



(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)



1-0029006

(51)⁷ C21B 5/00

(13) B

(21) 1-2015-03958

(22) 28/03/2014

(86) PCT/JP2014/059090 28/03/2014

(87) WO/2014/171297 23/10/2014

(30) 2013-088580 19/04/2013 JP

(45) 25/07/2021 400

(43) 25/01/2016 334A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

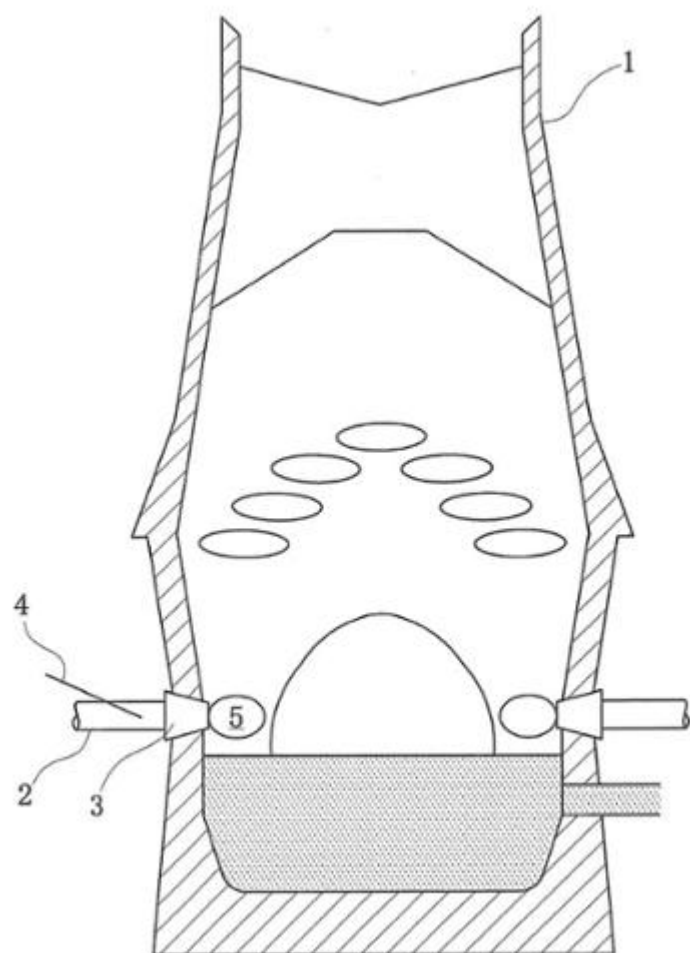
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) MURAO Akinori (JP); FUJIWARA Daiki (JP); WATAKABE Shiro (JP); SATO Michitaka (JP); WATANABE Takashi (JP); SHIMOMURA Akio (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò CAO

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao có khả năng làm tăng năng suất và làm giảm phát thải CO₂ ngay cả trong việc vận hành ở tỷ lệ than bột không nhỏ hơn 150 kg/t-p. Phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi than bột ở lượng không nhỏ hơn 150 kg/t-p từ các ống gió qua ống phun vào lò cao, khác biệt ở chỗ khi việc vận hành được thực hiện trong điều kiện mà than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò có độ bền vững được xác định theo tiêu chuẩn JIS K2151 (DI¹⁵⁰₁₅) không lớn hơn 87%, than bột được thổi qua ống gió chứa không lớn hơn 60% khối lượng theo tỷ lệ trọng lượng của than đá có cỡ hạt không lớn hơn 74 μm và có chất bay hơi trung bình không lớn hơn 25% khối lượng, và nhiệt độ luồng gió được thổi qua ống gió không cao hơn nhiệt độ 1100°C, oxy được thổi đồng thời vào lò với việc thổi than bột qua ống phun và khí có nồng độ oxy nằm trong khoảng từ 60% đến 97% thể tích được sử dụng làm khí mang cho việc thổi than bột.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi than bột qua các ống gió của lò cao vào phía trong của nó.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, sự nóng lên toàn cầu mang đến vấn đề với sự gia tăng của phát thải cacbon dioxit, và việc ngăn chặn sự phát thải CO₂ trở thành vấn đề quan trọng trong ngành công nghiệp sắt. Trong các lò cao gần đây được sử dụng than cốc dạng cục được nạp từ phần đỉnh của lò và than bột được thổi qua các ống gió làm vật liệu khử. Việc sử dụng than bột được thổi qua các ống gió vào lò được xem là dễ dẫn đến việc ngăn chặn sự phát thải CO₂ khi so với việc sử dụng than cốc dạng cục được nạp từ the đỉnh lò theo quan điểm về sự khác nhau trong lượng phát thải cacbon dioxit được tạo ra do việc xử lý sơ bộ để ngăn chặn phát thải CO₂.

Nói chung, đối với việc thổi than bột qua các ống gió, Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ rằng than bột chứa chất bay hơi không lớn hơn 25% khối lượng được thổi ở tốc độ không nhỏ hơn 150 kg/t trên mỗi 1 tấn gang theo tỷ lệ than bột. Trong trường hợp này, có nỗ lực để cải thiện hiệu suất đốt cháy bằng cách cấp oxy không nhỏ hơn 70% thể tích qua ống phun cùng với than bột để tránh sự giảm về hiệu suất đốt cháy của than bột. Hơn nữa, Tài liệu sáng chế 1 đề xuất phương pháp trong đó khi ống phun là ống đơn, hỗn hợp của oxy và than bột được thổi từ ống phun, khi ống phun là ống kép, than bột được thổi từ ống bên trong và oxy được thổi từ giữa ống bên trong và ống bên ngoài.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp trong đó khi hiệu suất đốt cháy bị giảm ở tỷ lệ than bột không nhỏ hơn 150 kg/t-p trong quá trình cắt giảm sản xuất (tỷ lệ xả không lớn hơn 1,8), than bột dễ bay hơi chứa

chất bay hơi không nhỏ hơn 28% khối lượng được sử dụng và tỷ lệ dòng nhiệt được biểu diễn bằng tỷ lệ của thể tích nhiệt rắn với thể tích nhiệt khí được điều chỉnh không lớn hơn 0,8.

Tài liệu tình trạng kỹ thuật

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2003-286511

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2011-127176

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nhiệm vụ cần được được quyết bởi sáng chế

Than bột được thổi qua các ống gió vào lò có vai trò cung cấp nguồn nhiệt hoặc nguồn vật liệu khử. Tính dễ cháy của than bột được biết đến là chịu ảnh hưởng bởi bột không cháy (than không cháy). Tức là, trong lò cao gây ra phản ứng giảm hòa tan được biểu diễn bởi $C + CO_2 = 2CO$, trong đó lượng phản ứng được thay đổi bằng điều kiện vận hành nhưng được cho là nằm trong khoảng từ 80 đến 100 kg-C/t-p. Như nguồn C được dùng bởi phản ứng này được xem là than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò, bụi than cốc chứa trong các quặng thiêu kết và bột không cháy là than bột. Trong các nguồn C, cần xem rằng bột không cháy là than bột được dùng ưu tiên trong việc đáp ứng với sự khác nhau của diện tích bề mặt riêng (cỡ hạt).

Do đó, khi tính dễ cháy của than bột được thổi qua các ống gió được làm giảm, lượng bột không cháy được thổi vào lò được tăng lên và ưu tiên được dùng bởi phản ứng giảm hòa tan, và do đó bụi than cốc cần được dùng vẫn giữ lại trong lò mà không được dùng. Khi lượng bụi than cốc giữ lại trong lò được tăng lên, nó dẫn đến sự giảm độ rỗng hoặc cỡ hạt trung bình trong lò cao và do đó dẫn đến sự suy giảm độ thấm thấu không khí trong lò. Lượng bụi than cốc được tạo ra trong lò được biết là chịu ảnh hưởng nhiều bởi độ lạnh của than cốc (JIS K2151: độ bền khi

đập). Do đó, việc đánh giá độ thẩm thấu không khí trong lò là quan trọng cần được xem xét đồng thời bằng cách không chỉ là tính dễ cháy của than bột được thổi qua các ống gió mà còn các đặc tính của than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò.

Theo kỹ thuật được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1, khi than cốc dạng cục chứa chất bay hơi không lớn hơn 25% khối lượng được sử dụng như than bột được thổi qua các ống gió và việc vận hành được thực hiện trong điều kiện là tỷ lệ than bột không nhỏ hơn 150 kg/t-p hoặc điều kiện làm giảm hiệu suất đốt cháy của than bột, oxy được cấp đồng thời với việc thổi than bột qua ống phun và nồng độ oxy cụ thể trong khí mang cho việc thổi than bột là không nhỏ hơn 70% thể tích, nhờ đó hiệu suất đốt cháy được tăng lên để cải thiện độ thẩm thấu không khí trong lò. Ngay cả trong các than bột có cùng chất bay hơi (không lớn hơn 25% khối lượng), tuy nhiên, đã được xác nhận rằng hiệu suất đốt cháy không thể được tăng lên theo cỡ hạt hoặc nhiệt độ luồng gió ngay cả nếu nồng độ oxy trong khí mang là không nhỏ hơn 70% thể tích, hoặc hiệu suất đốt cháy có thể được duy trì ở mức cao nếu nồng độ oxy trong khí mang là không nhỏ hơn 70% thể tích.

Đối với độ thẩm thấu không khí trong lò cao, đã phát hiện ra rằng ngay cả khi hiệu suất đốt cháy của than bột được làm giảm phần nào, nếu độ bền vững của than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò là lớn, ảnh hưởng xấu đến độ thẩm thấu không khí là nhỏ. Do đó, trong Tài liệu sáng chế 1, có vấn đề mà hiệu quả không thể được phát triển theo các đặc tính của than bột cần được thổi hoặc than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò và các điều kiện luồng gió hoặc ngược lại hiệu quả trở nên quá mức làm tăng chi phí.

Vì việc tiếp tục giảm phát thải CO₂ được yêu cầu trong những năm gần đây, có mong muốn, ví dụ, làm tỷ lệ than bột không nhỏ hơn

170 kg/t-p. Trong việc vận hành ở tỷ lệ than bột cao không nhỏ hơn 170 kg/t-p, tuy nhiên, ngay cả nếu than bột được thổi qua ống bên trong của ống phun kiểu ống kép và oxy được thổi từ giữa ống bên trong và ống bên ngoài như được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1, nhiệt độ cháy được bão hòa và hiệu suất đốt cháy có thể không được tăng lên. Ngoài ra, ống phun để thổi được chèn vào ống thổi được tiếp xúc với không khí nóng nằm trong khoảng nhiệt độ từ 1000 đến 1200°C, do đó việc cấp hỗn hợp gồm oxy nồng độ cao và than bột qua ống phun kiểu ống đơn như được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1 là không thực tế theo quan điểm về tính an toàn.

Trong Tài liệu sáng chế 2, nếu hiệu suất đốt cháy được làm giảm bằng cách làm tỷ lệ than bột không nhỏ hơn 150 kg/t-p trong quá trình cắt giảm sản xuất, than bột dễ bay hơi chứa chất bay hơi không nhỏ hơn 28% khối lượng được sử dụng và tỷ lệ dòng chảy nóng được biểu diễn bằng tỷ lệ của thể tích nhiệt rắn với thể tích nhiệt khí được điều chỉnh đến không lớn hơn 0,8, nhờ đó sự đốt cháy của than bột được mong đợi thực hiện có hiệu quả. Trong trường hợp này, tuy nhiên, tỷ lệ làm giàu oxy được làm giảm xuống không lớn hơn 2,0% thể tích, tốt hơn là không lớn hơn 1,5% thể tích để làm giảm tỷ lệ dòng chảy nóng, có nghĩa là làm giảm về hiệu suất đốt cháy của than bột. Điều này không thể dẫn đến sự cải thiện hiệu suất đốt cháy theo điều kiện luồng gió (nhiệt độ luồng gió) và các đặc tính của than bột (độ hạt) ngay cả nếu chất bay hơi được thiết lập không nhỏ hơn 28% khối lượng.

Sáng chế được thực hiện để giải quyết các vấn đề trên gắn với các kỹ thuật thông thường. Tức là, có mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành lò cao có khả năng làm tăng năng suất và làm giảm phát thải CO₂ bằng cách tăng nhiệt độ cháy của than bột ngay trong việc vận hành ở tỷ lệ than bột không nhỏ hơn 150 kg/t-p.

Giải pháp cho nhiệm vụ

Sáng chế được phát triển để giải quyết nhiệm vụ nêu trên là phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi than bột ở lượng không nhỏ hơn 150 kg/t-p từ các ống gió qua ống phun vào lò cao, khác biệt ở chỗ khi việc vận hành được thực hiện trong hai hoặc nhiều hơn hai điều kiện trong số ba điều kiện a, b và c sau đây:

a. than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò có độ bền vững được xác định theo tiêu chuẩn JIS K2151 (DI^{150}_{15}) không lớn hơn 87%;

b. than bột được thổi qua ống gió chứa không lớn hơn 60% khối lượng theo tỷ lệ trọng lượng của than đá có cỡ hạt không lớn hơn 74 μ m và chất bay hơi trung bình không lớn hơn 25% khối lượng; và

c. nhiệt độ luồng gió được thổi qua ống gió không cao hơn 1100°C;

oxy được thổi đồng thời vào lò với việc thổi các than bột qua ống phun và khí có nồng độ oxy nằm tổng khoảng từ 60% đến 97% thể tích được sử dụng làm khí mang cho việc thổi than bột.

Sáng chế đề xuất các biện pháp ưu tiên sau:

(1) khi độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục không lớn hơn 85%, khí có nồng độ oxy nằm trong khoảng từ 70% đến 97% thể tích được sử dụng làm khí mang;

(2) khi độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục không lớn hơn 83%, khí có nồng độ oxy nằm trong khoảng từ 80% đến 97% thể tích được sử dụng làm khí mang;

(3) độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục không nhỏ hơn 78%;

(4) tỷ lệ trọng lượng của than bột có cỡ hạt không lớn hơn 74 μ m không nhỏ hơn 30% khối lượng;

(5) nhiệt độ luồng gió là không nhỏ hơn nhiệt độ 900°C; và

(6) lượng than bột được thổi không lớn hơn 300 kg/t-p.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo phương pháp vận hành lò cao của sáng chế, có nỗ lực để cải thiện hiệu suất đốt cháy của than bột được thổi từ ống gió bằng cách đánh giá hoàn toàn độ thẩm thấu không khí trong lò trong khi xem xét độ bền vững của than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò trong điều kiện hạ thấp hiệu suất đốt cháy của than bột, do đó việc làm tăng năng suất và làm giảm phát thải CO₂ có thể đạt được hiệu quả. Tức là, theo sáng chế, hiệu suất đốt cháy của than bột được đánh giá từ số lượng, các đặc tính (độ hạt, chất bay hơi) và nhiệt độ luồng gió của than bột được thổi qua ống gió và vì vậy, trong khi độ thẩm thấu không khí được đánh giá hoàn toàn từ hiệu suất đốt cháy của than bột và độ bền vững của than cốc dạng cục được sử dụng, nhờ đó có thể thực hiện để thiết lập hiệu suất đốt cháy của than bột đến khoảng tối ưu. Do đó, có thể luôn duy trì hiệu suất đốt cháy của than bột hiệu quả, và do đó độ thẩm thấu không khí trong lò có thể được giữ ổn định để đạt được sự tăng lên về năng suất và sự giảm phát thải CO₂.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ của lò cao được làm thích hợp với phương pháp của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế

Fig.1 là hình vẽ minh họa phác thảo lò cao được áp dụng cho phương pháp vận hành lò cao theo sáng chế. Như được thể hiện trong hình vẽ này, ống thổi (đường ống dẫn gió) 2 để thổi không khí nóng được nối với ống gió 3 ở phần phía sau của nó trong lò cao 1, và ống phun 4 được chèn vào ống thổi 2 theo hướng của hướng về phía trong của lò. Buồng đốt có lớp than cốc được kết lắng và được gọi là ống bảo

vệ 5 được xem là có sẵn trước ống gió 3 theo hướng thổi không khí nóng. Việc làm giảm quãng sắt được thực hiện chủ yếu trong buồng đốt này. Mặc dù chỉ có một ống phun 4 được chèn vào ống thổi 2 trong hình vẽ này, thông thường thì ống phun 4 được chèn vào mỗi trong số nhiều ống thổi 2 được bố trí dọc theo ngoại vi của lò. Ngoài ra, số lượng các ống phun trên mỗi một ống thổi không bị giới hạn với mỗi ống thổi, và do đó hai hoặc nhiều ống phun có thể được bố trí. Như kết cấu của ống phun có thể được sử dụng là ống phun kiểu ống đơn, ống phun kiểu nhiều ống và ống phun kiểu ống bó được tạo thành bằng cách bó nhiều ống thổi.

Nhìn chung, than bột được thổi qua ống phun 4 được chèn vào ống thổi 2 đi đến chỗ ống bảo vệ 5 qua ống gió 3 trong lò cao, nơi chất bay hơi và cacbon không bay hơi được chứa trong than bột và than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò được đốt cháy để làm tăng nhiệt độ. Toàn bộ cacbon không cháy và tro được gọi là than được thải ra khỏi ống bảo vệ 5 là than không cháy. Than này bao gồm chủ yếu là cacbon không bay hơi và sinh ra phản ứng được gọi là phản ứng phân hủy cacbon ngoài phản ứng đốt cháy.

Khi than bột được thổi qua ống phun 4 vào ống thổi 2 và ống gió 3 chứa lượng chất bay hơi lớn hơn, sự bắt cháy được thúc đẩy để làm tăng thể tích đốt cháy, nhờ đó tốc độ gia nhiệt và nhiệt độ tối đa của than bột được tăng lên và a tốc độ phản ứng của than được tăng lên kết hợp với sự gia tăng của độ phân tán và nhiệt độ của than bột. Tức là, than bột bị phân tán rộng kết hợp với sự giãn nở khi hóa hơi của chất bay hơi để thúc đẩy sự đốt cháy của chất bay hơi, và hơn nữa than bột được gia nhiệt nhanh chóng bởi nhiệt đốt cháy để làm tăng nhiệt độ. Do đó, ví dụ, than bột được đốt cháy ở vị gần thành lò hiệu quả. Đối với độ bền vững của than cốc dạng cục được xác định theo tiêu chuẩn JIS

K2151 (DI^{150}_{15})[%], nó được xem là khi độ bền vững của than cốc dạng cục (DI^{150}_{15})[%] trở lên lớn hơn, tỷ lệ của bụi than cốc trong lò trở nên nhỏ hơn và lượng bụi than cốc được kết lắng vào phần giữa của lò trở nên nhỏ.

Thử nghiệm vận hành đánh giá độ thẩm thấu không khí được thực hiện trong lò cao có thể tích 5000 m³ bằng cách thay đổi độ bền của than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò (DI^{150}_{15})[%], lượng than bột, các đặc tính của than bột (độ hạt, chất bay hơi) và nhiệt độ luồng gió để kiểm tra các điều kiện vận hành lò cao được làm thích hợp theo sáng chế. Các kết quả được giải thích dưới đây.

Trong thử nghiệm vận hành này, thể tích luồng gió được điều chỉnh để để tạo ra lượng xả là 10000 t/d không đổi, và độ thẩm thấu không khí được so sánh cứ mỗi điều kiện. Hơn nữa, trị số của độ thẩm thấu không khí thu được từ sự chênh lệch áp suất giữa áp suất ở phần đỉnh lò và áp suất luồng gió và thể tích luồng gió.

Ngoài ra, thử nghiệm vận hành được thực hiện sao cho nhiệt độ ở đầu ống gió được điều khiển đến khoảng nhất định bằng cách điều chỉnh làm lượng độ ẩm trong luồng gió, nhờ đó nhiệt độ của gang được thiết lập nằm trong khoảng $1500^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ở mỗi mức. Như được thể hiện trong Bảng 1, việc vận hành được thực hiện trong điều kiện như điều kiện thử nghiệm 1 mà tỷ lệ than cốc là 340 kg/t-p, tỷ lệ than bột là 150 kg/t-p, nhiệt độ luồng gió ở nhiệt độ 1100°C , độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}) là 87%, chất bay hơi của than bột là 25% khối lượng và độ hạt của than bột có cỡ hạt không lớn hơn 74 μm là 60% khối lượng. Độ thẩm thấu không khí trong việc vận hành này là 1,0, mà độ thẩm thấu không khí thu được bằng cách thay đổi mỗi điều kiện vận hành lần lượt được so sánh. Khi trị số bằng số của độ thẩm thấu không khí trở nên lớn hơn, độ thẩm thấu không khí bị suy giảm, nhưng chỉ số của độ thẩm thấu

không khí lên tới 1,05 là mức chấp nhận được trong sự vận hành ổn định. Hơn nữa, một ống phun kiểu ống đơn trong mỗi ống gió được sử dụng trong tất cả các thử nghiệm việc vận hành.

Trong các thử nghiệm vận hành này, nhiệt độ luồng gió, chất bay hơi trong than bột và độ hạt của than bột lần lượt được so sánh dựa trên các điều kiện thử nghiệm 1. Trong trường hợp của điều kiện thử nghiệm 2, cả hai tỷ lệ than cốc và độ thấm thấu không khí được cải thiện bằng cách thay đổi tất cả các yếu tố (nhiệt độ luồng gió và các yếu tố tương tự) theo hướng làm tăng hiệu suất đốt cháy khi so với điều kiện thử nghiệm 1. Hơn nữa, hướng làm tăng hiệu suất đốt cháy được hiểu là nhiệt độ luồng gió là cao và chất bay hơi trong than bột là lớn và độ hạt của than bột là lớn. Trong trường hợp của điều kiện thử nghiệm 3, chỉ có tỷ lệ than bột được thiết lập +10 kg/t-p khi so với điều kiện thử nghiệm 1, do đó độ thấm thấu không khí bị suy giảm phần nào nhưng nằm trong khoảng chấp nhận được của việc vận hành ổn định. Trong trường hợp của các điều kiện thử nghiệm từ 4 đến 6, chỉ có một trong số chất bay hơi trong than bột, độ hạt của than bột và nhiệt độ luồng gió được vận hành theo hướng làm giảm hiệu suất đốt cháy khi so với điều kiện thử nghiệm 3, tức là, nhiệt độ luồng gió được làm giảm hoặc chất bay hơi trong than bột được làm thấp hoặc độ hạt của than bột được làm nhỏ. Trong các điều kiện thử nghiệm từ 4 đến 6, độ thấm thấu không khí bị suy giảm phần nào nhưng nằm trong khoảng chấp nhận được của việc vận hành ổn định.

Trong trường hợp của các điều kiện thử nghiệm từ 7 đến 9, hai yếu tố của chất bay hơi trong than bột, độ hạt của than bột và nhiệt độ luồng gió được điều chỉnh theo hướng làm giảm hiệu suất đốt cháy khi so với điều kiện thử nghiệm 3 trong điều kiện mà độ bền vững của than cốc dạng cục (DI^{150}_{15}) là 88%. Trong các điều kiện thử nghiệm từ 7 đến

9, độ thấm thấu không khí bị suy giảm phần nào nhưng nằm trong khoảng chấp nhận được của việc vận hành ổn định. Điều này được xem là do ảnh hưởng bởi sự tăng lên của độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}). Tức là, nó được xem là độ bền vững của than cốc dạng cục (DI^{150}_{15}) được tăng lên để tránh sự lắng đọng của bụi than cốc trong lò và do đó độ thấm thấu không khí không quá bị hao tổn. Trong trường hợp của các điều kiện thử nghiệm từ 10 đến 12, độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}) được làm giảm xuống 85,5% và hơn nữa hai yếu tố của chất bay hơi trong than bột, độ hạt của than bột và nhiệt độ luồng gió được điều chỉnh theo hướng làm giảm hiệu suất đốt cháy khi so với điều kiện thử nghiệm 3. Kết quả là, độ thấm thấu không khí bị suy giảm đáng kể và việc vận hành ổn định rất khó không chú ý việc làm tăng tỷ lệ than cốc. Điều này được xem là do thực tế rằng sự lắng đọng của bụi than cốc trong lò bị suy giảm do việc hạ thấp độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15})

Bảng 1

		Các điều kiện thử nghiệm											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lượng xá	T/d/m ³	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Tỷ lệ than cốc	Kg/t	340	333	334	335	335	337	343	345	345	350	348	351
Tỷ lệ than bột	Kg/t	150	150	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Tỷ lệ vật liệu khử	Kg/t	490	483	494	495	495	497	503	505	505	510	508	511
Nhiệt độ luồng gió	°C	1100	1200	1100	1100	1100	1050	1100	1050	1050	1050	1100	1050
Độ bền vũng của than cốc	%	87	87	87	87	87	87	88	88	88	85,5	85,5	85,5
Chất bay hơi trong than bột	%	25	30	25	15	25	25	15	15	25	15	15	25
Độ hạt của than bột**	%	60	70	60	60	50	60	50	60	50	60	50	50
Nồng độ oxy*	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chỉ số của độ thấm thấu không khí	—	1,00	0,98	1,03	1,04	1,02	1,01	1,03	1,04	1,05	1,12	1,11	1,14

** 74% khối lượng

*Nồng độ oxy trong khí mang

Ống phun kiểu ống kép được sử dụng trong mỗi thử nghiệm vận hành được thể hiện trong các Bảng 2 và Bảng 3 sau đây, trong đó than bột được thổi qua ống bên trong của ống phun kiểu ống kép và oxy được thổi từ giữa ống bên trong và ống bên ngoài. Trong trường hợp này, than bột được thổi qua ống bên trong của ống phun kiểu ống kép cùng với khí mang như nitơ hoặc các khí tương tự. Hơn nữa, kiểu thổi trong ống phun kiểu ống kép có thể đối lập với kiểu thổi nói trên. Ngoài ra, ống phun kiểu ống bó được tạo thành bằng cách bó các ống đơn có thể được sử dụng thay vì ống phun kiểu ống kép, trong đó than bột được thổi qua một trong hai trong số hai ống đơn và oxy được thổi qua ống khác. Trong các trường hợp bất kỳ, việc thổi oxy gần với than bột được thổi được ưu tiên. Khi ống phun kiểu ống đơn được sử dụng thay vì ống phun kiểu ống kép, than bột và oxy (và khí mang) có thể được chuyển vào trong hỗn hợp.

Như được thể hiện trong các Bảng 2 và Bảng 3, thử nghiệm 13 là phương pháp vận hành lò cao thổi đồng thời than bột và oxy (khí mang) qua ống phun dựa trên điều kiện thử nghiệm 10 trong Bảng 1, tức là, than bột được thổi qua ống bên trong của ống phun kiểu ống kép cùng với khí mang, và khí mang chứa oxy ($N_2 + O_2$) được thổi từ giữa ống bên trong và ống bên ngoài của ống phun kiểu ống kép. Do đó, khi nồng độ oxy trong khí mang cho việc thổi oxy và than bột qua ống phun kiểu ống kép đơn thuần được thiết lập tới 50% thể tích, hiệu quả cải thiện độ thẩm thấu không khí là không đủ. Trong các điều kiện thử nghiệm từ 14 đến 16, nồng độ oxy trong khí mang qua ống phun kiểu ống kép được thiết lập tới 60% thể tích khi so với các điều kiện thử nghiệm từ 10 đến 12 trong Bảng 1, do đó hiệu quả cải thiện độ thẩm thấu không khí được xác nhận và có thể thực hiện việc vận hành ổn định. Trong các điều

kiện thử nghiệm từ 17 đến 19, nồng độ oxy trong khí mang để mang than bột qua ống phun kiểu ống kép được thiết lập 70% thể tích khí so với các điều kiện thử nghiệm từ 10 đến 12, do đó hiệu quả của việc cải thiện hơn nữa độ thẩm thấu không khí được xác nhận khi so với các điều kiện thử nghiệm từ 14 đến 16 và việc cải thiện độ thẩm thấu không khí được xác nhận khi so với điều kiện thử nghiệm 1. Trong thử nghiệm 20, việc vận hành lò cao thổi than bột và oxy qua ống phun được áp dụng cho điều kiện thử nghiệm 1, trong đó than bột được thổi qua ống bên trong của ống phun kiểu ống kép cùng với khí mang và oxy (khí mang) được thổi từ giữa ống bên trong và ống bên ngoài. Như đã thấy từ các kết quả trong Bảng 2, tỷ lệ than bột có thể được cải thiện bằng cách làm tăng hiệu suất đốt cháy của than bột và có thể làm giảm nhiều tỷ lệ than cốc trong điều kiện thẩm thấu không khí tốt. Trong các điều kiện thử nghiệm từ 21 đến 23, độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}) được làm giảm từ 85,5% xuống 84,5% khi so với các điều kiện thử nghiệm từ 14 đến 16. Do đó, độ thẩm thấu không khí bị suy giảm bởi vì nồng độ oxy trong khí mang được thiết lập 60% thể tích giống các điều kiện thử nghiệm từ 14 đến 16.

Như được thể hiện trong Bảng 3, độ thẩm thấu không khí được cải thiện trong các điều kiện thử nghiệm từ 24 đến 26, vì nồng độ oxy trong khí mang được thiết lập 70% thể tích khí so với các điều kiện thử nghiệm từ 21 đến 23. Tức là, tính dễ cháy của than bột có thể được cải thiện bằng cách làm tăng nồng độ oxy trong khí mang ngay cả trong điều kiện mà độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}) bị giảm xuống 84,5%, có nghĩa là việc vận hành ổn định có thể được thực hiện.

Trong các điều kiện thử nghiệm từ 27 đến 29, độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}) bị giảm từ 84,5% xuống 82,5% khi so với các điều

kiện thử nghiệm từ 24 đến 26. Trong trường hợp này (các điều kiện thử nghiệm từ 27 đến 29), nồng độ oxy trong khí mang để mang than bột qua ống phun kiểu ống kép được thiết lập là 70% thể tích giống các điều kiện thử nghiệm từ 24 đến 26, do đó độ thẩm thấu không khí bị suy giảm đáng kể. Trong các điều kiện thử nghiệm từ 30 đến 32, nồng độ oxy trong khí mang được tăng lên đến 80% thể tích khi so với các điều kiện thử nghiệm từ 27 đến 29, nhờ đó độ thẩm thấu không khí được cải thiện. Do đó, ngay cả khi độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}) được làm giảm xuống 82,5%, tính dễ cháy của than bột được cải thiện bằng cách làm tăng nồng độ oxy trong khí mang cho than bột trong ống phun, nhờ đó có thể thực hiện việc vận hành ổn định.

Bảng 2

		Các điều kiện thử nghiệm										
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lượng xả	T/d/m ³	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Tỷ lệ than cốc	Kg/t	339	335	333	336	335	333	336	290	335	333	336
Tỷ lệ than bột	Kg/t	160	160	160	160	160	160	160	210	160	160	160
Vật liệu khử ratio	Kg/t	499	495	493	496	495	493	496	500	495	493	496
Nhiệt độ luồng gió	°C	1050	1050	1100	1050	1050	1100	1050	1100	1050	1100	1050
Độ bền vững của than cốc	%	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	87	84,5	84,5	84,5
Chất bay hơi trong than bột	%	15	15	15	25	15	15	25	25	15	15	25
Độ hạt của than bột**	%	60	60	50	50	60	50	50	60	60	50	50
Nồng độ oxy*	%	50	60	60	60	70	70	70	60	60	60	60
Chỉ số của độ thâm thấu không khí	—	1,07	1,03	1,01	1,02	0,97	0,96	0,98	0,97	1,07	10,5	10,6

** 74% khối lượng

*Nồng độ oxy trong khí mang

Bảng 3

		Các điều kiện thử nghiệm										
		24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Lượng xá	T/d/m ³	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000		
Tỷ lệ than cốc	Kg/t	335	333	336	335	333	336	335	333	336		
Tỷ lệ than bột	Kg/t	160	160	160	160	160	160	160	160	160		
Vật liệu khử ratio	Kg/t	495	493	496	495	493	496	495	493	496		
Nhiệt độ luồng gió	°C	1050	1100	1050	1050	1100	1050	1050	1100	1100		
Độ bền vững của than cốc	%	84,5	84,5	84,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5		
Chất bay hơi trong than bột	%	15	15	25	15	15	25	15	15	25		
Độ hạt của than bột**	%	60	50	50	60	50	50	60	50	50		
Nồng độ oxy trong ống phun*	%	70	70	70	70	70	70	80	80	80		
Chỉ số của độ thấm thấu không khí	—	1,02	1,00	1,01	1,08	1,06	1,07	1,03	1,01	1,02		

** 74% khối lượng

*Nồng độ oxy trong khí mang

Như đã đề cập ở trên, theo phương pháp vận hành lò cao của sáng chế, độ bền vững của than cốc (DI^{150}_{15}) trong than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò là thấp ($\leq 87\%$) và độ hạt và chất bay hơi trong than bột được thổi qua ống phun ($-74 \mu\text{M} \leq 60\%$ khối lượng, chất bay hơi $\geq 25\%$ khối lượng) là thấp và nhiệt độ luồng gió ($\leq 1100^\circ\text{C}$) là thấp, do đó khi phương pháp theo sáng chế được áp dụng ngay cả trong điều kiện vận hành làm giảm hiệu suất đốt cháy, có thể cải thiện hiệu suất đốt cháy của than bột và do đó có thể làm tăng năng suất và làm giảm phát thải CO_2 . Ngoài ra, được xác nhận rằng nếu các điều kiện vận hành của lò cao là không đổi, mức độ tự do vận hành được tăng lên bằng cách thực hiện việc vận hành lò cao ở trên.

Theo sáng chế, các điều kiện sau đây được ưu tiên. Đầu tiên, ưu tiên việc sử dụng than bột có chất bay hơi trung bình không nhỏ hơn 5% khối lượng. Khi chất bay hơi trung bình trong than bột nhỏ hơn 5% khối lượng, than đá là cứng và việc nghiền thành bột của nó trở nên khó khăn làm tăng chi phí.

Độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò được ưu tiên là không nhỏ hơn 78%. Khi độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục nhỏ hơn 78%, than đá không được co ngót đầy đủ và do đó than cốc không được cacbon hóa được tạo thành, dẫn đến hư hại lò than cốc.

Tỷ lệ trọng lượng của than bột có cỡ hạt không lớn hơn $74\mu\text{m}$ được ưu tiên không nhỏ hơn 30%. Khi tỷ lệ trọng lượng của than bột có cỡ hạt không lớn hơn $74\mu\text{m}$ nhỏ hơn 30%, việc tăng nhiệt độ của than bột là thấp và sự bắt lửa trở nên khó khăn làm suy giảm tính dễ cháy mãnh liệt.

Nhiệt độ luồng gió được ưu tiên là không thấp hơn 900°C . Vì gạch trong lò thổi nóng được thiết kế để cản chúng ở nhiệt độ nằm

trong khoảng từ 900 đến 1200°C, khi nhiệt độ luồng gió thấp hơn 900°C, sự hư hại gạch trong lò có không khí nóng được gây ra.

Lượng thổi than bột trên mỗi 1 tấn gang không lớn hơn 300 kg/t-p. Khi lượng thổi than bột vượt quá 300 kg/t-p, tính dễ cháy bị suy giảm đáng kể dẫn đến sự giảm tốc độ thay thế than cốc, trong khi nồng độ oxy hoặc nhiệt độ luồng gió được tăng lên nhiều hoặc độ ẩm của không khí được thổi bị giảm nhiều để duy trì nhiệt độ ở đầu ống gió (nhiệt độ cháy theo lý thuyết), việc điều chỉnh trở nên khó khăn theo quan điểm không chỉ về việc vận hành mà còn về sức chứa của thiết bị. Giới hạn trên ưu tiên hơn của lượng thổi than bột không lớn hơn 250 kg/t-p.

Mô tả các ký tự tham chiếu

1 lò cao, 2 ống thổi, 3 ống gió, 4 ống phun, 5 ống bảo vệ

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi than bột ở lượng không nhỏ hơn 150 kg/t-p từ các ống gió qua ống phun vào lò cao, khác biệt ở chỗ khi việc vận hành được thực hiện trong hai hoặc nhiều hơn hai điều kiện trong số ba điều kiện a, b và c sau đây:

a. than cốc dạng cục được nạp từ đỉnh lò có độ bền vững được xác định theo tiêu chuẩn JIS K2151 (DI^{150}_{15}) không lớn hơn 87%;

b. than bột được thổi qua ống gió chứa không lớn hơn 60% khối lượng theo tỷ lệ trọng lượng của than đá có cỡ hạt không lớn hơn 74 μ m và có chất bay hơi trung bình không lớn hơn 25% khối lượng; và

c. nhiệt độ luồng gió được thổi qua ống gió không cao hơn nhiệt độ 1100°C;

oxy được thổi đồng thời vào lò với việc thổi than bột qua ống phun và khí có nồng độ oxy nằm trong khoảng từ 60% đến 97% thể tích được sử dụng làm khí mang cho việc thổi than bột.

2. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1, trong đó khi độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục không lớn hơn 85%, khí có nồng độ oxy nằm trong khoảng từ 70% đến 97% thể tích được sử dụng làm khí mang.

3. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1, trong đó khi độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục không lớn hơn 83%, khí có nồng độ oxy nằm trong khoảng từ 80% đến 97% thể tích được sử dụng làm khí mang.

4. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1, trong đó độ bền vững (DI^{150}_{15}) của than cốc dạng cục không nhỏ hơn 78%.

5. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tỷ lệ trọng lượng của than bột có cỡ hạt không lớn hơn 74 μ m không nhỏ hơn 30% khối lượng.

6. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nhiệt độ luồng gió là không nhỏ hơn nhiệt độ 900°C.

7. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó lượng than bột được thổi không lớn hơn 300 kg/t-p.

FIG. 1

