt và một lượng lớn khí CO₂ được phát ra trong sản xuất kim loại nóng (sắt nóng chảy) trong lò cao, các nguồn sắt nguội chỉ yêu cầu nhiệt để làm nóng chảy, và do đó lượng nguồn sắt nguội được sử dụng trong các quy trình luyện thép có thể được tăng lên để làm giảm mức tiêu thụ năng lượng và mức phát khí CO₂. Thuật ngữ "sắt nóng chảy", như được sử dụng ở đây, để chỉ nguồn sắt nóng chảy và còn bao gồm kim loại nóng được tạo ra trong lò cao, thép nóng chảy được tạo ra từ sắt vụn trong lò điện, và thép nóng chảy được tạo ra bằng cách inh chế khử cacbon của kim loại nóng, chẳng hạn.

Trong quy trình sản xuất thép bao gồm lò cao và lò thổi kết hợp, các nguồn nhiệt để làm nóng chảy nguồn sắt nguội chủ yếu bao gồm nhiệt cảm biến của kim loại nóng và nhiệt của quá trình đốt cháy cacbon và silic trong kim loại nóng. Như vậy, một lượng lớn nguồn sắt nguội hầu như không thể bị nóng chảy trong quy trình sản xuất thép này. Ngoài ra, gần đây có bước xử lý để khử phospho sơ bộ của kim loại nóng và nhiệt độ của kim loại nóng giảm xuống do bước xử lý bổ sung này. Hơn nữa, mức giảm các hàm lượng cacbon và silic của kim loại nóng do sự oxy hóa trong quá trình khử phospho sơ bộ là yếu tố không thuận lợi để làm nóng chảy nguồn sắt nguội. Quá trình khử phospho sơ bộ của

kim loại nóng là quy trình loại bỏ phospho trong kim loại nóng đến mức nhất định bằng cách thực hiện sự khử phospho sơ bộ của kim loại nóng trước khi tinh luyện khử cacbon trong lò thổi. Trong quy trình sản xuất thép trong xưởng luyện thép, không chỉ kim loại nóng mà, ví dụ, cả thép nóng chảy được tạo ra nhờ quá trình khử cacbon của kim loại nóng đều phải trải qua việc tinh luyện oxy hóa, ví dụ như quá trình khử phospho.

Do đó, trong quá trình khử phospho sơ bộ, việc tinh luyện khử cacbon trong lò thổi và tinh luyện oxy hóa trong lò phản ứng, các phương pháp khác nhau để tăng dự trữ nhiệt của sắt nóng chảy, như kim loại nóng hoặc thép nóng chảy đã được đề xuất. Chẳng hạn, tài liệu sáng chế 1 đề xuất phương pháp bổ sung nguồn cacbon vào xỉ phát sinh trong quá trình khử phospho sơ bộ và thổi nguồn oxy vào xỉ để đốt cháy nguồn cacbon, nhờ đó làm lắng đọng nhiệt đốt cháy của nguồn cacbon trên kim loại nóng.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp đốt cháy cacbon monoxit (CO) được tạo ra trong lò thổi với oxy được thổi qua vòi phun từ phía trên bề mặt bề sắt nóng chảy (quá trình đốt cháy thứ cấp) và lắng đọng nhiệt của quá trình đốt cháy này trên sắt nóng chảy.

Quá trình khử phospho của kim loại nóng có vấn đề là flo bị lọc ra từ xỉ phát sinh trong quá trình khử phospho. Như vậy có nhu cầu khử phospho hữu hiệu mà không cần sử dụng nguồn flo như canxi florua.

Đến cuối cùng, tài liệu sáng chế 3 bộc lộ phương pháp khử phospho trong lò phun từ đỉnh và từ đáy, bao gồm phun bột trộn của CaO và Al_2O_3 lên kim loại nóng qua vòi phun từ đỉnh trong khi khuấy kim loại nóng bằng cách thổi khí trộn qua đáy.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ phương pháp thúc đẩy quá trình tạo xỉ nóng chảy để cải thiện các đặc tính phản ứng luyện kim của quá trình khử phospho, chẳng hạn. Theo phương pháp này, khí oxy, cũng như khí nhiên liệu, như là khí thiên nhiên, và chất liệu nóng chảy như là canxi oxit được cấp vào kim loại nóng qua vòi phun từ đỉnh, nhờ đó chất liệu nóng chảy đi qua ngọn lửa của khí nhiên liệu có thể được cấp trong trạng thái nóng chảy vào kim loại nóng.

Các tài liệu sáng chế 5 và 6 bộc lộ phương pháp tạo vòi phun từ đỉnh với chức năng như là đầu đốt, phun chất khử phospho qua lỗ tâm của đầu đốt, nhờ đó chất khử

phospho được làm nóng và được bổ sung vào xỉ để thúc đẩy quá trình tạo xỉ, nhằm cải thiện hiệu suất của phản ứng luyện kim.

Danh mục tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 9-20913

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 60-67610

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2000-345226

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 11-080825

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2005-336586

Tài liệu sáng chế 6: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2007-92158

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, các giải pháp kỹ thuật liên quan đã biết có những vấn đề như sau. Sự bổ sung nguồn cacbon vào xỉ trong tài liệu sáng chế 1 làm tăng nhiệt độ của kim loại nóng nhưng cũng làm nhiễm bẩn lưu huỳnh có trong nguồn cacbon và làm tăng hàm lượng lưu huỳnh của thép. Việc có thời gian đốt cháy thích hợp của nguồn cacbon dẫn đến thời gian tinh luyện dài và các chi phí sản xuất tăng lên. Hơn nữa, sự đốt cháy nguồn cacbon làm tăng mức phát xạ CO₂.

Nhằm vận chuyển sắt nóng chảy, ví dụ như kim loại nóng, vào lò thổi hoặc tương tự, sắt nóng chảy có thể được chứa trong lò phản ứng, như là xe torpedo hoặc nồi rót kim loại, mà có phần nổi nhỏ hơn so với lò thổi. Giả định rằng, quá trình khử cacbon được thực hiện, các lò thổi thường có phần nổi tương đối lớn (từ 2,0 đến 5,0m) có tính đến tia phun trong quá trình khử cacbon. Mặt khác, lò phản ứng có phần nổi nằm trong khoảng từ 0,8 đến 2,2m. Khi thao tác thực tế trong các xưởng đồ sắt, việc tinh luyện oxy hóa, ví dụ như khử phospho, của sắt nóng chảy được thực hiện ngay cả trong lò phản ứng có phần nổi tương đối nhỏ. Tài liệu sáng chế 1 không tính đến sự tương quan vị trí giữa lò phản ứng và vòi phun từ đỉnh trong trường hợp này.

Theo phương pháp được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2, CO phát sinh trong lò

thổi và oxy được thổi qua vòi phun cháy trên bề mặt bề kim loại nóng chảy và làm hư hại mạnh vật liệu chịu lửa của thân lò.

Theo phương pháp được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 3, mặc dù Al_2O_3 được bổ sung để làm giảm điểm nóng chảy của CaO và thúc đẩy việc tạo xỉ của CaO, hàm lượng Al_2O_3 tăng lên của xỉ dẫn đến việc làm hư hại đối với vật liệu chịu lửa của thân lò, do đó làm tăng chi phí và làm giảm mức độ khử phospho.

Trong việc tinh luyện oxy hóa trong lò thổi có sử dụng vòi phun từ đỉnh trong tài liệu sáng chế 4, độ cao của vòi phun từ đỉnh có thể thay đổi trong quá trình phun. Các sự thay đổi về độ cao của vòi phun từ đỉnh dẫn đến sự khác nhau lớn giữa độ dài ngọn lửa và độ cao vòi phun. Do đó, chất nung chảy dạng bột có thể được làm nóng một cách không hữu hiệu.

Tài liệu sáng chế 4 đề cập đến việc phun trong lò thổi có sử dụng vòi phun từ đỉnh và không đề cập đến việc phun trong lò phản ứng có phần nổi tương đối nhỏ. Ví dụ, trong tinh luyện oxy hóa, quá trình khử phospho của sắt nóng chảy, vì lò phản ứng có phần nổi nhỏ hơn so với lò thổi, chất nung chảy dạng bột có thể được làm nóng một cách không hữu hiệu bởi ngọn lửa đốt trong tài liệu sáng chế 4. Có thể hiểu được rằng, sự đốt cháy không được hoàn toàn trong phạm vi độ cao vòi phun, khí nhiên liệu chưa cháy hết tiếp cận vào bề mặt bề sắt nóng chảy và khí đốt trải qua phản ứng phân hủy. Phản ứng phân hủy này là phản ứng thu nhiệt và thường là yếu tố rất không thuận lợi đối với việc tinh luyện oxy hóa, ví dụ như quá trình khử phospho, về mặt sự lắng đọng nhiệt trên chất nung chảy dạng bột.

Theo các phương pháp được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế 4, 5 và 6, chất khử phospho được vận chuyển bằng khí oxy qua vòi phun từ đỉnh có kết cấu ống gấp bốn lần hoặc gấp năm lần. Do đó, ví dụ, bột hoạt tính chứa sắt hoạt tính không thể thổi được qua vòi phun từ đỉnh. Vì tốc độ thổi thấp và tốc độ dòng propan thấp, không thể kỳ vọng là tỷ lệ trộn kim loại nóng được giảm một cách thích hợp.

Mục đích của sáng chế là đề xuất vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng mà có thể tạo ra (làm lắng đọng) một cách hiệu quả nhiệt đốt cháy của đầu đốt cho sắt nóng chảy mà

không có những hạn chế như được nêu trên và có thể làm giảm một cách có lợi tỷ lệ trộn kim loại nóng, và phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy và phương pháp khử nóng chảy kim loại nóng chảy có sử dụng vòi phun này.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy bao gồm bước tinh luyện oxy hóa, như khử phospho sơ bộ hoặc tinh luyện khử cacbon, của kim loại nóng, phương pháp này bao gồm sử dụng vòi phun từ đỉnh có chức năng đốt để tạo ra ngọn lửa đốt ở đầu phía dưới của vòi phun từ đỉnh, và trong khi nung nóng chất nung chảy dạng bột bởi ngọn lửa bằng cách sử dụng vòi phun từ đỉnh, thì thổi chất nung chảy dạng bột vào sắt nóng chảy trong lò thổi, mà nguồn sắt nguội đã được bổ sung vào đó, trong đó chất nung chảy dạng bột có thể được làm nóng một cách hiệu quả và tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội trong kim loại nóng có thể được tăng lên một cách thích hợp.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy bao gồm bước tinh luyện oxy hóa, như khử phospho của sắt nóng chảy, phương pháp bao gồm sử dụng vòi phun từ đỉnh có chức năng đốt để tạo ra ngọn lửa đốt ở đầu phía dưới của vòi phun từ đỉnh, và trong khi nung nóng chất nung chảy dạng bột bởi ngọn lửa bằng cách sử dụng vòi phun từ đỉnh, thì phun chất nung chảy dạng bột vào sắt nóng chảy trong lò phản ứng có phần nổi tương đối nhỏ, trong đó chất nung chảy dạng bột có thể được làm nóng một cách hiệu quả và mức dự phòng nhiệt của sắt nóng chảy trong lò phản ứng có thể được tăng lên.

Giải quyết vấn đề

Sau đây là bản chất của sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề được nêu trên.

(1) Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng có chức năng đốt, bao gồm vòi phun khí oxy tinh luyện có nhiều lỗ phun mà qua đó khí oxy được thổi vào bể chứa sắt trong lò phản ứng, các lỗ phun được bố trí theo quỹ đạo hình tròn ở các khoảng cách đều nhau, và vòi phun đốt có trục tâm đồng trục với đường trục tâm của quỹ đạo hình tròn, tạo ngọn lửa bên trong vòi phun khí oxy tinh luyện và có các lỗ phun để phun bột được làm nóng nhờ ngọn lửa vào trong bể chứa sắt, trong đó chỉ số A thể hiện sự tương quan vị trí giữa vòi phun khí oxy tinh luyện và vòi phun đốt thỏa mãn điều kiện như sau:

$$A = 1,7(R - r - d/2)/L + \tan(\theta - 12^\circ) - 0,0524 > 0$$

trong đó R là bán kính vòng dịch chuyển của vòi phun khí oxy tinh luyện (mm),

r là bán kính của các lỗ phun của vòi phun đốt (mm),

d là đường kính của vòi phun khí oxy tinh luyện (mm),

θ là góc (nghiêng) giữa trục tâm của vòi phun khí oxy tinh luyện và đường trục tâm của quỹ đạo hình tròn ($^\circ$) và

L là độ cao vòi phun (mm).

(2) Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng có chức năng đốt theo mục (1), trong đó vòi phun từ đỉnh này là vòi phun tinh luyện phun từ đỉnh để sử dụng trong tinh luyện khử phospho hoặc tinh luyện khử cacbon.

(3) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy trong lò phản ứng có sử dụng vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo mục (1) hoặc mục (2), trong đó nhiên liệu dùng cho vòi phun đốt là một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại trong số nhiên liệu dạng khí như là khí propan và khí lò sản xuất than cốc, các nhiên liệu lỏng như là dầu cặn và các nhiên liệu dạng rắn như là các chất dẻo.

(4) Phương pháp khử nóng chảy để nạp vào lò phản ứng dạng bể chứa sắt bột hoặc các loại hạt oxit kim loại hoặc quặng oxit, và nung chảy và khử bột hoặc các hạt này để tạo ra kim loại nóng chảy, bao gồm bước thổi chất phụ gia dạng bột, chất phụ gia dạng hạt của một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chất trong số các oxit kim loại và quặng oxit vào lò nung chảy kiểu bể chứa sắt qua vòi phun đốt của vòi phun từ đỉnh theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (3).

(5) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy có sử dụng vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng bao gồm đường cấp chất nung chảy dạng bột, đường cấp khí nhiên liệu, đường cấp khí oxy hóa đốt cháy để cấp khí nhiên liệu và đường cấp khí oxy hóa tinh luyện, phương pháp bao gồm các bước: cấp khí nhiên liệu qua đường cấp khí nhiên liệu và cấp khí oxy hóa đốt cháy qua đường cấp khí oxy hóa đốt cháy tạo ngọn lửa ở phía trước vòi phun của vòi phun từ đỉnh hướng về phía bề mặt bể sắt nóng chảy trong lò thổi; và cấp chất nung

chảy dạng bột qua đường cấp chất nung chảy dạng bột và cấp khí oxy hóa tinh luyện lên bề mặt bề sắt nóng chảy qua đường cấp khí oxy hóa tinh luyện, trong khi nung nóng chất nung chảy dạng bột bằng ngọn lửa và thổi chất nung chảy dạng bột này vào bề mặt bề sắt nóng chảy,

trong đó khi lò thổi có phần nổi nằm trong khoảng từ 2,0 đến 5,0m, thì vòi phun từ đỉnh của có chức năng đốt theo mục (1) được sử dụng làm vòi phun từ đỉnh tạo ngọn lửa sao cho tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy trên khí nhiên liệu thỏa mãn biểu thức (1) dưới đây:

$$0,4 \leq (G/F)/(G/F)_{st} \leq 1,0 \quad (1)$$

trong đó G là lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy ($Nm^3/phút$),

F là lưu lượng cấp khí nhiên liệu ($Nm^3/phút$) và

$(G/F)_{st}$ là tỷ lệ hệ số tỷ lệ của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt cháy khí nhiên liệu trên khí nhiên liệu.

(6) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy theo mục (5), trong đó lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy G được điều chỉnh sao cho tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy V_G thỏa mãn biểu thức (2) sau đây:

$$0,2 \leq V_G/C \leq 1,0 \quad (2)$$

trong đó V_G là tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy ($Nm/giây$) và

C là tốc độ âm thanh ($Nm/giây$).

(7) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy theo mục (5) hoặc mục (6), trong đó chất nung chảy dạng bột chứa ít nhất một chất trong số sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy và chất nung chảy dạng bột, cùng với khí tro, được cấp vào bề mặt bề sắt nóng chảy để thực hiện việc tinh luyện oxy hóa của sắt nóng chảy mà nguồn sắt nguội đã được bổ sung vào đó.

(8) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy theo mục (7), trong đó sắt nóng chảy là kim loại nóng và việc tinh luyện oxy hóa là quá trình khử phospho sơ bộ của kim loại nóng.

(9) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy có sử dụng vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng bao gồm đường cấp chất nung chảy dạng bột, đường cấp khí nhiên liệu, đường cấp khí oxy hóa đốt cháy đối với khí nhiên liệu và đường cấp khí oxy hóa tinh luyện, phương pháp bao gồm các bước: cấp khí nhiên liệu qua đường cấp khí nhiên liệu và cấp khí oxy hóa đốt cháy qua đường cấp khí oxy hóa đốt cháy tạo ngọn lửa ở phía trước vòi phun của vòi phun từ đỉnh về phía bề mặt bể sắt nóng chảy trong lò phản ứng; và cấp chất nung chảy dạng bột chứa ít nhất một sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy vào bề mặt bể sắt nóng chảy cùng với khí trơ qua đường cấp chất nung chảy dạng bột và cấp khí oxy hóa tinh luyện vào bề mặt bể sắt nóng chảy qua đường cấp khí oxy hóa tinh luyện, trong khi nung nóng chất nung chảy dạng bột bởi ngọn lửa và thổi chất nung chảy dạng bột vào bề mặt bể sắt nóng chảy,

trong đó khi lò phản ứng có phần nổi nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2,0m, thì vòi phun từ đỉnh có chức năng đốt theo mục (1) được sử dụng làm vòi phun từ đỉnh để tạo ngọn lửa sao cho tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy với khí nhiên liệu thỏa mãn biểu thức (3) sau đây:

$$1,0 \leq (G/F)/(G/F)_{st} \leq 5,0 \quad (3)$$

trong đó G là lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy ($\text{Nm}^3/\text{phút}$),

F là lưu lượng cấp khí nhiên liệu ($\text{Nm}^3/\text{phút}$) và

$(G/F)_{st}$ là tỷ lệ hệ số tỷ lệ của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu với khí nhiên liệu.

(10) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy theo mục (9), trong đó lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy G được điều chỉnh sao cho tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy thỏa mãn biểu thức (4) sau đây:

$$1,0 \leq V_G/C \leq 3,0 \quad (4)$$

trong đó V_G là tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy ($\text{Nm}/\text{giây}$) và

C là tốc độ âm thanh ($\text{Nm}/\text{giây}$).

(11) Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy theo mục (9) hoặc mục (10), trong đó

sắt nóng chảy là kim loại nóng và việc tinh luyện sắt nóng chảy bằng khí oxy hóa tinh luyện là quá trình khử phospho của kim loại nóng.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Trong vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng có chức năng đốt theo sáng chế, chỉ số A là chỉ số thể hiện sự tương quan vị trí giữa vòi phun khí oxy tinh luyện và vòi phun đốt thỏa mãn biểu thức $A = 1,7(R - r - d/2)/L + \tan(\theta - 12^\circ) - 0,0524 > 0$. Nhờ đó làm giảm mức giao thoa giữa khí oxy tinh luyện được thổi và ngọn lửa được tạo ra bởi đốt và nhờ đó duy trì được nhiệt độ cao của ngọn lửa đốt. Việc thỏa mãn điều kiện này cho phép nung nóng một cách hiệu quả và kết quả là, cải thiện được hiệu suất lắng đọng nhiệt của sắt nóng chảy.

Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng có chức năng đốt có thể cải thiện hiệu suất lắng đọng nhiệt của sắt nóng chảy. Như vậy, việc sử dụng vòi phun từ đỉnh làm vòi phun tinh luyện phun từ đỉnh trong phun khử phospho hoặc phun khử cacbon cho phép một lượng lớn phế liệu được sử dụng và có thể giảm một cách đáng kể tỷ lệ trộn kim loại nóng. Hiệu suất lắng đọng nhiệt được cải thiện có thể tạo sự tiết kiệm trong sử dụng các nguyên liệu cacbon và làm giảm mức phát xạ khí CO₂.

Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo sáng chế sử dụng một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại trong số các nhiên liệu dạng khí như là khí propan và khí C, các nhiên liệu lỏng như là dầu cặn và các nhiên liệu dạng rắn như là chất dẻo làm nhiên liệu dùng cho vòi phun đốt, nhờ đó cho phép tinh luyện sắt nóng chảy trong lò nung chảy kiểu bể chứa sắt.

Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo sáng chế cũng có thể được sử dụng để cấp chất phụ gia dạng hạt của một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chất trong số các oxit kim loại và các quặng oxit vào kim loại nóng chảy qua vòi phun đốt của vòi phun từ đỉnh, nhờ đó cho phép kim loại nóng chảy được trải qua quá trình khử nóng chảy.

Theo sáng chế, tỷ lệ dòng khí oxy hóa đốt cháy được cấp qua đường cấp khí oxy hóa đốt cháy vào khí nhiên liệu được cấp qua đường cấp khí nhiên liệu của vòi phun từ đỉnh để tạo ra ngọn lửa đốt hướng xuống phía dưới từ đầu trên của nó được điều chỉnh

trong phạm vi cho trước đối với tỷ lệ hệ số tỷ lượng của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu với khí nhiên liệu. Như vậy, tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l (m) với độ cao vòi phun từ đỉnh L (m) có thể được xác định là 0,8 hoặc lớn hơn và 1,2 hoặc nhỏ hơn. Kết quả là, nhiệt của ngọn lửa có thể được truyền một cách hiệu quả đến chất nung chảy dạng bột được cấp qua vòi phun từ đỉnh. Chất nung chảy dạng bột được làm nóng có thể cải thiện mức dự phòng nhiệt của sắt nóng chảy. Điều này có thể làm tăng đáng kể tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội, như sắt vụn, chẳng hạn, trong quá trình tinh luyện oxy hóa của sắt nóng chảy trong lò thổi. Điều này cũng có thể làm giảm một cách hiệu quả lượng nguyên liệu cacbon để khử cacbon được bổ sung để duy trì một cách thích hợp hiệu suất lắng đọng nhiệt cao của sắt nóng chảy trong lò phản ứng và làm giảm mức phát xạ CO_2 .

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo phương án thứ nhất của sáng chế được lắp đặt trong thiết bị nung chảy kiểu lò thổi;

Fig.2(a) và Fig.2(b) là các hình vẽ thể hiện các kết cấu cụ thể của vòi phun từ đỉnh theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.3 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa nhiệt độ bột và trị số A theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thiết bị lò thổi được sử dụng theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt dọc được phóng to thể hiện vòi phun từ đỉnh được sử dụng theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.6 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa tỷ lệ dòng của khí oxy đốt cháy với khí propan và chỉ số độ dài ngọn lửa theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.7 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun L và chỉ số lắng đọng nhiệt theo phương án thứ hai của sáng chế. Chỉ số lắng đọng nhiệt là tỷ lệ nhiệt lắng đọng ở từng tỷ lệ (l/L) với nhiệt lắng đọng ở tỷ lệ (l/L) = 1 ở đó độ dài ngọn lửa l là bằng độ cao vòi phun L ;

Fig.8 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thiết bị nung chảy được sử dụng theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt dọc được phóng to thể hiện vòi phun từ đỉnh được sử dụng theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.10 là đồ thị của sự tương quan giữa tỷ lệ dòng của khí oxy đốt cháy với khí propan và chỉ số độ dài ngọn lửa theo phương án thứ ba của sáng chế; và

Fig.11 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun L và chỉ số lắng đọng nhiệt theo phương án thứ ba của sáng chế. Chỉ số lắng đọng nhiệt là tỷ lệ nhiệt lắng đọng ở từng tỷ lệ (l/L) với nhiệt lắng đọng ở tỷ lệ (l/L) = 1 ở đó độ dài ngọn lửa l là bằng độ cao vòi phun L .

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thứ nhất

Sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo sáng chế được lắp ráp trong thiết bị nung chảy kiểu lò thổi. Fig.2(a) và Fig.2(b) là các hình vẽ mặt cắt được phóng to thể hiện đầu của vòi phun từ đỉnh theo sáng chế. Lò phản ứng theo phương án thứ nhất của sáng chế bao gồm bề mặt lò nung chảy kiểu bể chứa sắt, chẳng hạn.

Trên các hình vẽ này, số chỉ dẫn 1 là chỉ thân lò. Thân lò 1 bao gồm vỏ 1a, tạo ra khung xương của thân lò 1 và lớp vật liệu chịu lửa 1b được tạo ra ở phía trong vỏ 1a.

Số chỉ dẫn 2 chỉ ống gió thổi từ đáy mà được bố trí ở đáy của thân lò 1 và qua đó khí trơ như là khí Ar được thổi qua ống gió thổi từ đáy để khuấy động bể chứa sắt trong quá trình tinh luyện. Số chỉ dẫn 3 chỉ sắt nóng chảy trong thân lò 1. Số chỉ dẫn 4 chỉ xỉ nổi lên trên sắt nóng chảy. Số chỉ dẫn 5 chỉ vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng được bố trí theo phương thẳng đứng bởi phần đầu của chúng hướng xuống phía dưới.

Đầu phía trên của vòi phun từ đỉnh 5 được lắp vào ống cấp khí oxy tinh luyện 6, ống cấp khí oxy đốt cháy 7, ống cấp khí nhiên liệu 8 và ống cấp bột 9,

Số chỉ dẫn 10 chỉ bột được thổi qua vòi phun từ đỉnh 5. Số chỉ dẫn 11 chỉ ngọn lửa

được tạo ra bởi sự đốt cháy nhiên liệu. Số chỉ dẫn 12 chỉ khí oxy tinh luyện được thổi cùng với bột 10.

Như được thể hiện một cách cụ thể trên Fig.2(a) và Fig.2(b), vòi phun từ đỉnh 5 được kết cấu từ 2 thân chính vòi phun 5a và phần vòi phun 5b được nối với phần đầu của thân chính vòi phun 5a.

Thân chính vòi phun 5a bao gồm ống phía ngoài 5a₁ có mạng lưới ống nước làm nguội và ống phía trong 5a₂ được bố trí tập trung ở phía trong ống phía ngoài 5a₁ nhằm tạo đường thổi để thổi khí oxy tinh luyện.

Phần vòi phun 5b bao gồm vòi phun 5b₁ dùng cho khí oxy tinh luyện, mà qua đó khí oxy được thổi vào bể chứa sắt chứa trong thân lò 1 và vòi phun đốt 5b₂. Bột 10, cùng với khí vận chuyển như là khí trơ, được thổi qua đường dẫn trong cùng trong ống phía trong 5a₂.

Các ống 5a₃ và 5a₄ tạo ra đường cấp khí oxy hóa đốt cháy và đường cấp nhiên liệu có thể được bố trí đồng trục phía trong ống phía trong 5a₂ của thân chính vòi phun 5a một cách thích hợp. Trong trường hợp này, ống trong cùng 5a₄ tạo ra đường cấp bột.

Vòi phun khí oxy tinh luyện 5b₁ có một số lỗ phun e được bố trí theo quỹ đạo hình tròn K (xem Fig.2(b)) ở các khoảng cách đều nhau trong sự nối thông bởi đường thổi khí oxy tinh luyện.

Vòi phun đốt 5b₂ có trục tâm J là đồng trục với đường trục tâm K₁ của quỹ đạo hình tròn K và tạo ngọn lửa 11 ở phía trong lỗ phun e của vòi phun khí oxy tinh luyện 5b₁. Vòi phun đốt 5b₂ có lỗ phun f để phun bột 10 được làm nóng bởi ngọn lửa 11 vào bể chứa sắt.

Quỹ đạo hình tròn K được chỉ bởi đường thẳng thực tế. Khi trục tâm của từng lỗ phun e được bố trí trên quỹ đạo hình tròn K, quỹ đạo hình tròn K được gọi là vòng lăn của lỗ phun e.

Chỉ số A là chỉ số thể hiện sự tương quan vị trí giữa các vòi phun khí oxy tinh luyện 5b₁ và vòi phun đốt 5b₂ thỏa mãn điều kiện $A = 1,7(R - r - d/2)/L + \tan(\theta - 12^\circ) - 0,0524 > 0$, trong đó R (mm) là bán kính vòng chuyển dịch của lỗ phun e của các vòi

phun khí oxy tinh luyện $5b_1$, r (mm) là bán kính lỗ phun f của vòi phun đốt $5b_2$, d (mm) là đường kính lỗ phun e của vòi phun khí oxy tinh luyện $5b_1$, θ ($^\circ$) là góc (ngiêng) giữa trục tâm d_1 lỗ phun e của vòi phun khí oxy tinh luyện $5b_1$ và đường trục tâm K_1 của quỹ đạo hình tròn và L là độ cao vòi phun (khoảng cách theo phương thẳng đứng từ bề mặt bể chứa sắt đến đầu vòi phun).

Lý do cho sự tương quan vị trí giữa vòi phun khí oxy tinh luyện $5b_1$ và vòi phun đốt $5b_2$ thỏa mãn biểu thức $A = 1,7(R - r - d/2)/L + \tan(\theta - 12^\circ) - 0,0524 > 0$ trên vòi phun từ đỉnh sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng khi bột oxit kim loại hoặc oxit được thổi qua vòi phun, việc quy trình nung nóng bột thổi trước khi bột này tiếp xúc với sắt nóng chảy có thể làm giảm một cách hiệu quả tỷ lệ trộn kim loại nóng và chúng được nghiên cứu đối với các phương pháp nung nóng và bổ sung bột.

Lò dạng ống theo phương thẳng đứng có đường kính trong là 1m và độ cao là 3m được sử dụng để khảo sát trạng thái của bột được làm nóng. Các vòi phun từ đỉnh khác nhau mà có thể cấp bột qua phần giữa của chúng và có chức năng đốt như được thể hiện trong bảng 1 được lắp đặt trên phần phía trên của lò dạng ống theo phương thẳng đứng. Thử nghiệm thổi bột (vòi có kích cỡ là 75mm hoặc nhỏ hơn) được tiến hành sử dụng các vòi phun từ đỉnh khác nhau nêu trên và nhiệt độ của bột thổi được đo bằng nhiệt kế bức xạ.

[Bảng 1]

STT	r (mm)	R (mm)	d (mm)	θ ($^\circ$)	L (mm)	Trị số A (-)	Nhiệt độ bột ($^\circ\text{C}$)	
1	11,6	25	7	12	500	-0,019	720	Ví dụ so sánh
2	11,6	25	7	14	500	0,016	1720	Ví dụ theo sáng chế
3	11,6	25	7	16	500	0,051	1653	Ví dụ theo sáng chế
4	11,6	17,5	7	14	500	-0,009	872	Ví dụ so sánh
5	11,6	17,5	7	16	500	0,026	1632	Ví dụ theo sáng chế
6	15	25	7	14	500	0,005	1532	Ví dụ theo sáng chế
7	17,5	25	7	14	500	-0,004	1250	Ví dụ so sánh
8	20	25	7	14	500	-0,012	850	Ví dụ so sánh

STT	r(mm)	R(mm)	d(mm)	$\theta(^{\circ})$	L(mm)	Trị số A (-)	Nhiệt độ bột ($^{\circ}\text{C}$)	
1	11,6	25	7	12	500	-0,019	720	Ví dụ so sánh
2	11,6	25	7	14	500	0,016	1720	Ví dụ theo sáng chế
9	13,2	50	9,1	15	500	0,110	1856	Ví dụ theo sáng chế
10	13,2	50	9,1	10	500	0,022	1515	Ví dụ theo sáng chế
11	11,6	25	7	14	1000	-0,001	1300	Ví dụ so sánh
12	11,6	25	7	16	1000	0,034	1600	Ví dụ theo sáng chế
13	13,2	50	9,1	15	3000	0,018	1550	Ví dụ theo sáng chế

Fig.3 minh họa các kết quả thu được. Người ta nhận thấy rằng, từ các kết quả được minh họa trên Fig.3, khi sự tương quan vị trí giữa các vòi phun khí oxy tinh luyện $5b_1$ và vòi phun đốt $5b_2$ của vòi phun từ đỉnh thỏa mãn biểu thức $A = 1,7(R - r - d/2)/L + \tan(\theta - 12^{\circ}) - 0,0524 > 0$, thì nhiệt độ bột được tăng lên một cách đáng kể.

Điều kiện này được tính toán từ các quỹ đạo mở rộng vòi phun của khí đốt và vòi phun của khí oxy tinh luyện và trên cơ sở sự phát hiện này, sự tiếp xúc quá mức (sự ảnh hưởng) giữa khí oxy tinh luyện và ngọn lửa đốt làm giảm nhiệt độ của ngọn lửa đốt. Trong điều kiện này, sự ảnh hưởng giữa khí oxy tinh luyện và ngọn lửa đốt bị giảm và nhiệt độ ngọn lửa đốt cao có thể được duy trì. Như vậy bột có thể được làm nóng một cách hiệu quả.

Theo sáng chế, trong quá trình tinh luyện khử phospho (thỏi) hoặc quá trình tinh luyện khử cacbon trong khi khí oxy tinh luyện được thổi từ đỉnh, bột nguyên liệu bổ sung có thể được làm nóng một cách hiệu quả bằng ngọn lửa đốt và được cấp cho sắt nóng chảy. Như vậy, một lượng sắt vụn lớn hơn trước có thể được làm nóng chảy.

Điều này có thể làm giảm chi phí nung nóng chảy và tinh luyện liên quan với quá trình khử phospho và quá trình tinh luyện khử cacbon và đạt được sự bảo toàn nguồn nguyên liệu và sự bảo toàn năng lượng. Điều này cũng có thể làm ổn định sự vận hành lò thổi và tạo ra các kết quả có lợi về mặt công nghiệp.

Tốt hơn là trị số A bằng 0,20 như là giới hạn trên nhằm ngăn chặn sự bào mòn vật liệu chịu lửa do quá trình đốt cháy thứ cấp của khí oxy tinh luyện.

Độ cao vòi phun L được xác định nằm trong khoảng từ 2000 đến 5000mm trong quá trình vận hành lò thổi. Trong lò phản ứng có phần nổi nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2m, độ cao vòi phun L nằm trong khoảng từ 500 đến 2000mm.

Sắt nóng chảy phải được xử lý bởi vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo sáng chế tốt hơn là sắt nóng chảy được tạo ra trong các thiết bị sản xuất kim loại nóng như là các lò cao, (sắt nóng chảy được sử dụng trong quy trình khử phospho) hoặc là sắt nóng chảy đã được khử phospho sau quy trình khử phospho.

Trong tinh luyện sắt nóng chảy, nhiên liệu dùng cho vòi phun đốt có thể là một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại trong số các nhiên liệu dạng khí như là khí propan và khí C, các nhiên liệu lỏng như là dầu cặn và các nhiên liệu dạng rắn như là các loại chất dẻo.

Trong quá trình nạp bột hoặc hạt oxit kim loại hoặc quặng oxit vào lò nung chảy kiểu bể chứa sắt để tạo ra kim loại nóng chảy nhờ quá trình khử nóng chảy, nguyên liệu cacbon để khử oxit và nguyên liệu cacbon để bù trừ nhiệt của quá trình khử phải được bổ sung thêm. Oxit kim loại hoặc quặng oxit có thể là quặng sắt, bột thiêu kết, quặng crom, quặng mangan hoặc bụi được tạo ra trong quá trình sản xuất sắt.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Vòi phun từ đỉnh có kết cấu như được thể hiện trên Fig.2 được sử dụng. Kim loại nóng có thành phần như được thể hiện trong bảng 2 được nạp cùng với sắt vụn vào lò thổi phun từ đỉnh và đáy có năng suất là 2,5 tấn như được thể hiện trên Fig.1 và trải qua quá trình phun khử phospho trong các điều kiện như được thể hiện trong bảng 3.

Sau khi rót và tạo xỉ, kim loại nóng đã được khử phospho được nạp cùng với sắt vụn vào lò thổi phun từ đỉnh và đáy và trải qua quá trình phun khử cacbon trong các điều kiện như được thể hiện trong bảng 3. Ảnh hưởng của trị số A của vòi phun từ đỉnh đối với tỷ lệ trộn kim loại nóng được nghiên cứu. Bảng 4 thể hiện các kết quả.

Trong phun khử phospho, lò được nạp sắt vụn và tiếp đó là sắt nóng chảy có nhiệt độ là 1350°C. Khí oxy được cấp qua vòi phun từ đỉnh. Đồng thời, bột canxi oxit, khí oxy

đốt cháy và khí propan được thổi lên bề mặt sắt nóng chảy và khí argon được thổi như là khí trộn vào sắt nóng chảy qua các ống gió thổi từ đáy.

Trong quá trình thổi này, lượng sắt vụn nạp vào được điều chỉnh sao cho nhiệt độ hoàn thành khử phospho ở mức 1400°C. Lượng bổ sung canxi oxit được điều chỉnh sao cho độ kiềm (% khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂) của xỉ lò là 2,5.

Trong phun khử cacbon, lò được nạp sắt vụn và tiếp đó là sắt nóng chảy (sắt nóng chảy được khử phospho) có nhiệt độ là 1350°C. Khí oxy được cấp qua vòi phun từ đỉnh. Đồng thời, bột canxi oxit, khí oxy đốt cháy và khí propan được thổi lên bề mặt sắt nóng chảy và khí argon được thổi như là khí trộn vào sắt nóng chảy qua ống gió thổi từ đáy.

Lượng sắt vụn nạp vào được điều chỉnh sao cho nhiệt độ hoàn thành khử cacbon là 1680°C và hàm lượng cacbon là 0,05% khối lượng. Lượng bổ sung canxi oxit được điều chỉnh sao cho độ kiềm (% khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂) của xỉ lò là 3,5.

[Bảng 2]

Ví dụ theo sáng chế	Nhiệt độ sắt nóng chảy (°C) và thành phần hóa học (% khối lượng)						
	Nhiệt độ	C	Si	Mn	P	S	Cr
Phun khử phospho	1,350	4,4	0,20	0,21	0,120	0,011	tr
Phun khử cacbon	1,350	3,2	0,05	0,08	0,026	0,010	tr

[Bảng 3]

	Vòi phun từ đỉnh					Vòi phun phun từ đáy
	Canxi oxit	Khí propan	Khí oxy đốt cháy	Thổi khí oxy	Độ cao vòi phun	Khí argon
	kg/phút	Nm ³ /phút			m	Nm ³ /phút
Phun khử phospho	11	0,2	1,0	5,0	0,5	0,25
Phun khử cacbon	5	0,1	0,5	7,5	0,3	0,25

[Bảng 4]

		Năng suất đốt tấn	Thời gian thổi phút	Tỷ lệ trộn sắt vụn %	Đánh giá
Ví dụ 1 Trị số A = 0,110	Phun khử phospho	2,5	8,0	9,3	○
	Phun khử cacbon	2,5	16,1	4,2	
	Tổng	-	24,1	13,5	
Ví dụ 2 Trị số A = 0,051	Phun khử phospho	2,5	7,8	8,4	○
	Phun khử cacbon	2,5	16,2	3,8	
	Tổng	-	24,0	12,2	
Ví dụ 3 Trị số A = 0,016	Phun khử phospho	2,5	8,1	8,5	○
	Phun khử cacbon	2,5	15,3	4,1	
	Tổng	-	23,4	12,6	
Ví dụ so sánh 1 Trị số A = -0,012	Phun khử phospho	2,5	8,3	4,1	×
	Phun khử cacbon	2,5	16,0	2,7	
	Tổng	-	24,3	6,8	
Ví dụ so sánh 2 Trị số A = -0,019	Phun khử phospho	2,5	7,9	3,3	×
	Phun khử cacbon	2,5	15,8	2,9	
	Tổng	-	23,7	6,2	

Như được thấy rõ từ bảng 4, việc sử dụng vòi phun thổi có chức năng đốt theo sáng chế trong phun khử phospho và khử cacbon có thể làm tăng tỷ lệ trộn sắt vụn và làm giảm đáng kể tỷ lệ trộn kim loại nóng.

Để thực hiện khử nóng chảy đối với kim loại nóng chảy sử dụng vòi phun thổi theo sáng chế, 2,5 tấn kim loại nóng được nạp vào lò thổi và việc phun khí được bắt đầu ở lưu lượng dòng khí oxy tinh luyện là 7,5 Nm³/phút và lưu lượng dòng khí nitơ được thổi từ đáy là 0,25 Nm³/phút trong khi than cốc được cấp vào lò thổi một cách thích hợp.

Sau đó, nhiệt độ kim loại nóng được tăng lên đến 1600°C. Tại thời điểm khi nhiệt độ kim loại nóng đạt đến 1600°C, kim loại nóng bắt đầu được cấp bột quặng crom qua vòi phun từ đỉnh để thực hiện phun khử nóng chảy. Trong quá trình phun khử nóng chảy này, khí propan và khí oxy cấp cho đốt cũng bắt đầu được cấp qua vòi phun từ đỉnh, khi quá trình phun khử nóng chảy được bắt đầu.

Các lưu lượng dòng của khí propan và khí oxy tương ứng là 0,2 và 1,0 Nm³/phút. Trong quá trình phun khử nóng chảy, nhiệt độ của kim loại nóng được xác định khi cần thiết và mức độ cấp bột quặng crom được thay đổi sao cho nhiệt độ của kim loại nóng ở mức 1600°C, là thích hợp đối với quá trình khử nóng chảy.

Sau một khoảng thời gian định trước (khoảng 30 phút), việc cấp bột quặng crom, khí propan và khí oxy được dừng lại và việc thổi khí được tiếp tục thêm ba phút nhưng chỉ với việc cấp khí oxy được thổi từ phía trên.

Bảng 5 thể hiện kết quả của việc khảo sát sự tương quan giữa chỉ số sử dụng quặng crom và trị số A trong quá trình phun khử nóng chảy cùng với các kết quả của các ví dụ so sánh (các ví dụ so sánh 3 và 4; các điều kiện thổi đối với các ví dụ so sánh 3 và 4 là giống như các ví dụ 4 và 5). Các chỉ số sử dụng quặng crom trong bảng là dựa trên các chỉ số sử dụng theo ví dụ 5, được xác định ở mức 1,00.

[Bảng 5]

	Trị số A (-)	Thời gian khử nóng chảy (phút)	Chỉ số sử dụng quặng crom trong khử nóng chảy (-)	Đánh giá
Ví dụ 4	0,110	31,0	1,15	○
Ví dụ 5	0,051	32,0	1,00	○
Ví dụ so sánh 3	-0,012	32,0	0,82	×
Ví dụ so sánh 4	-0,019	31,0	0,79	×

Như được thấy rõ ràng từ bảng 5, chỉ số sử dụng của quặng crom trong quá trình phun khử nóng chảy là thấp ở các ví dụ so sánh 3 và 4 mà có trị số A bằng 0 hoặc nhỏ hơn.

Phương án thứ hai

Phương án thứ hai theo sáng chế hướng tới việc tinh luyện oxy hóa mà được thực hiện bằng cách cấp khí oxy hóa tinh luyện vào kim loại nóng trong lò thổi qua vòi phun từ đỉnh. Việc tinh luyện oxy hóa này hiện đang thông dụng bao gồm khử phospho sơ bộ của kim loại nóng và tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng. Sáng chế có thể được ứng dụng cho cả hai biện pháp xử lý tinh luyện oxy hóa này. Khi sáng chế được ứng dụng cho tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng, sáng chế có thể là được ứng dụng cho kim loại nóng đã trải qua quá trình khử phospho sơ bộ hoặc kim loại nóng không trải qua quá trình khử phospho sơ bộ. Sáng chế có thể được ứng dụng cho khử phospho sơ bộ và kim loại nóng được tinh luyện nhờ quá trình khử phospho sơ bộ có thể được trải qua quá trình tinh

luyện khử cacbon trong lò thổi theo sáng chế.

Kim loại nóng (sắt nóng chảy) để sử dụng trong sáng chế là kim loại nóng (sắt nóng chảy) được tạo ra bởi lò cao. Kim loại nóng này (sắt nóng chảy) được tiếp nhận bởi kết chứa vận chuyển kim loại nóng như là thùng chứa kim loại nóng chảy hoặc xe torpedo và được vận chuyển vào lò thổi trong đó quá trình khử phospho sơ bộ và quá trình tinh luyện khử cacbon được thực hiện. Sáng chế sẽ được mô tả một cách cụ thể hơn theo quá trình khử phospho sơ bộ tiêu biểu sau đây của kim loại nóng trong lò thổi có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thiết bị lò thổi được sử dụng theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.4, thiết bị lò thổi 101 bao gồm thân chính lò 102 và vòi phun từ đỉnh 103 có thể được lắp vào thân chính lò 102 và chuyển động lên và xuống ở trong đó. Thân chính lò 102 bao gồm vỏ 104. Vật liệu chịu lửa 105 được bố trí phía trong vỏ 104. Lỗ tháo 106 để rót kim loại nóng 126 ra sau quá trình khử phospho được bố trí trên phần phía trên của thân chính lò 102. Nhiều ống gió thổi từ đáy 107 để thổi khí trộn 128 được bố trí ở đáy của thân chính lò 102. Các ống gió thổi từ đáy 107 được lắp vào ống nạp khí 108. Các lò thổi có phần nổi lớn hơn so với các kết chứa vận chuyển kim loại nóng như là các thùng chứa kim loại nóng và các thùng chứa kiểu xe torpedo và cho phép kim loại nóng được khuấy một cách mạnh mẽ. Như vậy, các lò thổi có khả năng nung chảy cao nguồn sắt nguội và cho phép khử phospho nhanh với một lượng chất trợ dung canxi nhỏ.

Vòi phun từ đỉnh 103 được ghép nối với ống cấp chất nung chảy dạng bột 109, ống cấp khí nhiên liệu 110, ống cấp khí oxy hóa đốt cháy 111, ống cấp khí oxy hóa tinh luyện 112 và ống cấp nước làm nguội và ống xả (không được thể hiện trên hình vẽ) để cấp và xả nước làm nguội làm nguội vòi phun từ đỉnh 103. Khí trợ như là khí nitơ hoặc khí Ar và chất nung chảy dạng bột 129 chứa ít nhất một sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy được cấp vào ống cấp chất nung chảy dạng bột 109. Nhiên liệu khí như là khí propan, khí thiên nhiên hóa lỏng hoặc khí lò than cốc, được cấp vào ống cấp khí nhiên liệu 110. Khí oxy hóa đốt cháy như là khí oxy hoặc không khí để đốt cháy khí nhiên liệu được cấp vào ống cấp khí oxy hóa đốt cháy 111. Khí oxy hóa đốt cháy thường là khí oxy. Khí oxy hóa tinh luyện như là khí oxy, được cấp vào ống cấp khí oxy hóa tinh

luyện 112. Khí oxy hóa tinh luyện có thể là khí oxy (oxy tinh khiết công nghiệp), không khí giàu oxy hoặc hỗn hợp khí của khí oxy và khí có giá trị và thường là khí oxy. Trên Fig.4, khí oxy được cấp như là khí oxy hóa đốt cháy và khí khí oxy hóa tinh luyện.

Nhiên liệu lỏng hydrocacbon như là dầu cặn hoặc dầu hỏa có thể là được sử dụng thay thế khí nhiên liệu. Tuy nhiên, nhiên liệu lỏng hydrocacbon có thể gây tắc vòi phun ở đầu ra đường dẫn dòng của vòi phun từ đỉnh 103. Như vậy, khí nhiên liệu (nhiên liệu dạng khí) tốt hơn là được sử dụng trong phương án này. Việc sử dụng nhiên liệu dạng khí có thể ngăn chặn một cách có lợi sự tắc trong vòi phun, tạo thuận lợi cho việc điều chỉnh lưu lượng cấp và ngăn chặn không để ngọn lửa bị tắt do tính dễ bắt lửa của nó.

Đầu kia của ống cấp chất nung chảy dạng bột 109 mà không được lắp vào vòi phun từ đỉnh 103 được lắp vào thiết bị phân phối 113, chứa chất nung chảy dạng bột 129. Thiết bị phân phối 113 được lắp vào ống cấp khí vận chuyển chất nung chảy dạng bột 109A. Khí trơ được cấp vào thiết bị phân phối 113 qua ống cấp khí vận chuyển chất nung chảy dạng bột 109A thực hiện chức năng như khí vận chuyển đối với chất nung chảy dạng bột 129 chứa trong thiết bị phân phối 113. Chất nung chảy dạng bột 129 trong thiết bị phân phối 113 được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 qua ống cấp chất nung chảy dạng bột 109 và được thổi lên kim loại nóng 126 qua đầu chóp vòi phun từ đỉnh 103. Trên Fig.4, khí nitơ được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 như là khí vận chuyển đối với chất nung chảy dạng bột 129.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt thể hiện vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.5, vòi phun từ đỉnh 103 bao gồm thân chính vòi phun dạng hình trụ 114 và đường dẫn dòng làm mát vòi phun đúc bằng đồng 115 được liên kết vào, chẳng hạn, bằng cách hàn vào đầu phía dưới của thân chính vòi phun 114. Thân chính vòi phun 114 được kết cấu từ sáu ống thép dạng hình tròn đồng trục, tức là ống gấp sáu, bao gồm ống trong cùng 120, ống ngăn 121, ống phía trong 122, ống giữa 123, ống phía ngoài 124 và ống ngoài cùng 125.

Ống cấp chất nung chảy dạng bột 109 là nối thông với ống trong cùng 120. Chất nung chảy dạng bột 129, cùng với khí vận chuyển, đi qua ống trong cùng 120. Ống cấp khí nhiên liệu 110 là nối thông với ống ngăn 121. Khí nhiên liệu, như là khí propan, đi

qua khe hở giữa ống trong cùng 120 và ống ngăn 121. Ống cấp khí oxy hóa đốt cháy 111 là nối thông với ống phía trong 122. Khí oxy hóa đốt cháy nhiên liệu đi qua khe hở giữa ống ngăn 121 và ống phía trong 122. Ống cấp khí oxy hóa tinh luyện 112 là nối thông với ống giữa 123. Khí oxy hóa tinh luyện đi qua khe hở giữa ống phía trong 122 và ống giữa 123. Ống cấp nước làm nguội và ống xả là nối thông với ống phía ngoài 124 hoặc ống ngoài cùng 125. Nước làm nguội đi qua khe hở giữa ống giữa 123 và ống phía ngoài 124 và khe hở giữa ống phía ngoài 124 và ống ngoài cùng 125. Mặc dù nước làm nguội đi qua khe hở giữa ống giữa 123 và ống phía ngoài 124 và khe hở giữa ống phía ngoài 124 và ống ngoài cùng 125, cả hai đường có thể là đường cấp nước. Các đường được kết cấu sao cho nước làm nguội quay trở lại trong đường làm mát vòi phun 115.

Bên trong của ống trong cùng 120 nối thông với lỗ tâm 116 được bố trí gần như ở vị trí của trục tâm chính tâm của đường dẫn dòng làm mát vòi phun 115. Khoảng không gian ở giữa ống trong cùng 120 và ống ngăn 121 là nối thông với vòi thổi khí nhiên liệu 117 được tạo ra từ một vòi phun dạng vành tròn hoặc một số lỗ định chuẩn của vòi phun trên đường tròn đồng trục bao quanh lỗ tâm 116. Khoảng không gian giữa ống ngăn 121 và ống phía trong 122 là nối thông với vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118 được tạo ra từ một vòi phun dạng vành tròn hoặc một số lỗ định chuẩn của vòi phun trên đường tròn đồng trục bao quanh vòi thổi khí nhiên liệu 117. Khoảng không gian giữa ống phía trong 122 và ống giữa 123 là nối thông với một số các lỗ xung quanh 119 bao quanh vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118. Lỗ tâm 116 là vòi phun để thổi chất nung chảy dạng bột 129 cùng với khí vận chuyển. Vòi thổi khí nhiên liệu 117 là vòi phun để thổi khí nhiên liệu. Vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118 là vòi phun để thổi khí oxy hóa nhằm đốt cháy khí nhiên liệu. Các lỗ bao quanh 119 là các vòi phun để thổi khí oxy hóa tinh luyện. Nói cách khác, phía trong của ống trong cùng 120 đóng vai trò là đường cấp chất nung chảy dạng bột 131. Khoảng không gian giữa ống trong cùng 120 và ống ngăn 121 đóng vai trò là đường cấp khí nhiên liệu 132. Khoảng không gian giữa ống ngăn 121 và ống phía trong 122 đóng vai trò là đường cấp khí oxy hóa đốt cháy 133. Khoảng không gian giữa ống phía trong 122 và ống giữa 123 đóng vai trò là đường cấp khí oxy hóa tinh luyện 134. Khoảng không gian giữa ống giữa 123 và ống phía ngoài 124 và khoảng không gian giữa

ống phía ngoài 124 và ống ngoài cùng 125 đóng vai trò là đường cấp nước hoặc đường xả nước làm nguội. Như vậy vòi phun từ đỉnh 103 bao gồm đường cấp chất nung chảy dạng bột 131, đường cấp khí nhiên liệu 132, đường cấp khí oxy hóa đốt cháy 133 và đường cấp khí oxy hóa tinh luyện 134 tách rời và còn bao gồm đường cấp nước và đường xả nước làm nguội.

Lỗ tâm 116 là vòi phun thẳng. Các lỗ bao quanh 119 là các vòi phun dạng ống Lavan được tạo ra từ hai hình côn có mặt cắt ngang giảm và mặt cắt ngang tăng. Lỗ tâm 116 cũng có thể là vòi phun dạng ống Lavan. Vòi thổi khí nhiên liệu 117 và vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118 là các vòi phun thẳng có rãnh dạng vành tròn hoặc các vòi phun thẳng có mặt cắt ngang dạng hình tròn. Trong vòi phun dạng ống Lavan, mặt cắt ngang nhỏ nhất ở giữa hai hình côn có mặt cắt ngang giảm và mặt cắt ngang tăng được gọi là cổ họng.

Nhằm làm tăng tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội sử dụng thiết bị lò thổi 101, quá trình khử phospho của kim loại nóng 126 được thực hiện như được mô tả dưới đây theo sáng chế.

Trước hết, thân chính lò 102 được nạp nguồn sắt nguội. Nguồn sắt nguội có thể là sắt vụn như là các mảnh phế liệu thu được của các phôi đúc, các thổi đúc hoặc các tấm thép được tạo ra trong các xưởng nguội hoặc các đồ thải gia đình, được gom nhò từ trường sắt từ xỉ và tiếp theo là gang thổi nguội hoặc là sắt khử. Tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội tốt hơn là bằng 5% theo khối lượng hoặc lớn hơn tổng nguồn sắt (tỷ lệ trộn nguồn sắt nguội (% khối lượng) = $\text{lượng nguồn sắt nguội} \times 100 / (\text{lượng kim loại nóng} + \text{lượng nguồn sắt nguội})$). Khi tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội là dưới 5% theo khối lượng, ta thu được sự cải thiện không đáng kể về năng suất và mức độ giảm mức phát xạ khí CO₂ là không đạt yêu cầu. Tỷ lệ trộn tối đa của nguồn sắt nguội không bị giới hạn một cách cụ thể, với điều kiện là nhiệt độ của kim loại nóng sau quá trình khử phospho sơ bộ là nằm trong phạm vi theo yêu cầu. Khi nguồn sắt nguội là hầu như được nạp hoàn toàn, khí trộn 128 bắt đầu được thổi qua các ống gió thổi từ đáy 107.

Thân chính lò 102 được nạp nguồn sắt nguội và tiếp đó là kim loại nóng 126. Kim loại nóng 126 có thể có thành phần bất kỳ. Quá trình khử phospho sơ bộ có thể được thực

hiện trước nhờ quá trình khử lưu huỳnh hoặc quá trình khử silic. Kim loại nóng 126 trước khi xảy ra quá trình khử phospho sơ bộ chủ yếu được tạo ra từ cacbon: từ 3,8% đến 5,0% theo khối lượng, silic: 0,3% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, phospho: từ 0,08% đến 0,2% theo khối lượng và lưu huỳnh: 0,05% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Một lượng lớn xỉ 127 được tạo ra trong thân chính lò trong quá trình khử phospho sơ bộ dẫn đến hiệu suất khử phospho là thấp. Như vậy, nhằm làm giảm lượng xỉ trong lò để cải thiện hiệu suất khử phospho, silic trong kim loại nóng tốt hơn là được loại bỏ trước khi khử phospho sơ bộ ("quá trình khử silic của kim loại nóng") sao cho hàm lượng silic của kim loại nóng ở mức 0,20% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là ở mức 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Quá trình khử phospho có thể được thực hiện không có vấn đề gì khi nhiệt độ của kim loại nóng nằm trong khoảng từ 1200°C đến 1400°C. Trong trường hợp khi thực hiện khử silic, xỉ được tạo ra trong khi khử silic được loại bỏ trước khi khử phospho.

Khí tro sau đó được cấp vào thiết bị phân phối 113 và chất nung chảy dạng bột 129, cùng với khí tro, được thổi lên bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126 qua lỗ tâm 116 của vòi phun từ đỉnh 103. Hầu như đồng thời với quá trình thổi chất nung chảy dạng bột 129, khí nhiên liệu được phun qua vòi thổi khí nhiên liệu 117 của vòi phun từ đỉnh 103 và khí oxy hóa như là khí oxy được phun qua vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118. Ngọn lửa được tạo ra về phía dưới ở phía trước vòi phun của vòi phun từ đỉnh 103 về phía bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126.

Khi ngọn lửa được tạo ra ở đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 103, các lượng khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 hoặc tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy với khí nhiên liệu được điều chỉnh thỏa mãn biểu thức (1) sau đây sao cho tỷ lệ (1/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun từ đỉnh L là bằng 0,8 hoặc lớn hơn và 1,2 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó đốt cháy hoàn toàn khí nhiên liệu trong phần nổi của lò thổi.

$$0,4 \leq (G/F)/(G/F)_{st} \leq 1,0 \quad (1)$$

G là lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy (Nm³/phút) qua vòi phun từ đỉnh.

F là lưu lượng cấp khí nhiên liệu (Nm³/phút) qua vòi phun từ đỉnh.

$(G/F)_{st}$ là tỷ lệ hệ số tỷ lượng của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu với khí nhiên liệu.

Độ cao vòi phun từ đỉnh L là chỉ khoảng cách theo phương thẳng đứng từ bề mặt thùng chứa tĩnh tại của kim loại nóng 126 đến đầu đỉnh vòi phun của vòi phun từ đỉnh. Trị số giả định của vòi phun từ đỉnh là độ cao L theo sáng chế nằm trong khoảng từ 2,0 đến 5,0m. Vì trị số của phần nổi của lò thổi mà vào đó kim loại nóng 126 được nạp nằm trong khoảng từ 2,0 đến 5,0m. Phần nổi là độ cao (khoảng cách) từ bề mặt thùng chứa tĩnh tại của kim loại nóng 126 đến cửa nạp của két chứa tinh luyện như là lò thổi.

Khi $(G/F)/(G/F)_{st}$ là dưới 0,4 hoặc lớn hơn 1,0, khí nhiên liệu có thể bùng cháy trước khi khí nhiên liệu tiếp cận bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126 trong thân chính lò 102 hoặc nhiên liệu chưa cháy hết còn lại, dẫn đến hiệu suất lắng đọng nhiệt thấp của chất nung chảy dạng bột 129. Khi $(G/F)/(G/F)_{st}$ là bằng 0,4 hoặc lớn hơn và 1,0 hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun từ đỉnh L có thể được xác định là giữa 0,8 hoặc lớn hơn và 1,2 hoặc nhỏ hơn. Độ cao vòi phun từ đỉnh L là khoảng cách mà ở đó chất nung chảy dạng bột 129 chảy từ đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 103 vào bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126 và ngọn lửa phát sinh giữa đầu đỉnh của vòi phun và bề mặt thùng chứa. Khi tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun từ đỉnh L là gần với 1 và là nằm trong khoảng từ 0,8 hoặc lớn hơn và 1,2 hoặc nhỏ hơn, nhiên liệu tiêu thụ bởi ngọn lửa của vòi phun từ đỉnh được tiêu thụ một cách hiệu quả để cấp nhiệt cho chất nung chảy dạng bột 129 và như được thể hiện bởi thử nghiệm 2 sẽ được mô tả dưới đây, ngọn lửa của vòi phun từ đỉnh nung nóng một cách hiệu quả chất nung chảy dạng bột 129, thu được hiệu suất lắng đọng nhiệt cao.

Bổ sung vào biểu thức (1), tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy V_G (Nm/giây) tốt hơn là được duy trì sao cho thỏa mãn được biểu thức (2) dưới đây:

$$0,2 \leq V_G/C \leq 1,0 \quad (2)$$

trong đó V_G là tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy (Nm/giây) và

C là tốc độ âm thanh (Nm/giây).

Trị số V_G/C là nhỏ hơn 0,2 dẫn đến trạng thái được trộn kém của khí nhiên liệu và

khí oxy hóa đốt cháy và có xu hướng dẫn đến quá trình đốt cháy không hoàn toàn của khí nhiên liệu trong khoảng không gian giữa bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126 và đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 103. Trị số V_G/C là lớn hơn 1,0 có xu hướng dẫn đến làm bùng cháy khí nhiên liệu trước khi khí nhiên liệu tiếp cận vào bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126 và hiệu suất lắng đọng nhiệt thấp của chất nung chảy dạng bột 129. Tình trạng này có xu hướng dẫn đến hiệu suất lắng đọng nhiệt thấp của kim loại nóng (sắt nóng chảy) và tỷ lệ trộn thấp của nguồn sắt nguội như sắt vụn.

Khi khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 trong các điều kiện thỏa mãn biểu thức (1), khí nhiên liệu từ vòi thổi khí nhiên liệu 117 là tiếp giáp bằng khí oxy hóa đốt cháy từ vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118 theo các hướng kính của vòi phun từ đỉnh 103 mà khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy giao thoa với nhau. Như vậy, cũng vì nhiệt độ môi trường cao, khi các hàm lượng khí của khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy đạt đến các giới hạn bốc cháy của chúng, các loại khí bốc cháy và tạo ngọn lửa trong điều kiện vòi phun từ đỉnh 103 không cần đầu đánh lửa.

Thử nghiệm này được thực hiện đối với khả năng điều chỉnh độ dài ngọn lửa với độ cao vòi phun theo sự cấp khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy và điều chỉnh lượng khí oxy hóa đốt cháy được cấp sao cho thỏa mãn biểu thức (1).

Thử nghiệm 1

Bằng cách sử dụng thiết bị lò thổi 101 được thể hiện trên Fig.4, độ dài ngọn lửa được nghiên cứu trong trường hợp trong đó lượng khí oxy hóa đốt cháy được cấp được cho thay đổi. Thân chính lò 102 của thiết bị lò thổi 101 có thể chứa 350 tấn sắt nóng chảy. Thân chính lò 102 được nạp 300 tấn sắt nóng chảy. Vòi phun từ đỉnh 103 được bố trí ở vị trí mà ở đó vòi phun từ đỉnh có độ cao L là nằm trong khoảng từ 2,0 đến 5,0m. Một số thân chính của vòi phun 114 có thể có cùng các kích thước được tạo ra được lắp với các đường dẫn dòng làm mát vòi phun 115 của các mẫu khác nhau. Khí oxy hóa đốt cháy nhiên liệu và khí nhiên liệu được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 tạo ngọn lửa ở đầu phía dưới của vòi phun từ đỉnh 103.

Các đường dẫn dòng làm mát vòi phun 115 có lỗ tâm có đường kính trong là

55mm, vòi thổi khí nhiên liệu có khe hở rãnh dạng vành tròn là 6,5mm và các lỗ bao quanh là vòi phun dạng ống Lavan năm lỗ, từng lỗ có kích cỡ cổ họng là 50mm được bố trí theo một góc 15 độ đối với đường trục tâm của vòi phun. Các đường dẫn dòng làm mát vòi phun 115 có các vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118 với các kiểu khác nhau. Các vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118 là các rãnh khe hở dạng vành tròn. Các đường dẫn dòng làm mát vòi phun 115 có các kích thước nhất định khác nhau của các khe hở rãnh dạng vành tròn nằm trong khoảng từ 16,4 đến 25,4mm.

Từng đường dẫn dòng làm mát vòi phun 115 được hàn vào thân chính vòi phun tương ứng 114 để lắp ráp các vòi phun từ đỉnh 103 bao gồm các vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 118 có các khe hở khác nhau. Như vậy, trong quá trình tạo ngọn lửa, tốc độ phun (tốc độ xả (Nm/giây)) của khí oxy hóa đốt cháy có thể được thay đổi ngay cả khi lưu lượng dòng khí oxy hóa đốt cháy ($\text{Nm}^3/\text{giây}$) được cố định.

Khí nhiên liệu là khí propan (năng suất tỏa nhiệt: $100,5\text{MJ}/\text{Nm}^3$). Lưu lượng dòng cấp (lưu lượng cấp) F của khí propan là $12\text{ Nm}^3/\text{phút}$. Khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu và khí oxy hóa tinh luyện là khí oxy. Lưu lượng dòng cấp (lưu lượng cấp) G của khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu nằm trong khoảng từ 0 đến $75\text{ Nm}^3/\text{phút}$. Lưu lượng dòng cấp của khí oxy hóa tinh luyện nằm trong khoảng từ 485 đến $560\text{ Nm}^3/\text{phút}$. Tổng lưu lượng dòng cấp oxy vào thân chính lò 102 được giữ không đổi và là bằng $560\text{ Nm}^3/\text{phút}$ theo mỗi lần cấp. Tỷ lệ hệ số tỷ lượng $(G/F)_{st}$ của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí propan trên khí propan là 5,0.

Sau khi mỗi vòi phun từ đỉnh 103 được lựa chọn, khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy được thổi qua vòi phun từ đỉnh 103 được lựa chọn tạo ngọn lửa ổn định. Độ dài ngọn lửa được xác định theo cách quan sát trong các điều kiện khác nhau. Fig.6 là đồ thị thể hiện các kết quả đo đối với độ cao vòi phun từ đỉnh L là bằng 2,5m. Khái niệm "chỉ số độ dài ngọn lửa" trên trục tâm theo phương thẳng đứng trên Fig.6 là tỷ lệ " l/l_{st} " của độ dài ngọn lửa được xác định theo quan sát l từ đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 103 đến đầu đỉnh của ngọn lửa với độ dài ngọn lửa được xác định theo quan sát l_{st} với hệ số tỷ lượng. Tỷ lệ " $(G/F)/(G/F)_{st}$ " trên trục tâm nằm ngang trên Fig.6 là tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy với khí propan theo tương quan $(G/F)_{st}$.

Fig.6 là đồ thị thể hiện độ dài ngọn lửa có thể được thay đổi bằng cách thay đổi lượng khí oxy hóa đốt cháy được cấp vào. Như vậy, độ dài ngọn lửa thích hợp 1 được điều chỉnh đến độ cao vòi phun từ đỉnh L có thể được tạo ra bằng cách thay đổi lượng khí oxy hóa đốt cháy cần được cấp.

Tiếp theo, đặc tính lắng đọng nhiệt trên kim loại nóng được nghiên cứu bằng cách làm thay đổi độ cao vòi phun từ đỉnh L trong điều kiện của tỷ lệ đốt cháy theo lý thuyết " $(G/F)/(G/F)_{st} = 1$ " trong thử nghiệm 1 (thử nghiệm 2).

Thử nghiệm 2

Trong trường hợp mà tỷ lệ đốt cháy theo lý thuyết là một, khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 tạo ngọn lửa ở đầu phía dưới của vòi phun từ đỉnh 103 theo cùng phương thức như trong thử nghiệm 1, ngoại trừ tỷ lệ đốt cháy theo lý thuyết " $(G/F)/(G/F)_{st} = 1$ ". Chất nung chảy dạng bột được làm nóng. Lượng nhiệt được lắng đọng trên sắt nóng chảy với các độ cao vòi phun thổi khác nhau từ đỉnh L được tính toán từ sự tăng nhiệt độ của sắt nóng chảy.

Fig.7 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun L và chỉ số lắng đọng nhiệt. Chỉ số lắng đọng nhiệt là tỷ lệ nhiệt lắng đọng ở từng tỷ lệ (l/L) với nhiệt lắng đọng ở tỷ lệ $(l/L) = 1$ mà ở đó độ dài ngọn lửa l là bằng độ cao vòi phun L . Sự lắng đọng nhiệt trên kim loại nóng từ chất nung chảy dạng bột được làm nóng bởi ngọn lửa được giả thiết là hữu hiệu khi chỉ số lắng đọng nhiệt là trên 0,8. Từ Fig.7, được xác nhận rằng, sự lắng đọng của nhiệt hữu hiệu đạt được ở (l/L) nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,2. Chất nung chảy dạng bột 129 được phun từ lỗ tâm 116 cùng với khí trơ được làm nóng hoặc được làm nóng và được nóng chảy với nhiệt của ngọn lửa và chất nung chảy dạng bột được làm nóng hoặc được nóng chảy 129 được thổi vào bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126. Nhiệt của chất nung chảy dạng bột 129 được lắng đọng trên kim loại nóng 126 và làm tăng nhiệt độ của kim loại nóng 126, nhờ đó, thúc đẩy sự nóng chảy của nguồn sắt nguội được bổ sung. Chất nung chảy dạng bột 129 tốt hơn là chứa ít nhất một sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy.

Tiếp theo, ở cùng thời điểm này, khí oxy hóa tinh luyện, như là khí oxy, được thổi

lên bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126 qua các lỗ bao quanh 119 của vòi phun từ đỉnh 103. Quá trình phản ứng khử phospho của kim loại nóng 126 xảy ra khi phospho trong kim loại nóng phản ứng bằng khí oxy hóa hoặc sắt oxit tạo phospho oxit (P_2O_5) và phospho oxit được hấp thu vào xỉ 127 được tạo ra bởi quá trình tạo xỉ của chất trợ dung canxi. Mức độ khử phospho làm tăng sự gia tốc của quá trình tạo xỉ chất trợ dung canxi. Như vậy chất nung chảy dạng bột 129 tốt hơn là bằng chất trợ dung canxi, như là canxi oxit (CaO), đá vôi ($CaCO_3$) hoặc vôi ngâm nước ($Ca(OH)_2$). Hỗn hợp canxi oxit và chất xúc tác tạo xỉ như là canxi florua (CaF_2) hoặc là nhôm oxit (Al_2O_3), có thể là được sử dụng làm chất trợ dung canxi. Xỉ lò thổi (xỉ $CaO-SiO_2$) được tạo ra trong quy trình thổi khử cacbon của kim loại nóng 126 có thể được sử dụng toàn bộ hoặc một phần như là chất trợ dung canxi.

Chất trợ dung canxi được thổi lên bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126 như là chất nung chảy dạng bột 129 ngay lập tức tạo ra xỉ 127. Khí oxy hóa tinh luyện được cấp phản ứng với phospho trong kim loại nóng tạo phospho oxit. Trong khi kim loại nóng 126 và xỉ 127 được khuấy một cách mạnh mẽ bởi khí trộn 128, phospho oxit được phát sinh nhanh chóng được hấp thu vào trong xỉ 127. Như vậy, phản ứng khử phospho của kim loại nóng 126 diễn biến một cách nhanh chóng. Khi chất nung chảy dạng bột 129 không chứa chất trợ dung canxi, chất trợ dung canxi được nạp tách riêng từ cửa nạp liệu ở phần phía trên của lò.

Khi chất nung chảy dạng bột 129 chứa sắt oxit, như là quặng sắt hoặc vảy cán, sắt oxit đóng vai trò là nguồn oxy và phản ứng với phospho trong thép nóng chảy, nhờ đó thúc đẩy phản ứng khử phospho. Tiếp theo, sắt oxit phản ứng với chất trợ dung canxi tạo ra hợp chất $FeO-CaO$ trên bề mặt của chất trợ dung canxi, nhờ đó thúc đẩy quá trình tạo xỉ của chất trợ dung canxi và phản ứng khử phospho. Khi sắt oxit chứa chất liệu dễ cháy, như là bụi lò cao hoặc là bụi lò thổi, được sử dụng, chất liệu dễ cháy cháy lên bởi ngọn lửa và sự đốt cháy của chất liệu dễ cháy cũng nung nóng kim loại nóng 126.

Khi chất nung chảy dạng bột 129 chứa chất liệu dễ cháy, như là xỉ nhôm (Al oxit chứa từ 30 đến 50% khối lượng Al kim loại được tạo ra bởi phản ứng giữa Al và oxy trong không khí khi thổi đúc hoặc mảnh phế liệu Al bị nung chảy trong lò nung chảy)

hoặc than cốc, chất liệu dễ cháy bùng cháy bởi ngọn lửa và nhiệt đốt cháy của chất liệu dễ cháy góp phần nung nóng kim loại nóng 126 bổ sung vào nhiệt đốt cháy của nhiên liệu. Khi hỗn hợp của chất trợ dung canxi, sắt oxit và chất liệu dễ cháy được sử dụng làm chất nung chảy dạng bột 129, các kết quả tương ứng của chúng có thể đạt được.

Nhiệt của chất nung chảy dạng bột 129 được làm nóng hoặc được làm nóng và được nung chảy bởi ngọn lửa được tạo ra từ vòi phun từ đỉnh 103 được truyền cho kim loại nóng 126. Nhiệt đốt cháy của ngọn lửa ở đầu đỉnh vòi phun từ đỉnh phía trên kim loại nóng 126 cũng được truyền cho kim loại nóng 126. Nhiệt được truyền cho kim loại nóng 126, cùng với sự khuấy một cách mạnh mẽ của kim loại nóng 126 sẽ thúc đẩy sự nung chảy nguồn sắt nguội trong kim loại nóng. Nguồn sắt nguội được nung chảy hoàn toàn trong quá trình khử phospho.

Khi hàm lượng phospho của kim loại nóng 126 tiếp cận đến trị số đích của nó hoặc nhỏ hơn, tất cả cấp từ vòi phun từ đỉnh 103 vào kim loại nóng 126 được dừng lại và quá trình khử phospho hoàn thành. Sau quá trình khử phospho, thân chính lò 102 được nghiêng để rót kim loại nóng 126 đã trải qua quá trình khử phospho sơ bộ vào két chứa kim loại nóng, như là thùng chứa hoặc thùng chứa nạp lò thổi qua lỗ tháo 106 và kim loại nóng ra lò 126 được vận chuyển đến xí nghiệp cho quy trình tiếp theo.

Như được mô tả trên, theo sáng chế, lượng khí nhiên liệu và khí oxy cần được cấp để tạo ngọn lửa đốt ở đầu của vòi phun từ đỉnh có thể được điều chỉnh một cách thích hợp để điều chỉnh độ dài ngọn lửa tương ứng với độ cao bất kỳ trong số các độ cao vòi phun khác nhau. Kết quả là, chất nung chảy dạng bột 129 được cấp đến thân chính lò 102 qua vòi phun từ đỉnh 103 có thể được làm nóng một cách liên tục và thích hợp trước khi tiếp cận bề mặt thùng chứa kim loại nóng 126. Nhiệt của chất nung chảy dạng bột 129 được lắng đọng một cách chắc chắn trên kim loại nóng 126 và cải thiện mức dự phòng nhiệt của kim loại nóng 126. Giải pháp này có thể đạt được sự tăng đáng kể tỷ lệ trộn nguồn sắt nguội như sắt vụn, trong việc tinh luyện oxy hóa kim loại nóng 126 trong thiết bị lò thổi 101.

Ví dụ 2

Thiết bị lò thổi 101 và vòi phun từ đỉnh 103 có cùng các kích thước như trong các thử nghiệm 1 và 2 đã sử dụng. Thiết bị lò thổi 101 được nạp bởi kim loại nóng và sắt vụn. Vòi phun từ đỉnh 103 được lắp vào thân chính lò 102 ở độ cao vòi phun là 2,5m và tiếp đó là quá trình phun khử phospho (quá trình khử phospho sơ bộ của kim loại nóng) được thực hiện. Theo cùng phương thức như trong các thử nghiệm được mô tả trên, khí propan được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 như là nhiên liệu và khí oxy được cấp đến vòi phun từ đỉnh 103 như là khí oxy hóa đốt cháy và khí oxy hóa tinh luyện. Vòi phun từ đỉnh 103 có lỗ tâm với đường kính trong là 55mm, vòi thổi khí nhiên liệu có khe hở rãnh dạng vành tròn là 6,5mm, vòi phun khí oxy hóa đốt cháy có khe hở rãnh dạng vành tròn nằm trong khoảng từ 16,4 đến 25,4mm và các lỗ bao quanh của vòi phun dạng ống Laval nằm lỗ, từng lỗ có kích cỡ cổ họng là 50mm được bố trí theo một góc là 15 độ với đường trục tâm của vòi phun. Tốc độ xả có thể được làm thay đổi bằng cách thay đổi khe hở rãnh dạng vành tròn ngay cả với lưu lượng cấp không đổi. Trong quá trình phun khử phospho, khí oxy hóa đốt cháy được cấp đến thiết bị lò thổi 101 sao cho tỷ lệ (I/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun từ đỉnh L là bằng 0,8 hoặc lớn hơn và 1,2 hoặc nhỏ hơn và sao cho tỷ lệ dòng (G/F) của lưu lượng cấp (Nm³/phút) của khí oxy hóa đốt cháy được cấp qua đường cấp khí oxy hóa đốt cháy với mức độ cấp (Nm³/phút) của khí propan được cấp qua đường cấp khí nhiên liệu nằm trong khoảng từ 0,4 đến 1,0 lần tỷ lệ hệ số tỷ lượng (G/F)_{st} của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu với khí nhiên liệu (các ví dụ từ 21 đến 25). Với các mục đích so sánh, lượng khí oxy hóa đốt cháy được cấp bị giảm đến mức dưới 40% hoặc được tăng lên đến mức là trên 100% lượng khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu sao cho trị số (G/F)/(G/F)_{st} nằm ngoài khoảng từ 0,4 đến 1,0 (các ví dụ so sánh 21 và 22). Theo các ví dụ 22 và 23, tốc độ xả V_G (Nm/giây) của khí oxy hóa đốt cháy được điều chỉnh và khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu được cấp sao cho V_G/C nằm trong khoảng từ 0,2 đến 1,0. Theo các ví dụ 24 và 25, V_G/C nằm ngoài khoảng từ 0,2 đến 1,0. C là tốc độ âm thanh (Nm/giây) và là xấp xỉ 1150m/giây ở lân cận kim loại nóng có nhiệt độ là 1350°C.

Thân chính lò 202 được nạp sắt vụn vì không còn sắt vụn chưa nung chảy còn lại sau quá trình khử phospho và tiếp đó được nạp 300 tấn kim loại nóng có nhiệt độ là

1350°C. Bột trộn của canxi oxit, quặng sắt và bụi sản xuất thép, khí nhiên liệu, khí oxy hóa đốt cháy và khí oxy hóa tinh luyện tiếp đó được thổi vào bề mặt kim loại nóng qua vòi phun từ đỉnh 203 trong khi khí argon được thổi vào kim loại nóng như là khí trộn qua ống gió thổi từ đáy 7.

Lượng sắt vụn được điều chỉnh sao cho nhiệt độ hoàn thành quá trình khử phospho sơ bộ là 1400°C. Lượng canxi oxit được điều chỉnh sao cho tính kiềm (% khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂) của xỉ lò là 2,5.

Bảng 6 thể hiện thành phần của kim loại nóng được sử dụng trong quá trình khử phospho sơ bộ.

[Bảng 6]

Thành phần hóa học của kim loại nóng (% khối lượng)					
C	Si	Mn	P	S	Cr
4,4	0,20	0,21	0,120	0,011	tr

Bảng 7 thể hiện thành phần của bụi sản xuất thép.

[Bảng 7]

Thành phần hóa học của bụi sản xuất thép (% khối lượng)						
T.Fe	M.Fe	C	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
77,0	61,4	1,1	4,9	1,9	0,3	2,0

Lưu lượng thổi chất nung chảy dạng bột, các lưu lượng dòng của các loại khí khác nhau thổi qua vòi phun từ đỉnh, lưu lượng dòng khí được thổi từ đáy và độ dài ngọn lửa trong quá trình khử phospho sơ bộ được xác định như được thể hiện trong bảng 8. Lượng khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu cần được cấp được điều chỉnh và các trị số thu được của $(G/F)/(G/F)_{st}$ và V_G/C như được thể hiện trong bảng 8.

[Bảng 8]

	Vòi phun từ đỉnh									Thổi từ đáy
	Canxi oxit	Quặng sắt	Bụi sản xuất thép	Khí propan F	Khí oxy hóa đốt cháy G	Khí oxy hóa tinh luyện	(G/F)/(G/F) _{st}	V _G /C	Độ dài ngọn lửa	Khí argon
	kg/phút/tấn kim loại nóng			Nm ³ /phút/tấn kim loại nóng			-	-	m	Nm ³ /phút/tấn kim loại nóng
Ví dụ 21	2,0	0,4	0,6	0,1	0,35	2,15	0,7	0,5	2,4	0,1
Ví dụ 22	2,0	0,4	0,6	0,1	0,2	2,3	0,4	0,2	2,7	0,1
Ví dụ 23	2,0	0,4	0,6	0,1	0,5	2,0	1,0	0,5	2,1	0,1
Ví dụ 24	2,0	0,4	0,6	0,1	0,2	2,3	0,4	0,1	3,0	0,1
Ví dụ 25	2,0	0,4	0,6	0,1	0,5	2,0	1,0	1,1	1,9	0,1
Ví dụ so sánh 21	2,0	0,4	0,6	0,1	0,15	2,35	0,3	0,5	3,4	0,1
Ví dụ so sánh 22	2,0	0,4	0,6	0,1	0,6	1,9	1,2	0,2	1,6	0,1

Bảng 9 thể hiện các kết quả quá trình khử phospho sơ bộ thu được bằng cách sử dụng phương pháp vận hành trong các điều kiện vận hành được mô tả ở trên. Tỷ lệ trộn sắt vụn được thay đổi một cách khác nhau và Bảng 9 thể hiện tỷ lệ trộn sắt vụn cao nhất ở đó không còn sắt vụn chưa nung chảy nằm lại sau quá trình khử phospho.

[Bảng 9]

	Thời gian thổi	Tỷ lệ trộn sắt vụn
	phút	%
Ví dụ 21	8,0	6,0
Ví dụ 22		6,4
Ví dụ 23		6,4
Ví dụ 24		5,5
Ví dụ 25		5,5
Ví dụ so sánh 21		2,3
Ví dụ so sánh 22		2,2

Rõ ràng từ bảng 9, sự so sánh của các ví dụ từ 21 đến 25 với các ví dụ so sánh 21 và 22 với thời gian thổi và tỷ lệ trộn sắt vụn chứng tỏ rằng, phương pháp theo sáng chế cho phép vận hành với tỷ lệ trộn sắt vụn cao hơn ngay cả khi thời gian thổi đối với quá trình khử phospho sơ bộ của kim loại nóng được cố định ở mức 8 phút. Như vậy, sáng chế có thể đề xuất quá trình khử phospho sơ bộ hữu hiệu đối với kim loại nóng.

Các ví dụ từ 21 đến 23 đáp ứng tỷ lệ V_G/C bằng 0,2 hoặc lớn hơn và 1,0 hoặc nhỏ hơn, cho phép vận hành với tỷ lệ trộn sắt vụn cao hơn so với các ví dụ 24 và 25 là các

phương án có tỷ lệ V_G/C nằm ngoài phạm vi này. Như vậy, quá trình khử phospho sơ bộ hữu hiệu hơn của kim loại nóng có thể được thực hiện với tỷ lệ V_G/C bằng 0,2 hoặc lớn hơn và bằng 1,0 hoặc nhỏ hơn.

Phương án thứ ba

Sáng chế đề cập đến việc tinh luyện oxy hóa là quá trình được thực hiện bằng cách cấp khí oxy hóa tinh luyện vào sắt nóng chảy trong lò phản ứng có phần nổi nhỏ, dạng như là xe torpedo, thùng chứa kim loại nóng hoặc lò điện, qua vòi phun từ đỉnh. Việc tinh luyện oxy hóa này hiện tại bao gồm quá trình khử phospho của kim loại nóng và thép nóng chảy và quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng và sáng chế có thể được ứng dụng cho các biện pháp tinh luyện oxy hóa bất kỳ. Khi sáng chế được ứng dụng cho quá trình tinh luyện khử cacbon của kim loại nóng, sáng chế có thể được ứng dụng cho cả kim loại nóng trải qua quá trình khử phospho hoặc kim loại nóng không trải qua quá trình khử phospho. Sáng chế có thể được ứng dụng cho quá trình khử phospho của kim loại nóng và kim loại nóng được tinh luyện nhờ quá trình khử phospho có thể được trải qua quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò phản ứng theo sáng chế.

Sáng chế đề cập đến phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy qua việc tinh luyện oxy hóa trong lò phản ứng. Theo các phương án sau đây, kim loại nóng được tạo ra trong lò cao được sử dụng làm sắt nóng chảy tiêu biểu. Sáng chế sẽ được mô tả một cách cụ thể hơn với quá trình khử phospho của kim loại nóng này trong lò phản ứng dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Fig.8 là hình vẽ mặt cắt thể hiện thiết bị nung chảy được sử dụng theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.8, thiết bị nung chảy 201 bao gồm lò phản ứng 202 và vòi phun từ đỉnh 203 có thể được lắp vào lò phản ứng 202 và chuyển động lên và xuống ở trong đó. Vật liệu chịu lửa được bố trí phía trong lò phản ứng 202. Vòi phun từ đỉnh 203 được lắp vào ống cấp chất nung chảy dạng bột 204, ống cấp khí nhiên liệu 205, ống cấp khí oxy hóa đốt cháy 206, ống cấp khí oxy hóa tinh luyện 207 và ống cấp nước làm nguội và ống xả (không được thể hiện trên hình vẽ) để cấp và xả nước làm nguội để làm nguội vòi phun từ đỉnh 203. Cùng với khí trơ như là khí nitơ hoặc khí Ar, chất nung chảy dạng bột 228 chứa ít nhất một sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy được cấp vào ống

cấp chất nung chảy dạng bột 204. Nhiên liệu khí như là khí propan, khí thiên nhiên hóa lỏng hoặc khí lò than cốc, được cấp vào ống cấp khí nhiên liệu 205. Khí oxy hóa đốt cháy như là khí oxy hoặc không khí để đốt khí nhiên liệu được cấp vào ống cấp khí oxy hóa đốt cháy 206. Đôi bằng khí oxy hóa đốt cháy, khí oxy thường được sử dụng. Khí oxy hóa tinh luyện, như là khí oxy, được cấp vào ống cấp khí oxy hóa tinh luyện 207. Đối với khí oxy hóa tinh luyện khí oxy (oxy tinh khiết công nghiệp), không khí giàu oxy hoặc hỗn hợp khí của khí oxy và khí có giá trị có thể được sử dụng và khí oxy thường được sử dụng. Trên Fig.8, khí oxy hóa đốt cháy và khí oxy hóa tinh luyện là khí oxy.

Nhiên liệu lỏng hydrocarbon như là dầu cặn hoặc dầu hỏa, có thể được sử dụng thay thế cho khí nhiên liệu. Tuy nhiên, nhiên liệu lỏng hydrocarbon có thể gây tắc trong vòi phun ở đầu ra đường dẫn dòng của vòi phun từ đỉnh 203. Như vậy, khí nhiên liệu (nhiên liệu dạng khí) tốt hơn là được sử dụng trong phương án này. Việc sử dụng nhiên liệu dạng khí có thể ngăn chặn một cách có lợi sự tắc trong vòi phun, tạo thuận lợi cho việc điều khiển lưu lượng cấp và ngăn chặn không để ngọn lửa tắt vì tính dễ cháy của nó.

Đầu kia của ống cấp chất nung chảy dạng bột 204 không được lắp ráp bằng vòi phun từ đỉnh 203 được lắp vào thiết bị phân phối 213 chứa chất nung chảy dạng bột 228. Thiết bị phân phối 213 được lắp vào ống cấp khí vận chuyển chất nung chảy dạng bột 204A. Khí tro được cấp đến thiết bị phân phối 213 qua ống cấp khí vận chuyển chất nung chảy dạng bột 204A thực hiện chức năng như là khí vận chuyển đối với chất nung chảy dạng bột 228 trong thiết bị phân phối 213. Chất nung chảy dạng bột 228 trong thiết bị phân phối 213 được cấp đến vòi phun từ đỉnh 203 qua ống cấp chất nung chảy dạng bột 204 và được thổi lên kim loại nóng 226 qua đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 203. Trên Fig.8, khí nitơ được cấp đến vòi phun từ đỉnh 203 như là khí vận chuyển đối với chất nung chảy dạng bột 228.

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt thể hiện vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.9, vòi phun từ đỉnh 203 bao gồm thân chính vòi phun dạng hình trụ 214 và đường dẫn dòng làm mát vòi phun đúc bằng đồng 215 được liên kết vào, chẳng hạn là bằng cách hàn vào đầu phía dưới của thân chính vòi phun 214. Thân chính vòi phun 214 được tạo ra từ sáu thép ống dạng tròn đồng trục, tức là ống gấp sáu, bao

gồm ống trong cùng 220, ống ngăn 221, ống phía trong 222, ống giữa 223, ống phía ngoài 224 và ống ngoài cùng 225.

Ống cấp chất nung chảy dạng bột 204 nối thông với ống trong cùng 220. Chất nung chảy dạng bột 228, cùng với khí vận chuyển, đi qua phía trong của ống trong cùng 220. Ống cấp khí nhiên liệu 205 là nối thông với ống ngăn 221. Khí nhiên liệu như là khí propan đi qua khe hở giữa ống trong cùng 220 và ống ngăn 221. Ống cấp khí oxy hóa đốt cháy 206 là nối thông với ống phía trong 222. Khí oxy hóa đốt cháy nhiên liệu đi qua khe hở giữa ống ngăn 221 và ống phía trong 222. Ống cấp khí oxy hóa tinh luyện 207 là nối thông với ống giữa 223. Khí oxy hóa tinh luyện đi qua khe hở giữa ống phía trong 222 và ống giữa 223. Ống cấp nước làm nguội và ống xả là nối thông với ống phía ngoài 224 hoặc ống ngoài cùng 225. Nước làm nguội đi qua khe hở giữa ống giữa 223 và ống phía ngoài 224 và khe hở giữa ống phía ngoài 224 và ống ngoài cùng 225. Mặc dù nước làm nguội đi qua khe hở giữa ống giữa 223 và ống phía ngoài 224 và khe hở giữa ống phía ngoài 224 và ống ngoài cùng 225, cả hai có thể là đường cấp nước. Các đường dẫn được kết cấu sao cho nước làm nguội đưa trở lại đường dẫn dòng làm mát vòi phun 215.

Phía trong của ống trong cùng 220 là nối thông với lỗ tâm 216 được bố trí gần như ở vị trí trục tâm chính tâm của đường dẫn dòng làm mát vòi phun 215. Khoảng không gian giữa ống trong cùng 220 và ống ngăn 221 là nối thông với vòi thổi khí nhiên liệu 217 được tạo ra từ một vòi phun dạng vành tròn hoặc một số lỗ định chuẩn của vòi phun trên đường tròn đồng trục bao quanh lỗ tâm 216. Khoảng không gian giữa ống ngăn 221 và ống phía trong 222 là nối thông với vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 được tạo ra từ một vòi phun dạng vành tròn hoặc một số lỗ định chuẩn của vòi phun trên đường tròn đồng trục bao quanh vòi thổi khí nhiên liệu 217. Khoảng không gian giữa ống phía trong 222 và ống giữa 223 là nối thông với một số các lỗ bao quanh 219 bao quanh vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218. Lỗ tâm 216 là vòi phun để thổi chất nung chảy dạng bột 228 cùng với khí vận chuyển. Vòi thổi khí nhiên liệu 217 là vòi phun để thổi khí nhiên liệu. Vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 là vòi phun để thổi khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu. Các lỗ bao quanh 219 là các vòi phun để thổi khí oxy hóa tinh luyện. Nói cách khác, phía trong ống trong cùng 220 đóng vai trò là đường cấp chất nung chảy dạng bột 231.

Khoảng không gian giữa ống trong cùng 220 và ống ngăn 221 đóng vai trò là đường cấp khí nhiên liệu 232. Khoảng không gian giữa ống ngăn 221 và ống phía trong 222 đóng vai trò là đường cấp khí oxy hóa đốt cháy 233. Khoảng không gian giữa ống phía trong 222 và ống giữa 223 đóng vai trò là đường cấp khí oxy hóa tinh luyện 234. Khoảng không gian giữa ống giữa 223 và ống phía ngoài 224 và khoảng không gian giữa ống phía ngoài 224 và ống ngoài cùng 225 đóng vai trò là đường cấp nước hoặc đường xả nước làm nguội. Nói cách khác, vòi phun từ đỉnh 203 bao gồm đường cấp chất nung chảy dạng bột 231, đường cấp khí nhiên liệu 232, đường cấp khí oxy hóa đốt cháy 233 và đường cấp khí oxy hóa tinh luyện 234 tách riêng và còn bao gồm đường cấp nước và đường xả nước làm nguội.

Lỗ tâm 216 là vòi phun thẳng. Các lỗ bao quanh 219 là các vòi phun dạng ống Lavan được tạo ra từ hai hình nón có mặt cắt ngang giảm và mặt cắt ngang tăng. Lỗ tâm 216 cũng có thể là các vòi phun dạng ống Lavan. Vòi thổi khí nhiên liệu 217 và vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 là các vòi phun thẳng có rãnh dạng vành tròn hoặc các vòi phun thẳng có mặt cắt ngang dạng hình tròn. Mặt cắt ngang nhỏ nhất giữa hai hình nón có mặt cắt ngang giảm và mặt cắt ngang tăng trong vòi phun dạng ống Lavan được gọi là cổ họng.

Nhằm làm giảm tỷ lệ trộn kim loại nóng và làm tăng tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội hoặc làm tăng mức dự phòng nhiệt của kim loại nóng (sắt nóng chảy) sử dụng thiết bị nung chảy 201, kim loại nóng 226 trải qua quá trình khử phospho theo sáng chế như sẽ được mô tả dưới đây.

Trước hết, lò phản ứng 202 được nạp từ nguồn sắt nguội. Nguồn sắt nguội có thể là sắt vụn như là các mảnh phế liệu thu được từ các phôi đúc, các thỏi đúc hoặc các tấm thép được tạo ra trong các xưởng nguội hoặc các đồ thải gia đình, sắt được gom theo phương pháp từ trường từ xỉ và cả gang thổi nguội hoặc sắt khử. Tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội tốt hơn là bằng 5% theo khối lượng hoặc lớn hơn của tổng nguồn sắt (tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội (% khối lượng) = $\frac{\text{lượng nguồn sắt nguội} \times 100}{\text{lượng kim loại nóng} + \text{lượng nguồn sắt nguội}}$). Khi tỷ lệ trộn của nguồn sắt nguội là dưới 5% theo khối lượng, kết quả này dẫn đến sự cải thiện không đáng kể về năng suất và mức giảm không đáng kể

mức phát xạ khí CO₂. Tỷ lệ trộn tối đa của nguồn sắt nguội không bị giới hạn một cách cụ thể, với điều kiện là nhiệt độ của kim loại nóng sau quá trình khử phospho là nằm trong phạm vi yêu cầu.

Lò phản ứng 202 được nạp bởi nguồn sắt nguội và tiếp đó là kim loại nóng 226. Kim loại nóng 226 có thể có thành phần bất kỳ. Quá trình khử phospho sơ bộ có thể xảy ra trước bởi quá trình khử lưu huỳnh hoặc quá trình khử silic. Kim loại nóng 226 trước khi khử phospho sơ bộ được tạo ra chủ yếu là từ cacbon: từ 3,8% đến 5,0% theo khối lượng, silic: 0,3% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, phospho: từ 0,08% đến 0,2% theo khối lượng và lưu huỳnh: 0,05% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Việc tạo ra một lượng lớn xỉ 227 trong lò phản ứng 202 trong quá trình khử phospho sơ bộ dẫn đến hiệu suất của quá trình khử phospho là thấp. Như vậy, nhằm làm giảm lượng xỉ trong lò để cải thiện hiệu suất quá trình khử phospho, silic trong kim loại nóng tốt hơn là được loại bỏ trước khi khử phospho sơ bộ, trước khi tinh luyện khử cacbon trong lò thổi ("khử silic của kim loại nóng") sao cho hàm lượng silic của kim loại nóng là bằng 0,20% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Quá trình khử phospho có thể được thực hiện mà không xảy ra các vấn đề khi nhiệt độ của kim loại nóng nằm trong khoảng từ 1200°C đến 1400°C. Trong trường hợp khi thực hiện khử silic, xỉ được tạo ra trong khi khử silic được loại bỏ trước khi khử phospho.

Sau đó khí trơ được cấp đến thiết bị phân phối 213 và chất nung chảy dạng bột 228, cùng với khí trơ được thổi lên bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226 qua lỗ tâm 216 của vòi phun từ đỉnh 203. Hầu như đồng thời với quá trình thổi chất nung chảy dạng bột 228, khí nhiên liệu được phun qua vòi thổi khí nhiên liệu 217 của vòi phun từ đỉnh 203 và khí oxy hóa như là khí oxy được phun qua vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218. Ngọn lửa được tạo ra về phía dưới ở phía trước của vòi phun từ đỉnh 203 về phía bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226.

Khi ngọn lửa được tạo ra ở đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 203, lượng khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy được cấp đến vòi phun từ đỉnh 203 hoặc tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy với khí nhiên liệu và tỷ lệ của tốc độ xả khí oxy đốt cháy với tốc độ âm thanh được điều chỉnh trong phạm vi cho trước thỏa mãn biểu thức (3) sau đây sao cho tỷ

lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun từ đỉnh của L là bằng 0,8 hoặc lớn hơn và bằng 1,2 hoặc nhỏ hơn, nhờ đó để đốt cháy hoàn toàn khí nhiên liệu trong phần nổi của lò phản ứng.

$$1,0 \leq (G/F)/(G/F)_{st} \leq 5,0 \quad (3)$$

G là lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy ($Nm^3/phút$) qua vòi phun từ đỉnh.

F là lưu lượng cấp khí nhiên liệu ($Nm^3/phút$) qua vòi phun từ đỉnh.

$(G/F)_{st}$ là tỷ lệ hệ số tỷ lệ lượng của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu với khí nhiên liệu.

Độ cao vòi phun từ đỉnh L là khoảng cách theo phương thẳng đứng từ bề mặt thùng chứa tĩnh tại của kim loại nóng 226 đến đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh. Trị số giả định của độ cao vòi phun từ đỉnh L theo sáng chế nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2,0m. Sở dĩ như vậy là vì trị số phần nổi của kết tinh luyện mà vào đó kim loại nóng 226 được nạp nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2,0m. Phần nổi là độ cao (khoảng cách) từ bề mặt thùng chứa tĩnh tại kim loại nóng 226 đến cửa nạp của lò phản ứng.

Khi tỷ lệ $(G/F)/(G/F)_{st}$ là dưới 1,0 hoặc lớn hơn 5,0, khí nhiên liệu có thể được đốt cháy trước khi khí nhiên liệu tiếp cận vào bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226 trong lò phản ứng 202 hoặc nhiên liệu chưa cháy hết có thể vẫn còn lại dẫn đến hiệu suất lắng đọng nhiệt thấp của chất nung chảy dạng bột 228. Khi tỷ lệ $(G/F)/(G/F)_{st}$ là bằng 1,0 hoặc lớn hơn và bằng 5,0 hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun từ đỉnh L có thể được xác định là ở giữa 0,8 hoặc lớn hơn và 1,2 hoặc nhỏ hơn. Độ cao vòi phun từ đỉnh L là khoảng cách mà ở đó chất nung chảy dạng bột 228 chảy từ đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 203 vào bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226 và ngọn lửa phát sinh ở giữa đầu đỉnh của vòi phun và bề mặt thùng chứa. Khi tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun từ đỉnh L là gần bằng 1 và nằm trong khoảng từ 0,8 hoặc lớn hơn và 1,2 hoặc nhỏ hơn, nhiên liệu được tiêu thụ bởi ngọn lửa của vòi phun từ đỉnh được tiêu thụ một cách hiệu quả để nung nóng chất nung chảy dạng bột 228 và như được thể hiện bởi thử nghiệm 2 sẽ được mô tả dưới đây, ngọn lửa của vòi phun từ đỉnh nung nóng một cách hiệu quả chất nung chảy dạng bột 228, thu được hiệu suất lắng đọng nhiệt cao.

Bổ sung vào biểu thức (3), lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy G tốt hơn là được điều chỉnh sao cho tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy thỏa mãn biểu thức (4) sau đây khi ngọn lửa được phát sinh.

$$1,0 \leq V_G/C \leq 3,0 \quad (4)$$

V_G là tốc độ dòng xả khí oxy hóa đốt cháy (Nm/giây).

C là tốc độ âm thanh (Nm/giây).

Trị số V_G/C nhỏ hơn 1,0 dẫn đến trạng thái được trộn kém của khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy và có xu hướng dẫn đến quá trình đốt cháy không hoàn toàn khí nhiên liệu trong khoảng không gian ở giữa bề mặt thùng chứa kim loại nóng (sắt nóng chảy) 226 và đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh 203 ngay cả trong lò phản ứng có phần nổi nhỏ. Trị số V_G/C lớn hơn 3,0 có xu hướng dẫn đến đốt cháy sạch khí nhiên liệu trước khi khí nhiên liệu tiếp cận vào bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226 và hiệu suất lắng đọng nhiệt thấp của chất nung chảy dạng bột 228. Điều này dẫn đến hiệu suất lắng đọng nhiệt thấp của kim loại nóng (sắt nóng chảy) và gây khó khăn cho quá trình cải thiện mức dự phòng nhiệt của kim loại nóng (sắt nóng chảy). Hơn nữa, khi nguồn sắt nguội, như sắt vụn, được bổ sung vào kim loại nóng 226 (sắt nóng chảy), khó làm tăng tỷ lệ trộn nguồn sắt nguội.

Khi khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy được cấp trong các điều kiện thỏa mãn các biểu thức (3) và (4), khí nhiên liệu từ vòi thổi khí nhiên liệu 217 như vậy là tiếp giáp bằng khí oxy hóa đốt cháy từ vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 theo các hướng kính của vòi phun từ đỉnh 203 mà khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy giao thoa với nhau. Như vậy, cũng vì nhiệt độ môi trường cao, khi các hàm lượng khí của khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy trong các giới hạn tính dễ bốc cháy của chúng, các loại khí bốc cháy và tạo ra ngọn lửa trong điều kiện vòi phun từ đỉnh 203 mà không cần đốt. Hơn nữa, hiệu suất lắng đọng nhiệt của sắt nóng chảy (sắt nóng chảy) hy vọng tiếp tục được cải thiện.

Theo thử nghiệm sau đây, thử nghiệm này chứng tỏ rằng, độ dài ngọn lửa l có thể được điều chỉnh đến độ cao vòi phun L bằng cách cấp khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy và điều chỉnh lượng khí oxy hóa đốt cháy cần được cấp nhằm thỏa mãn được các

biểu thức (3) và (4).

Thử nghiệm 3

Độ dài ngọn lửa được nghiên cứu với các lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy khác nhau ($\text{Nm}^3/\text{phút}$) và các tốc độ thổi khí oxy hóa đốt cháy khác nhau (các tốc độ xả ($\text{Nm}/\text{giây}$)) bằng cách sử dụng thiết bị lò phản ứng giống với thiết bị nung chảy 201 được thể hiện trên Fig.8. Lò phản ứng 202 của thiết bị nung chảy 201 có thể chứa 200 tấn sắt nóng chảy. Vòi phun từ đỉnh 203 được bố trí ở vị trí trong đó độ cao vòi phun từ đỉnh L nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2,0m. Một số thân chính vòi phun 214 có cùng các kích thước được tạo ra và các đường dẫn dòng làm mát vòi phun 215, từng mảnh có các kiểu dáng khác nhau được tạo ra.

Từng đường dẫn dòng làm mát vòi phun 215 có chung nhau lỗ giữa có đường kính trong là 11,5mm, vòi thổi khí nhiên liệu có khe hở rãnh dạng vành tròn là 1mm và các lỗ bao quanh vòi phun dạng ống Lavan ba lỗ, mỗi lỗ có kích cỡ cỡ họng là 4,3mm được bố trí theo một góc là 15 độ với đường trục tâm của vòi phun, tức là tất cả các lỗ bao quanh được bố trí theo cùng một góc với đường trục tâm của vòi phun. Mặt khác, các đường dẫn dòng làm mát vòi phun 215 có các vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 với các kiểu dáng khác nhau. Các vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 là các khe hở rãnh dạng vành tròn. Các đường dẫn dòng làm mát vòi phun 215 có các kích thước đã định khác nhau của các khe hở rãnh dạng vành tròn nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5mm.

Từng đường dẫn dòng làm mát vòi phun 215 được hàn với thân chính vòi phun tương ứng 214 để lắp ráp các vòi phun từ đỉnh 203 bao gồm các vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 có các khe hở khác nhau. Như vậy, theo quá trình tạo ra ngọn lửa, tốc độ phun (tốc độ xả ($\text{Nm}/\text{giây}$)) của khí oxy hóa đốt cháy có thể được làm thay đổi ngay cả khi lưu lượng dòng khí oxy hóa đốt cháy ($\text{Nm}^3/\text{giây}$) được cố định.

Một vòi phun từ đỉnh 203 được lựa chọn từ trong số các vòi phun từ đỉnh 203. Khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu được cấp qua vòi phun từ đỉnh 203 tạo ngọn lửa ở đầu phía dưới của vòi phun từ đỉnh 203. Chất nung chảy dạng bột được cấp đến lò phản ứng 202 qua lỗ tâm thẳng dạng hình tròn của vòi phun từ đỉnh 203. Khí nhiên

liệu được cấp đến lò phản ứng 202 qua vòi thổi khí nhiên liệu vành tròn (hình tròn). Khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu được cấp đến lò phản ứng 202 qua vòi thổi khí nhiên liệu vành tròn (hình tròn). Khí oxy hóa tinh luyện được cấp đến lò phản ứng 202 qua các lỗ bao quanh của vòi phun dạng ống Lavan được bố trí trên đường tròn đồng trục. Ngọn lửa được tạo ra nhiều hơn một theo kiểu này.

Khí nhiên liệu là khí propan (năng suất tỏa nhiệt: $100,5 \text{ MJ/Nm}^3$). Lưu lượng dòng cấp (lưu lượng cấp) F của khí propan là $1,0 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu và khí oxy hóa tinh luyện là khí oxy. Lưu lượng dòng cấp (lưu lượng cấp) G của khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu nằm trong khoảng từ 5 đến $8,8 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Lưu lượng dòng cấp của khí oxy hóa tinh luyện nằm trong khoảng từ $46,2$ đến $50 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Tổng lưu lượng dòng cấp oxy trên lò phản ứng 2 được cố định là $55 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Tỷ lệ hệ số tỷ lượng $(G/F)_{st}$ của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí propan với khí propan là 5,0. Tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy là bằng hoặc lớn hơn tốc độ âm thanh.

Sau khi khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy được thổi qua vòi phun từ đỉnh 203 được tạo ra ngọn lửa ổn định, độ dài ngọn lửa được xác định theo quan sát trong các điều kiện khác nhau. Fig.10 là đồ thị thể hiện các kết quả đo. Tỷ số $“(G/F)/(G/F)_{st}”$ trên trục hoành trên Fig.10 là tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy với khí propan tương đối $(G/F)_{st}$. Cụm từ “chỉ số độ dài ngọn lửa” trên trục tung trên Fig.10 là chỉ tỷ lệ $“l/l_{st}”$ của l với độ dài ngọn lửa l_{st} theo tỷ lệ tỷ lượng. Lưu lượng dòng cấp (lưu lượng cấp) F của khí propan với $(G/F)_{st}$ là $1,0 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Lưu lượng dòng cấp (lưu lượng cấp) G của khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu với $(G/F)_{st}$ là $5,0 \text{ Nm}^3/\text{phút}$. Độ dài ngọn lửa là $1,2 \text{ m}$ trong trường hợp này.

Như được thể hiện trên Fig.10, người ta nhận thấy rằng, khi lượng khí oxy hóa đốt cháy cần được cấp được thay đổi và khi tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy là trên tốc độ âm thanh, độ dài ngọn lửa biến đổi tương đối với độ dài ngọn lửa theo quá trình đốt cháy lý thuyết trong đó khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy cháy hoàn toàn. Vì độ dài ngọn lửa l với $(G/F)_{st}$ là $0,9 \text{ m}$ và độ cao vòi phun từ đỉnh L là $0,8 \text{ m}$, độ dài ngọn lửa có thể được được điều chỉnh một cách thích hợp với độ cao vòi phun bằng cách thay đổi lượng khí

oxy hóa đốt cháy cần được cấp.

Tiếp theo, đặc tính lắng đọng nhiệt trên kim loại nóng được nghiên cứu theo sự thay đổi độ cao vòi phun từ đỉnh L trong điều kiện tỷ lệ đốt cháy theo lý thuyết " $(G/F)/(G/F)_{st} = 1$ " trong thử nghiệm 3 (thử nghiệm 4).

Thử nghiệm 4

Trong trường hợp mà tỷ lệ đốt cháy theo lý thuyết là bằng một, khí nhiên liệu và khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu được cấp đến vòi phun từ đỉnh 203 tạo ngọn lửa ở đầu phía dưới của vòi phun từ đỉnh 203 theo cùng phương thức như trong thử nghiệm 3, ngoại trừ tỷ lệ đốt cháy theo lý thuyết " $(G/F)/(G/F)_{st} = 1$ ". Đối với $(G/F)/(G/F)_{st} = 1$, thì l bằng 0,9m. Chất nung chảy dạng bột được làm nóng. Lượng nhiệt được lắng đọng trên kim loại nóng với các độ cao vòi phun từ đỉnh L khác nhau được tính toán từ sự tăng nhiệt độ của sắt nóng chảy. Fig.11 là đồ thị thể hiện sự tương quan giữa tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao vòi phun L và chỉ số lắng đọng nhiệt. Chỉ số lắng đọng nhiệt là tỷ lệ nhiệt lắng đọng ở từng tỷ lệ (l/L) với nhiệt lắng đọng ở tỷ lệ $(l/L) = 1$ mà ở đó độ dài ngọn lửa l là bằng độ cao vòi phun L . Sự lắng đọng nhiệt trên kim loại nóng từ chất nung chảy dạng bột được làm nóng bởi ngọn lửa được giả định là hữu hiệu khi chỉ số lắng đọng nhiệt là lớn hơn 0,8. Fig.11 thể hiện sự lắng đọng nhiệt hữu hiệu đạt được ở tỷ lệ (l/L) nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,2.

Chất nung chảy dạng bột 228 được phun từ lỗ tâm 216 cùng với khí trợ được làm nóng hoặc được làm nóng và được nung chảy bởi nhiệt của ngọn lửa và chất nung chảy dạng bột được làm nóng hoặc được nóng chảy 228 được thổi lên bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226. Nhiệt của chất nung chảy dạng bột 228 được lắng đọng trên kim loại nóng 226 và làm tăng nhiệt độ của kim loại nóng 226, nhờ đó thúc đẩy sự nóng chảy của nguồn sắt nguội được bổ sung.

Đồng thời, khí oxy hóa tinh luyện, như là khí oxy, được thổi lên bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226 qua các lỗ bao quanh 219 của vòi phun từ đỉnh 203. Phản ứng khử phospho của kim loại nóng 226 diễn ra theo phương thức mà phospho trong kim loại nóng phản ứng bằng khí oxy hóa hoặc sắt oxit tạo phospho oxit (P_2O_5) và phospho oxit

này được hấp thu vào trong xỉ 227 được tạo ra bởi quá trình tạo xỉ của chất trợ dung canxi. Mức độ khử phospho tăng lên cùng với sự gia tăng quá trình tạo xỉ của chất trợ dung canxi. Như vậy, chất nung chảy dạng bột 228 tốt hơn là bằng chất trợ dung canxi, như là canxi oxit (CaO), đá vôi (CaCO_3), hoặc đá vôi ngâm nước (Ca(OH)_2). Hỗn hợp của canxi oxit và chất xúc tác tạo xỉ, như là canxi florua (CaF_2) hoặc nhôm oxit (Al_2O_3), có thể là được sử dụng làm chất trợ dung canxi. Xỉ lò thổi (xỉ CaO-SiO_2) được tạo ra trong quy trình thổi khử cacbon của kim loại nóng 226 có thể là toàn bộ hoặc một phần được sử dụng làm chất trợ dung canxi.

Chất trợ dung canxi được thổi lên bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226 như là chất nung chảy dạng bột 228 ngay lập tức tạo ra xỉ 227. Khí oxy hóa tinh luyện phản ứng với phospho trong kim loại nóng tạo phospho oxit. Phospho oxit được tạo ra nhanh chóng được hấp thu vào trong xỉ 227. Như vậy, phản ứng khử phospho của kim loại nóng 226 dẫn ra một cách nhanh chóng. Khi chất trợ dung canxi không được sử dụng làm chất nung chảy dạng bột 228, chất trợ dung canxi được nạp tách riêng từ cửa nạp liệu, chẳng hạn.

Khi chất nung chảy dạng bột 228 chứa sắt oxit, như là quặng sắt hoặc vảy cán, sắt oxit đóng vai trò là nguồn oxy và phản ứng với phospho trong thép nóng chảy, nhờ đó thúc đẩy phản ứng khử phospho. Sắt oxit phản ứng với chất trợ dung canxi tạo hợp chất FeO-CaO trên bề mặt của chất trợ dung canxi, nhờ đó thúc đẩy quá trình tạo xỉ của chất trợ dung canxi và phản ứng khử phospho. Khi sắt oxit chứa chất liệu dễ cháy, như là bụi lò cao hoặc bụi lò thổi, được sử dụng, chất liệu dễ cháy đốt cháy nhờ ngọn lửa và nhiệt quá trình đốt cháy chất liệu dễ cháy cũng góp phần làm nóng kim loại nóng 226.

Khi chất nung chảy dạng bột 228 chứa chất liệu dễ cháy, như là xỉ nhôm (Al oxit chứa từ 30 đến 50% khối lượng, kim loại Al được tạo ra nhờ phản ứng giữa Al và oxy trong không khí khi thổi đúc Al hoặc mảnh phế liệu được nung chảy trong lò nung chảy) hoặc than cốc, chất liệu dễ cháy đốt cháy nhờ ngọn lửa và bổ sung vào nhiệt đốt cháy của nhiên liệu đốt cháy chất liệu dễ cháy góp phần vào quá trình nung nóng kim loại nóng 226. Khi hỗn hợp của chất trợ dung canxi, sắt oxit và chất liệu dễ cháy được sử dụng, các kết quả tương ứng của chúng có thể đạt được.

Nhiệt của chất nung chảy dạng bột 228 được làm nóng hoặc được làm nóng và được nung chảy bởi ngọn lửa được tạo ra từ vòi phun từ đỉnh 203 được truyền cho kim loại nóng 226. Nhiệt đốt cháy của ngọn lửa ở đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh phía trên kim loại nóng 226 cũng được truyền cho kim loại nóng 226. Nhiệt được truyền cho kim loại nóng 226, cùng với sự khuấy động mạnh của kim loại nóng 226 thúc đẩy sự nóng chảy nguồn sắt nguội trong kim loại nóng. Nguồn sắt nguội được nung chảy hoàn toàn trong quá trình khử phospho.

Khi hàm lượng phospho của kim loại nóng 226 tiếp cận đến trị số đích của nó hoặc nhỏ hơn, tất cả cấp từ vòi phun từ đỉnh 203 vào kim loại nóng 226 được dừng lại và quá trình khử phospho được hoàn thành.

Như được mô tả trên, theo sáng chế, độ dài ngọn lửa có thể là nhỏ hơn hoặc bằng độ cao vòi phun tương ứng với các độ cao vòi phun khác nhau bất kỳ nhờ sự điều chỉnh lượng nhiệt của khí nhiên liệu để tạo ngọn lửa đốt ở đầu đỉnh của vòi phun từ đỉnh trên một đơn vị diện tích mặt cắt ngang ở vòi thổi khí nhiên liệu 212 và điều chỉnh một cách thích hợp lượng khí oxy cần được cấp. Kết quả là, chất nung chảy dạng bột 228 được cấp đến lò phản ứng 202 qua vòi phun từ đỉnh 203 có thể được làm nóng một cách liên tục và thích hợp trước khi tiếp cận bề mặt thùng chứa kim loại nóng 226. Nhiệt của chất nung chảy dạng bột 228 được lắng đọng một cách chắc chắn trên kim loại nóng 226 và cải thiện mức dự phòng nhiệt của kim loại nóng 226. Điều này có thể làm tăng một cách đáng kể tỷ lệ trộn nguồn sắt nguội, như sắt vụn, trong tinh luyện oxy hóa của kim loại nóng 226, khi kim loại nóng 226 được sử dụng làm sắt nóng chảy trong thiết bị nung chảy 201.

Sáng chế đề cập đến việc tinh luyện oxy hóa sắt nóng chảy trong lò phản ứng. Chẳng hạn, sáng chế có thể được ứng dụng để khử cacbon kim loại nóng 226 trong lò thổi để tạo thép nóng chảy, vận chuyển thép nóng chảy vào lò phản ứng khác và tiến hành tinh luyện oxy hóa thép nóng chảy trong lò phản ứng. Sáng chế cải thiện mức dự phòng nhiệt của sắt nóng chảy dưới dạng kim loại nóng hoặc thép nóng chảy.

Ví dụ 3

Việc sử dụng thiết bị nung chảy 201 có cùng các kích thước như các thử nghiệm 3 và 4 và một số vòi phun từ đỉnh 203 theo cùng phương thức như trong các thử nghiệm đã được mô tả trên, thiết bị nung chảy 201 được nạp kim loại nóng 226 và sắt vụn và từng vòi phun từ đỉnh 203 được lắp vào lò phản ứng 202 với độ cao thích hợp của vòi phun. Việc phun khử phospho (khử phospho sơ bộ của kim loại nóng) được thực hiện nhiều hơn một lần.

Theo cùng phương thức như trong các thử nghiệm đã được mô tả trên, khí propan được cấp đến vòi phun từ đỉnh 203 như là nhiên liệu và khí oxy được cấp đến vòi phun từ đỉnh 203 như là khí oxy hóa đốt cháy và khí oxy hóa tinh luyện. Trong quá trình phun khử phospho, lượng khí oxy hóa đốt cháy cần được cấp được điều chỉnh sao cho tỷ lệ (l/L) của độ dài ngọn lửa l với độ cao của vòi phun từ đỉnh L bằng 0,8 hoặc lớn hơn và bằng 1,2 hoặc nhỏ hơn. (1) Khí oxy hóa đốt cháy được cấp đến vòi phun từ đỉnh 203 sao cho tỷ lệ dòng (G/F) của lưu lượng cấp ($Nm^3/phút$) của khí oxy hóa đốt cháy được cấp qua đường cấp khí oxy hóa đốt cháy với mức độ cấp ($Nm^3/phút$) của khí propan được cấp qua đường cấp khí nhiên liệu nằm trong khoảng từ 1,0 đến 5,0 lần tỷ lệ hệ số tỷ lượng (G/F)_{st} của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu với khí nhiên liệu. (2) Tốc độ xả ($Nm/giây$) của khí oxy hóa đốt cháy được điều chỉnh quá trình sử dụng một trong số các vòi phun từ đỉnh 203 có các khe hở rãnh với phun nhiên liệu khác nhau mà có vòi phun khí oxy hóa đốt cháy 218 có khe hở cần thiết sao cho tỷ lệ (V_G/C) của khí oxy hóa đốt cháy tốc độ xả ($m/giây$) với tốc độ âm thanh nằm trong khoảng từ 1,0 đến 3,0 (các ví dụ từ 31 đến 35). Thiết bị nung chảy 201 được vận hành theo cùng phương thức như trong ví dụ 31, ngoại trừ tốc độ xả ($Nm/giây$) của khí oxy hóa đốt cháy được điều chỉnh quá trình sử dụng một trong số các vòi phun thích hợp phun từ đỉnh 203 mà đưa đến tỷ lệ (V_G/C) nằm ngoài phạm vi từ 1,0 đến 3,0 (các ví dụ 36 và 37).

Để so sánh với các ví dụ từ 31 đến 37, thiết bị nung chảy 201 được vận hành với tỷ lệ (G/F)/(G/F)_{st} nằm ngoài khoảng từ 1,0 đến 5,0 trong các điều kiện mà lượng khí oxy hóa đốt cháy được cấp là lượng cần thiết để đốt cháy hoàn toàn (các ví dụ so sánh 31 và 32). C là tốc độ âm thanh ($Nm/giây$) và là xấp xỉ 1150m/giây ở lân cận kim loại nóng có

hiệt độ là 1350°C.

Lò phản ứng 202 được nạp sắt vụn sao cho không còn sắt vụn nằm lại chưa bị nung chảy sau quá trình khử phospho và tiếp đó được nạp 200 tấn kim loại nóng có nhiệt độ là 1350°C. Bột trộn canxi oxit, quặng sắt và bụi sản xuất thép, khí nhiên liệu, khí oxy hóa đốt cháy và khí oxy hóa tinh luyện tiếp đó được thổi vào bề mặt kim loại nóng qua vòi phun từ đỉnh 203.

Lượng sắt vụn cần được nạp được điều chỉnh sao cho nhiệt độ hoàn thành quá trình khử phospho sơ bộ là 1400°C. Lượng canxi oxit cần phải bổ sung được điều chỉnh sao cho tính kiềm (% khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂) của xỉ lò bằng 2,5.

Bảng 10 thể hiện thành phần của kim loại nóng được sử dụng trong quá trình khử phospho.

[Bảng 10]

Thành phần hóa học của kim loại nóng (% khối lượng)					
C	Si	Mn	P	S	Cr
4,4	0,20	0,21	0,120	0,011	tr

Bảng 11 thể hiện thành phần của bụi sản xuất thép được sử dụng.

[Bảng 11]

Thành phần hóa học của bụi sản xuất thép (% khối lượng)						
T.Fe	M.Fe	C	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
77,0	61,4	1,1	4,9	1,9	0,3	2,0

Bảng 12 biểu thị các trị số xác định của lưu lượng thổi chất nung chảy dạng bột, các lưu lượng dòng của các loại khí khác nhau thổi qua vòi phun từ đỉnh, độ cao vòi phun từ đỉnh và độ dài ngọn lửa l trong quá trình khử phospho. Lượng khí oxy hóa đốt cháy khí nhiên liệu cần được cấp được điều chỉnh và các trị số thu được của các tỷ lệ $(G/F)/(G/F)_{st}$ và V_G/C như được thể hiện trong bảng 12.

[Bảng 12]

	Vòi phun từ đỉnh									
	Canxi oxit	Quặng sắt	Bụi sản xuất thép	Khí propan F	Khí oxy hóa đốt cháy G	Khí oxy hóa tinh luyện	$(G/F)/(G/F)_{st}$	V_G/C	Độ dài ngọn lửa	Độ cao vòi phun

	kg/phút/tấn kim loại nóng			Nm ³ /phút/tấn kim loại nóng			-	-	m	
Ví dụ 31	2,0	0,4	0,6	0,1	1,5	1,5	3,0	1,5	1,2	1,2
Ví dụ 32	2,0	0,4	0,6	0,1	0,5	2,5	1,0	1,5	1,4	1,2
Ví dụ 33	2,0	0,4	0,6	0,1	2,5	0,5	5,0	1,5	1,0	1,2
Ví dụ 34	2,0	0,4	0,6	0,1	1,5	1,5	3,0	1,0	1,4	1,2
Ví dụ 35	2,0	0,4	0,6	0,1	1,5	1,5	3,0	3,0	1,1	1,2
Ví dụ 36	2,0	0,4	0,6	0,1	1,5	1,5	3,0	0,9	1,5	1,2
Ví dụ 37	2,0	0,4	0,6	0,1	1,5	1,5	3,0	3,1	0,9	1,2
Ví dụ so sánh 31	2,0	0,4	0,6	0,1	0,45	2,55	0,9	1,5	1,6	1,2
Ví dụ so sánh 32	2,0	0,4	0,6	0,1	2,55	0,45	5,1	1,5	0,7	1,2

Bảng 13 thể hiện quá trình khử phospho các kết quả thu được trong các điều kiện vận hành và theo phương pháp vận hành đã được mô tả trên. Tỷ lệ trộn sắt vụn được thay đổi và Bảng 13 thể hiện tỷ lệ trộn sắt vụn cao nhất mà ở đó không còn sắt vụn nằm lại không bị nung chảy sau quá trình khử phospho.

[Bảng 13]

	Thời gian thổi	Tỷ lệ trộn sắt vụn
	phút	%
Ví dụ 31	8,0	6,0
Ví dụ 32		5,7
Ví dụ 33		5,5
Ví dụ 34		5,5
Ví dụ 35		5,5
Ví dụ 36		3,4
Ví dụ 37		3,2
Ví dụ so sánh 31		1,5
Ví dụ so sánh 32		1,3

Như được thấy rõ ràng từ bảng 13, sự so sánh của các ví dụ từ 31 đến 37 với các ví dụ so sánh 31 và 32 với thời gian thổi và tỷ lệ trộn sắt vụn thể hiện phương pháp theo sáng chế cho phép vận hành với tỷ lệ trộn sắt vụn cao trong kim loại nóng ngay cả khi thời gian thổi đối với quá trình khử phospho sơ bộ của kim loại nóng được cố định là 8 phút. Các ví dụ từ 31 đến 35 thỏa mãn tỷ lệ trị số V_G/C nằm trong khoảng từ 1,0 hoặc lớn hơn và 3,0 hoặc nhỏ hơn, cho phép vận hành với tỷ lệ trộn sắt vụn cao hơn so với các ví dụ 36 và 37 là các phương án có các trị số tỷ lệ V_G/C nằm ngoài phạm vi này. Như vậy, quá trình khử phospho sơ bộ hữu hiệu hơn của kim loại nóng có thể được thực hiện với trị số tỷ lệ V_G/C là bằng 1,0 hoặc lớn hơn và 3,0 hoặc nhỏ hơn.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, nhiệt đốt cháy bởi đốt có thể được truyền một cách hiệu quả cho sắt nóng chảy qua bột. Nhờ đó có thể cải thiện được hiệu suất quá trình lắng đọng trên sắt nóng chảy và làm giảm một cách đáng kể tỷ lệ trộn kim loại nóng nhờ quá trình sử dụng một lượng lớn kim loại phế liệu trong quá trình khử phospho tinh luyện và quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò phản ứng, như là lò thổi.

Theo sáng chế, hiệu suất lắng đọng nhiệt được cải thiện có thể tạo sự tiết kiệm trong việc sử dụng nguyên liệu cacbon và làm giảm mức phát xạ khí CO₂.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vòi phun từ đỉnh (5) của lò phản ứng có chức năng đốt, vòi phun này bao gồm:

vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) có nhiều lỗ phun (e) mà qua đó khí oxy được thổi vào bể chứa sắt trong lò phản ứng, các lỗ phun (e) được bố trí theo quỹ đạo hình tròn ở các khoảng cách đều nhau; và

vòi phun đốt ($5b_2$) có trục tâm đồng trục với đường trục tâm của quỹ đạo hình tròn, tạo ra ngọn lửa bên trong vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) và có các lỗ phun (f) để thổi bột được làm nóng nhờ ngọn lửa vào trong bể chứa sắt,

trong đó chỉ số A thể hiện sự tương quan vị trí giữa các lỗ phun (e) của vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) và các lỗ phun (f) của vòi phun đốt ($5b_2$) thỏa mãn:

$$A = 1,7(R - r - d/2)/L + \tan(\theta - 12^\circ) - 0,0524 > 0$$

trong đó R là bán kính vòng dịch chuyển (mm) của các lỗ phun (e) của vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$),

r là bán kính (mm) của các lỗ phun (f) của vòi phun đốt ($5b_2$),

d là đường kính (mm) của các lỗ phun (e) của vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$),

θ là góc (ngiêng) ($^\circ$) giữa trục tâm của vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) và đường trục tâm của quỹ đạo hình tròn, và

L là độ cao vòi phun (mm).

2. Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo điểm 1, trong đó vòi phun từ đỉnh (5) này là vòi phun tinh luyện phun từ đỉnh được sử dụng trong tinh luyện khử phospho hoặc tinh luyện khử cacbon.

3. Vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng theo điểm 2, trong đó các lỗ phun (e) của vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) là các vòi phun dạng ống Laval, và trong đó mức giao thoa giữa khí oxy tinh luyện và ngọn lửa được giảm xuống nhờ thỏa mãn $A > 0$.

4. Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy trong lò phản ứng có sử dụng vòi phun từ đỉnh (5) theo điểm 1, phương pháp này bao gồm bước cấp nhiên liệu cho vòi phun đốt ($5b_2$), mà nhiên liệu này là một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại nhiên liệu được chọn từ nhóm chỉ gồm có các nhiên liệu dạng khí, các nhiên liệu dạng lỏng và các nhiên liệu dạng rắn.

5. Phương pháp tinh luyện theo điểm 4, trong đó các lỗ phun (e) của vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) là các vòi phun dạng ống Laval, và trong đó mức giao thoa giữa khí oxy

tinh luyện và ngọn lửa được giảm xuống nhờ thỏa mãn $A > 0$.

6. Phương pháp khử nóng chảy để nạp vào lò phản ứng bột hoặc các hạt oxit kim loại hoặc quặng oxit, và nung chảy và khử bột hoặc các hạt này để tạo ra kim loại nóng chảy, phương pháp này bao gồm bước thổi chất phụ gia dạng bột hoặc chất phụ gia dạng hạt của một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chất trong số oxit kim loại và quặng oxit vào trong lò phản ứng qua vòi phun đốt ($5b_2$) của vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng (5) theo điểm 1.

7. Phương pháp khử nóng chảy theo điểm 6, trong đó các lỗ phun (e) của vòi phun khí oxy tinh luyện ($5b_1$) là các vòi phun dạng ống Laval, và trong đó mức giao thoa giữa khí oxy tinh luyện và ngọn lửa được giảm xuống nhờ thỏa mãn $A > 0$.

8. Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy bằng vòi phun từ đỉnh (103) bao gồm đường cấp chất nung chảy dạng bột (131), đường cấp khí nhiên liệu (132), đường cấp khí oxy hóa đốt cháy (133) để đốt cháy khí nhiên liệu, và đường cấp khí oxy hóa tinh luyện (134), phương pháp bao gồm các bước:

cấp khí nhiên liệu qua đường cấp khí nhiên liệu (132) và cấp khí oxy hóa đốt cháy qua đường cấp khí oxy hóa đốt cháy (133) để tạo ra ngọn lửa ở phía trước vòi phun của vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng (103) hướng về phía bề mặt bể sắt nóng chảy trong lò thổi; và

cấp chất nung chảy dạng bột qua đường cấp chất nung chảy dạng bột (131) và cấp khí oxy hóa tinh luyện vào bề mặt bể sắt nóng chảy qua đường cấp khí oxy hóa tinh luyện (134), trong khi nung nóng chất nung chảy dạng bột bằng ngọn lửa và thổi chất nung chảy dạng bột này vào bề mặt bể sắt nóng chảy,

trong đó khi lò thổi có phần nổi nằm trong khoảng từ 2,0 đến 5,0m, thì vòi phun từ đỉnh theo điểm 1 được sử dụng làm vòi phun từ đỉnh (103) để tạo ra ngọn lửa sao cho tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy so với khí nhiên liệu thỏa mãn biểu thức (1):

$$0,4 \leq (G/F)/(G/F)_{st} \leq 1,0 \quad (1)$$

trong đó G là lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy ($\text{Nm}^3/\text{phút}$),

F là lưu lượng cấp khí nhiên liệu ($\text{Nm}^3/\text{phút}$), và

$(G/F)_{st}$ là tỷ lệ hệ số tỷ lệ của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu so với với khí nhiên liệu.

9. Phương pháp tinh luyện theo điểm 8, trong đó lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy G

được điều chỉnh sao cho tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy V_G thỏa mãn biểu thức (2):

$$0,2 \leq V_G/C \leq 1,0 \quad (2)$$

trong đó V_G là tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy (Nm/giây), và

C là tốc độ âm thanh (Nm/giây).

10. Phương pháp tinh luyện theo điểm 9, trong đó chất nung chảy dạng bột chứa ít nhất một chất trong số sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy, và chất nung chảy dạng bột, cùng với khí trơ, được cấp vào bề mặt bề sắt nóng chảy để thực hiện việc tinh luyện oxy hóa sắt nóng chảy mà nguồn sắt nguội đã được bổ sung vào đó.

11. Phương pháp tinh luyện theo điểm 8, trong đó chất nung chảy dạng bột chứa ít nhất một trong số sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy, và chất nung chảy dạng bột, cùng với khí trơ, được cấp vào bề mặt bề sắt nóng chảy để thực hiện việc tinh luyện oxy hóa sắt nóng chảy mà nguồn sắt nguội đã được bổ sung vào đó.

12. Phương pháp tinh luyện theo điểm 11, trong đó sắt nóng chảy là kim loại nóng và việc tinh luyện oxy hóa là quá trình khử phospho sơ bộ của kim loại nóng.

13. Phương pháp tinh luyện theo điểm 8, trong đó các lỗ phun của của vòi phun khí oxy tinh luyện (119) là các vòi phun dạng ống Laval, và trong đó mức giao thoa giữa khí oxy tinh luyện và ngọn lửa được giảm xuống nhờ thỏa mãn $A > 0$.

14. Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy bằng vòi phun từ đỉnh (203) bao gồm đường cấp chất nung chảy dạng bột (231), đường cấp khí nhiên liệu (232), đường cấp khí oxy hóa đốt cháy (233) để đốt cháy khí nhiên liệu, và đường cấp khí oxy hóa tinh luyện (234), phương pháp này bao gồm các bước:

cấp khí nhiên liệu qua đường cấp khí nhiên liệu (232) và cấp khí oxy hóa đốt cháy qua đường cấp khí oxy hóa đốt cháy (233) để tạo ra ngọn lửa ở phía trước vòi phun của vòi phun từ đỉnh (203) hướng về phía bề mặt bề sắt nóng chảy trong lò phản ứng (202); và

cấp chất nung chảy dạng bột chứa ít nhất một chất trong số sắt oxit, chất trợ dung canxi và các chất cháy vào bề mặt bề sắt nóng chảy cùng với khí trơ qua đường cấp chất nung chảy dạng bột (231) và cấp khí oxy hóa tinh luyện vào bề mặt bề sắt nóng chảy qua đường cấp khí oxy hóa tinh luyện (234), trong khi nung nóng chất nung chảy dạng bột bằng ngọn lửa và thổi chất nung chảy dạng bột vào bề mặt bề sắt nóng chảy,

trong đó khi lò phản ứng (202) có phần nổi nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2,0m, vòi phun từ đỉnh theo điểm 1 được sử dụng làm vòi phun từ đỉnh (203) để tạo ra ngọn lửa sao cho tỷ lệ dòng của khí oxy hóa đốt cháy so với khí nhiên liệu thỏa mãn biểu thức (3):

$$1,0 \leq (G/F)/(G/F)_{st} \leq 5,0 \quad (3)$$

trong đó G là lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy (Nm³/phút),

F là lưu lượng cấp khí nhiên liệu (Nm³/phút), và

(G/F)_{st} là tỷ lệ hệ số tỷ lượng của khí oxy hóa đốt cháy cần thiết để hoàn thành quá trình đốt khí nhiên liệu so với khí nhiên liệu.

15. Phương pháp tinh luyện theo điểm 14, trong đó lưu lượng cấp khí oxy hóa đốt cháy G được điều chỉnh sao cho tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy thỏa mãn biểu thức (4):

$$1,0 \leq V_G/C \leq 3,0 \quad (4)$$

trong đó V_G là tốc độ xả khí oxy hóa đốt cháy (Nm/giây), và

C là tốc độ âm thanh (Nm/giây).

16. Phương pháp tinh luyện theo điểm 15, trong đó sắt nóng chảy là kim loại nóng và quá trình tinh luyện sắt nóng chảy bằng khí oxy hóa tinh luyện là quá trình khử phospho của kim loại nóng.

17. Phương pháp tinh luyện theo điểm 14, trong đó sắt nóng chảy là kim loại nóng và quá trình tinh luyện sắt nóng chảy bằng khí oxy hóa tinh luyện là quá trình khử phospho của kim loại nóng.

18. Phương pháp tinh luyện theo điểm 14, trong đó các lỗ phun của vòi phun khí oxy tinh luyện (219) là các vòi phun dạng ống Laval, và trong đó mức giao thoa giữa khí oxy tinh luyện và ngọn lửa được giảm xuống nhờ thỏa mãn A > 0.

19. Phương pháp tinh luyện sắt nóng chảy trong lò phản ứng có sử dụng vòi phun từ đỉnh theo điểm 2, phương pháp này bao gồm bước cấp nhiên liệu cho vòi phun đốt cháy (5b₂), mà nhiên liệu này là một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại nhiên liệu được chọn từ nhóm chỉ gồm có các nhiên liệu dạng khí, các nhiên liệu dạng lỏng và các nhiên liệu dạng rắn.

20. Phương pháp khử nóng chảy để nạp vào lò phản ứng bột hoặc các hạt oxit kim loại hoặc quặng oxit và nung chảy và khử bột hoặc các hạt này để tạo ra kim loại nóng chảy, phương pháp này bao gồm bước thổi chất phụ gia dạng bột hoặc chất phụ gia dạng hạt của một hoặc hai hoặc nhiều hơn hai chất trong số các oxit kim loại và quặng oxit vào

trong lò phản ứng qua vòi phun đốt ($5b_2$) của vòi phun từ đỉnh của lò phản ứng (5) theo điểm 2.

FIG. 1

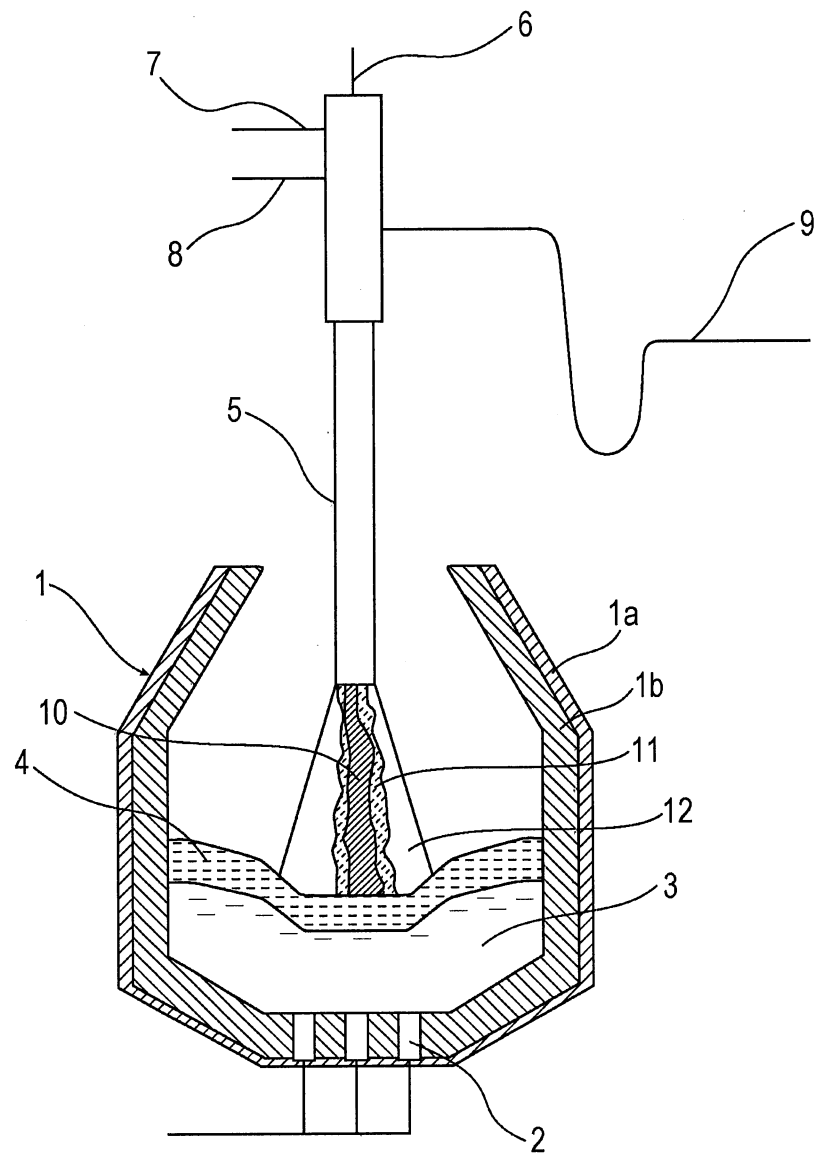


FIG. 2

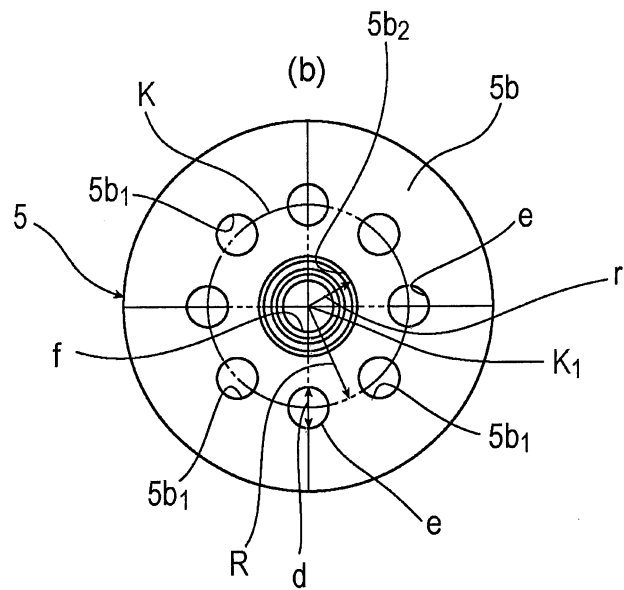
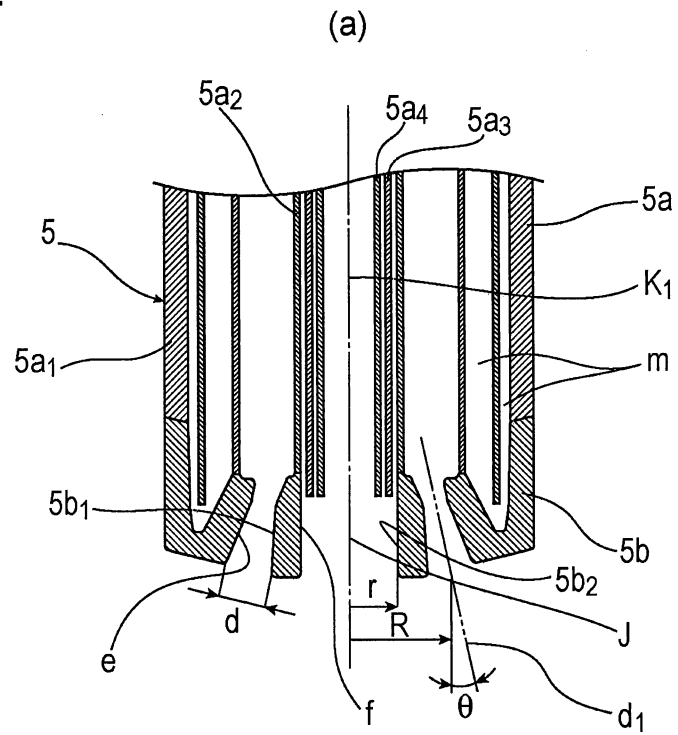


FIG. 3

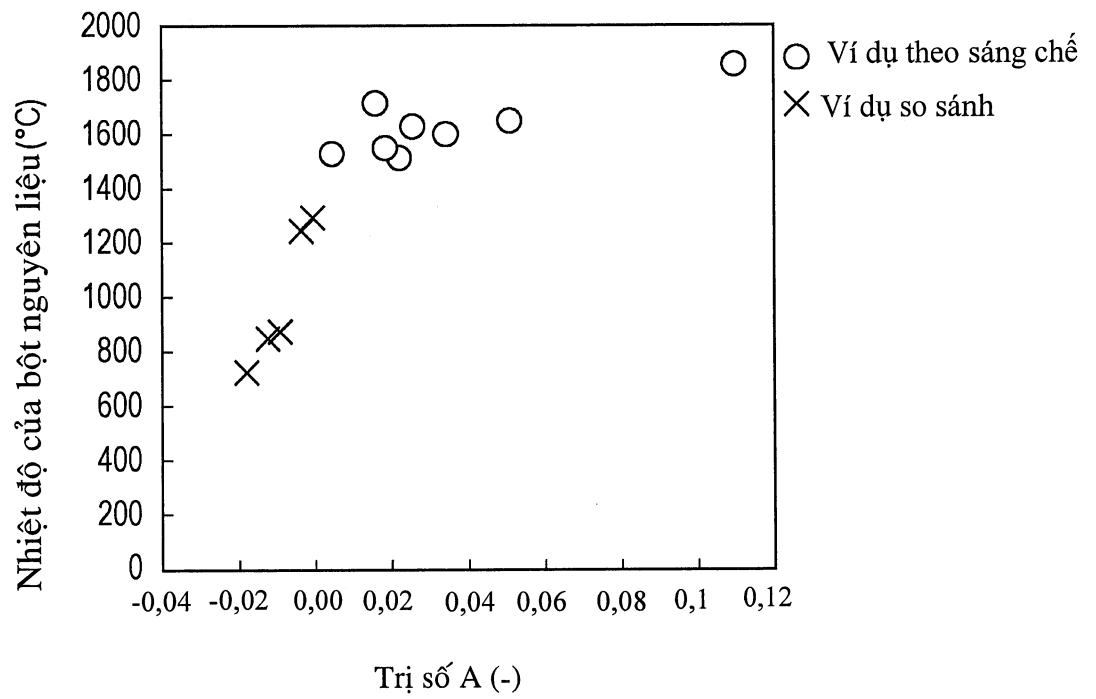


FIG. 4

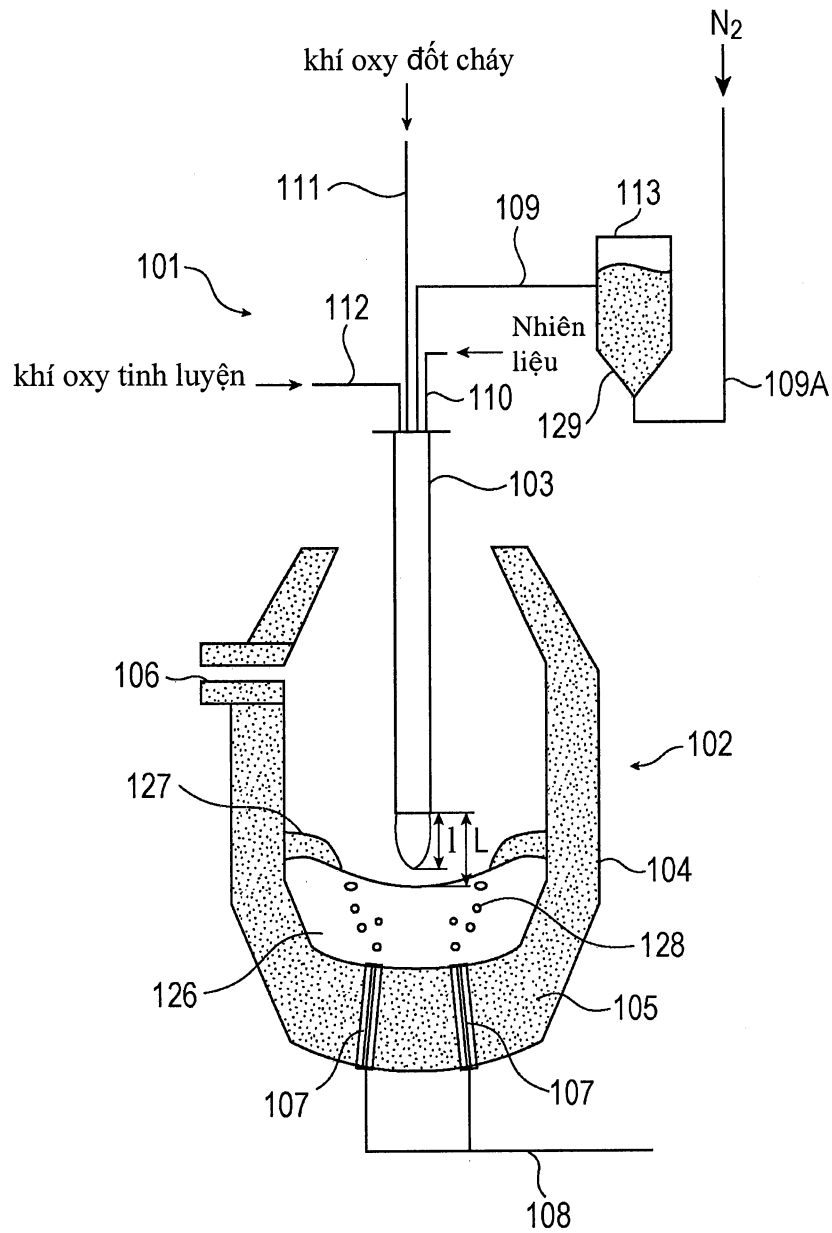


FIG. 5

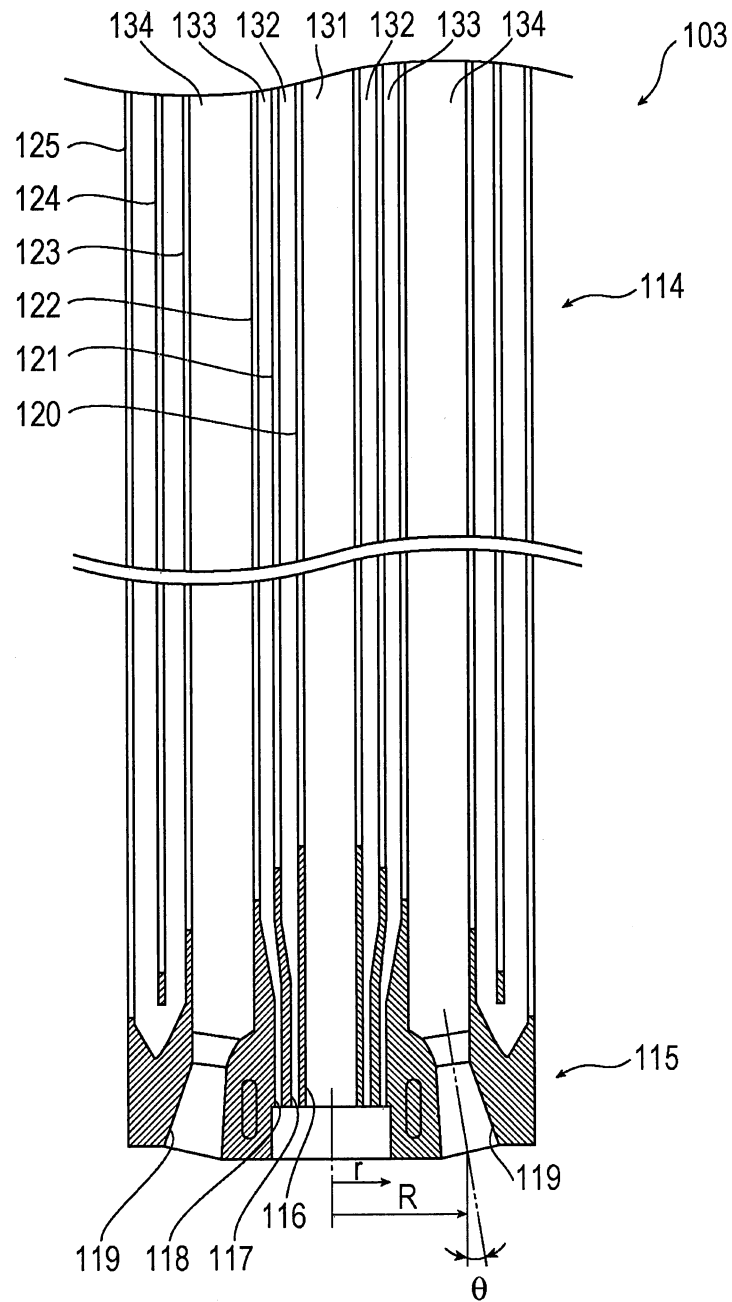


FIG. 6

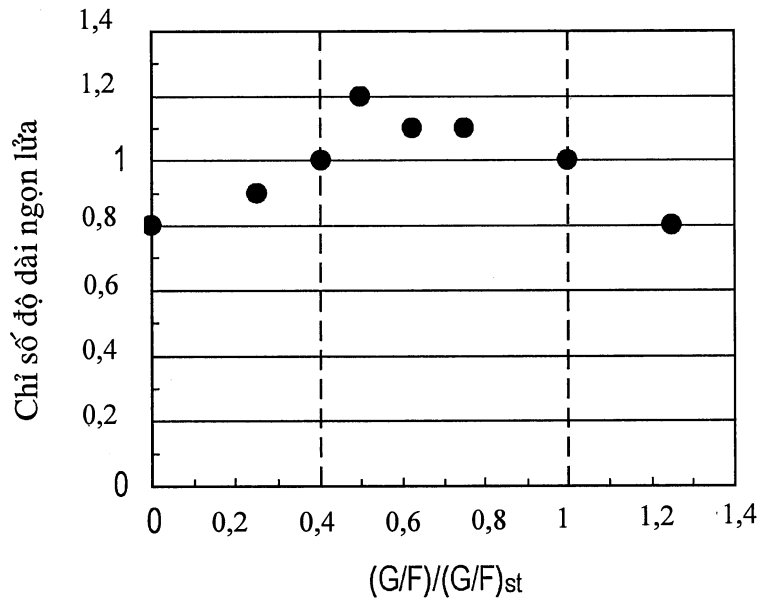


FIG. 7

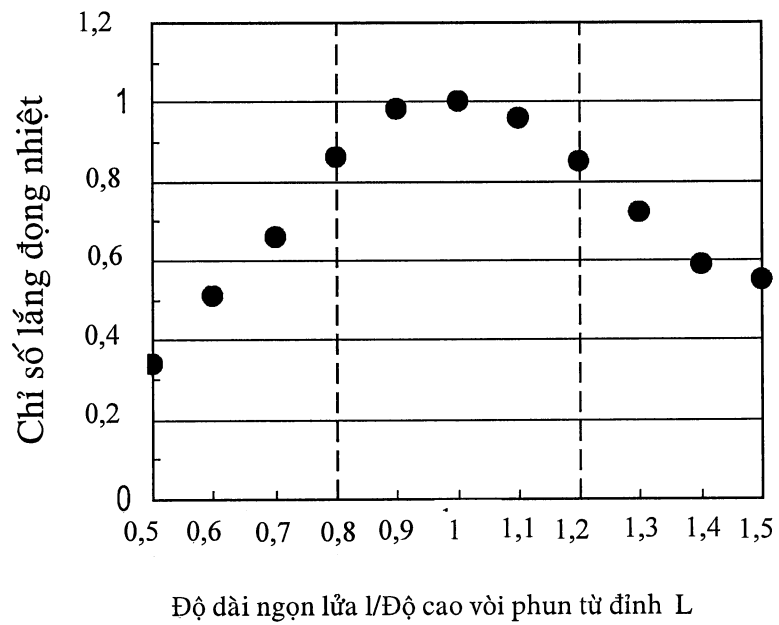


FIG. 8

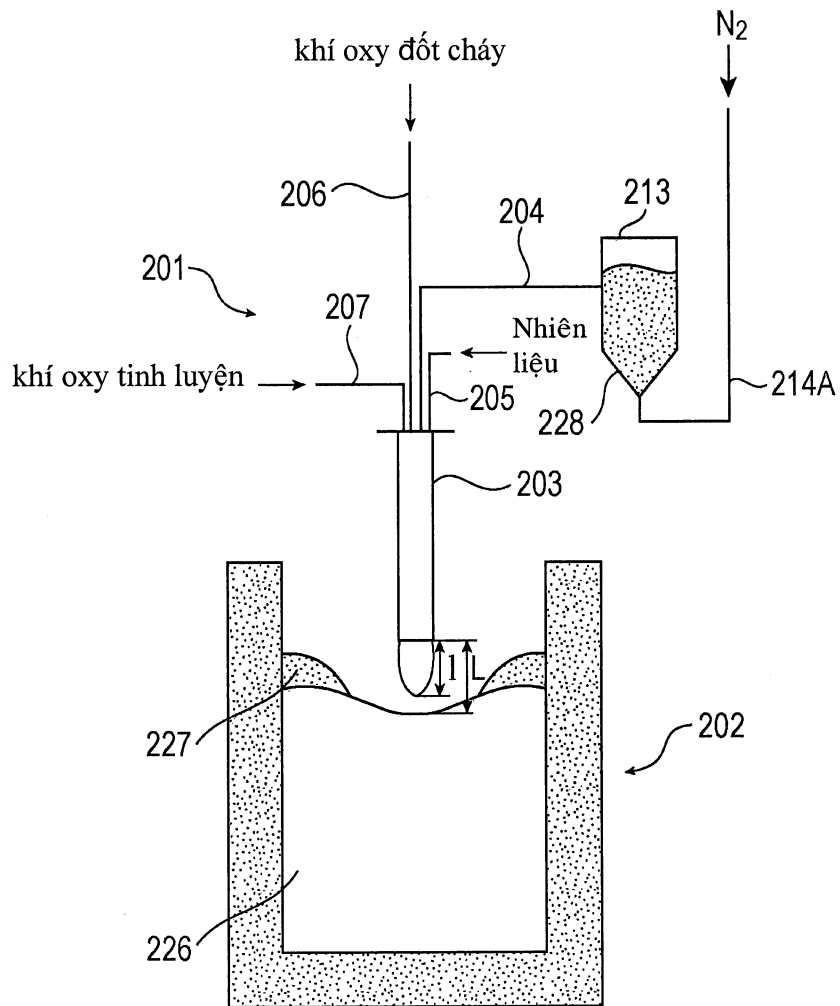


FIG. 9

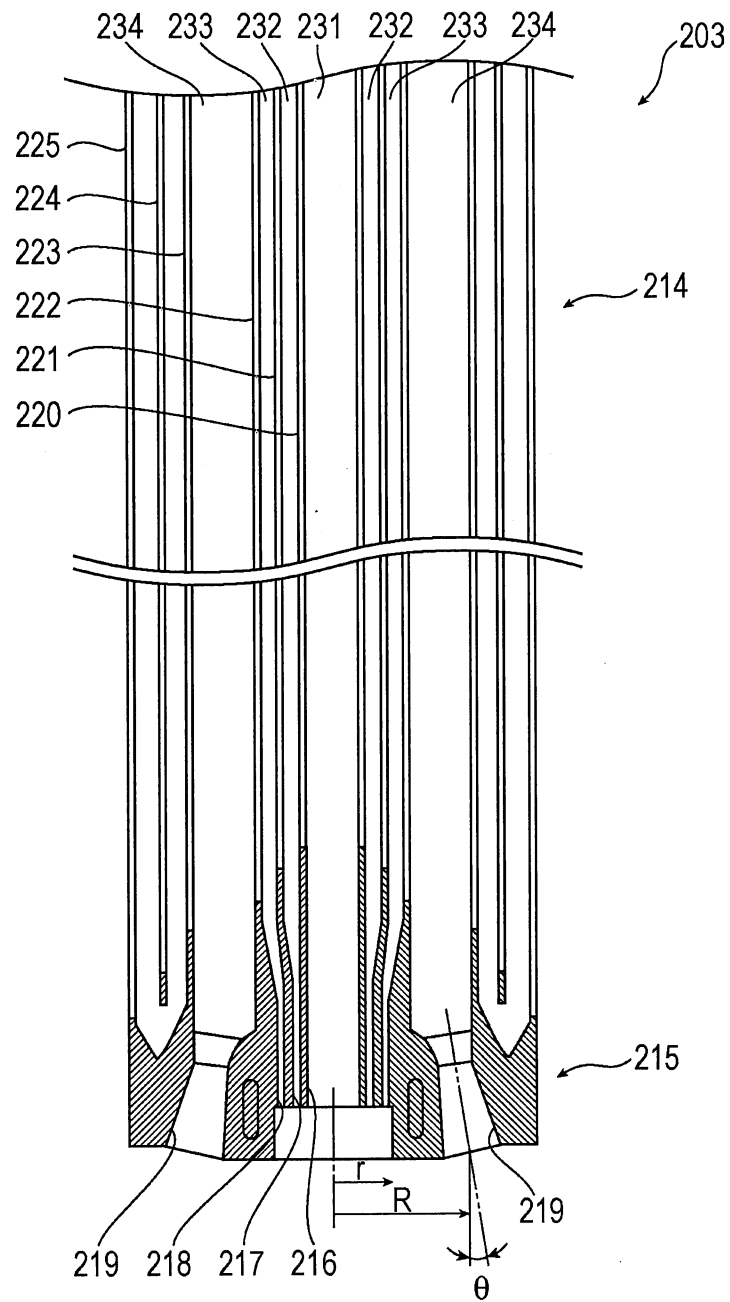


FIG. 10

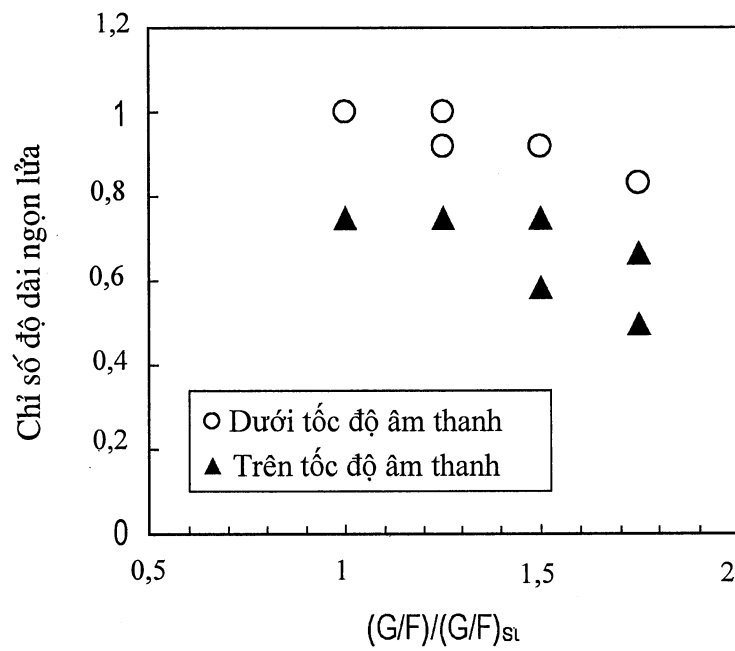


FIG. 11

