



(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)



1-0050434

(51)^{2022.01} C21B 5/00; F27D 21/00; C21B 7/24

(13) B

(21) 1-2023-04983

(22) 27/12/2021

(86) PCT/JP2021/048673 27/12/2021

(87) WO2022/168503 11/08/2022

(30) 2021-015650 03/02/2021 JP

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/12/2023 429A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

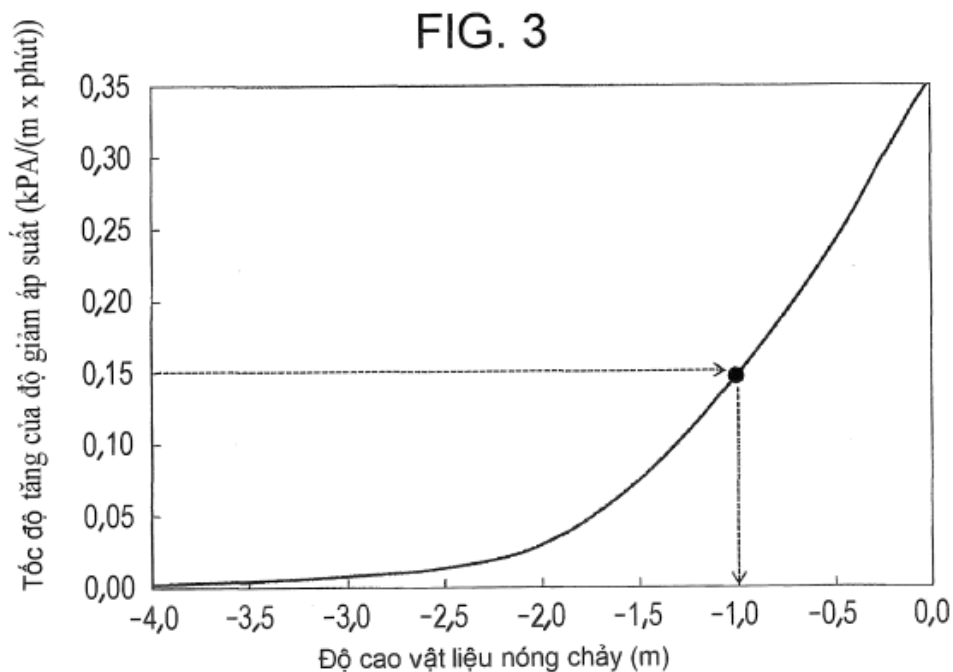
(72) MATSUNAGA Ryotaro (JP); ICHIKAWA Kazuhira (JP); TAKAHASHI Koichi (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN ĐỘ CAO CỦA VẬT LIỆU NÓNG CHẢY VÀ
PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò LUYỆN KIM

(21) 1-2023-04983

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy dùng cho lò luyện kim có thân lò mà bao gồm phần hông lò và có nhiều ống gió mà qua đó luồng khí nóng được thổi vào phần dưới của thân lò, và với phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy, độ cao của vật liệu nóng chảy mà tích tụ ở phần đáy của lò luyện kim được phát hiện bằng cách sử dụng sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất ở phần hông lò so với áp suất phía trước ống gió và độ cao của vật liệu nóng chảy.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện độ cao của vật liệu nóng chảy để phát hiện độ cao của vật liệu nóng chảy ở phần đáy của lò luyện kim và đề xuất phương pháp vận hành lò luyện kim.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lò cao là một kiểu của lò luyện kim có ống gió mà thông qua đó khí được thổi vào. Lò cao như vậy là lò luyện kim trong đó gang được tạo ra bằng cách nạp quặng có hàm lượng sắt cao và than cốc từ đỉnh lò và bằng cách thổi khí hỗn hợp, ví dụ, không khí và oxy tinh khiết từ phần dưới lò. Gang và xỉ được sản xuất theo phương pháp nêu trên tích tụ ở phần đáy của lò cao và được thải ra ngoài qua lỗ mà được gọi là lỗ tháo theo các chu kỳ nhất định. Trong quá trình sản xuất gang với lò cao như mô tả ở trên, lò cao phải được vận hành ổn định không gặp sự cố để đạt được sản lượng gang theo kế hoạch.

Tuy nhiên, ví dụ, lỗi của thiết bị để mở lỗ tháo và giảm tính lưu động của gang và xỉ trong lò cao có thể gây ra sự tích tụ quá mức của gang và xỉ ở phần đáy của lò cao. Trong trường hợp như vậy, độ thấm thấu khí có thể bị giảm, và ống gió có thể bị chặn bởi xỉ nóng chảy, và trong trường hợp xấu nhất, hoạt động sản xuất có thể bị dừng lại. Để tránh các sự cố như vậy, tốt hơn là xác định độ cao của vật liệu nóng chảy mà tích tụ ở phần đáy của lò luyện kim trong quá trình vận hành lò luyện kim.

Có các kỹ thuật để đo độ cao của vật liệu nóng chảy mà được tích tụ ở phần đáy của lò luyện kim. Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ kỹ thuật mà trong đó ba điện cực dạng thanh được đưa vào phần dưới lò, điện áp được đặt vào các điện cực, và độ cao của vật liệu nóng chảy được xác định bằng cách đo dòng điện chạy qua các điện cực. Ngoài ra, Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ kỹ thuật đo tỷ lệ trống rỗng và độ cao của vật liệu nóng chảy bởi trị số thu được tính bằng cách chia độ chênh lệch giữa áp suất thổi không khí ở phần dưới lò và áp suất ở phần dưới trực cho sự biến thiên của thể tích khí ở phần hông của lò. Các kỹ thuật được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 và 2 đều dùng để đo độ

cao của vật liệu nóng chảy mà được tích tụ ở phần đáy lò của lò luyện kim.

Danh sách đối chứng

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2011-158206

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 51-27809

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: Hatano Michiharu và hai người khác, "Effect of Charging Methods, Furnace Design and Liquid Surface on Gas Flow in Blast Furnace", Tetsu-to-Hagané, Year 63 (1977), No. 2, P217-226

Tài liệu phi sáng chế 2: Iida Masakazu và hai người khác, "Analysis of Drainage Rate Variation of Molten Iron and Slag from Blast Furnace during Tapping", Tetsu-to-Hagané, Vol. 95 (2009), Số 4, P331-339

Tài liệu phi sáng chế 3: Kashihara Yusuke và bốn người khác, "Effect of Unconsumed Mixed Small Coke on Permeability in Lower Part of Blast Furnace", Tetsu-to-Hagané, Vol. 102 (2016), Số 12, P661-668

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, phép đo độ cao vật liệu nóng chảy bằng phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 yêu cầu các điện cực dạng thanh để tạo ra điện áp trong lò, thiết bị tạo điện áp, thiết bị phát hiện dòng điện để đo dòng điện được tạo ra bởi điện áp, và cáp để kết nối các điện cực và thiết bị. Do đó, phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 có vấn đề làm tăng chi phí sản xuất gang do việc bổ sung thiết bị như vậy.

Với phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2, tỷ lệ trống rỗng và độ cao của vật liệu nóng chảy được đo bằng giá trị thu được bằng cách chia độ chênh lệch giữa áp suất thổi không khí ở phần dưới lò và áp suất ở phần dưới trực cho biến thiên của thể tích khí ở phần hông của lò. Tuy nhiên, áp suất thổi khí ở phần dưới lò và áp suất ở phần dưới của trực thay đổi đáng kể phụ thuộc vào đường kính hạt của hạt và sự phân bố kích thước hạt trong lò. Ngoài ra, tỷ lệ trống rỗng trong lò, thu được do chênh

lệch giữa áp suất thổi khí ở phần dưới lò và áp suất ở phần dưới của trục và thể tích thay đổi của thể tích khí ở phần hông của lò, cũng thay đổi rất nhiều tùy thuộc vào áp suất trong lò theo đường kính hạt của hạt và sự phân bố kích thước hạt trong lò.

Như được mô tả ở trên, mặc dù áp suất thổi khí ở phần dưới lò, áp suất ở phần dưới trục, và tỷ lệ trống rỗng trong lò bị ảnh hưởng rất nhiều bởi đường kính hạt của hạt và kích thước hạt trong lò, như ảnh hưởng của đường kính hạt của các hạt trong lò và kích thước hạt không được xem xét trong Tài liệu sáng chế 2. Do đó, phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2 có một vấn đề là độ cao của vật liệu nóng chảy được tích tụ ở phần đáy của lò luyện kim khó có thể được xác định một cách chính xác. Sáng chế được thực hiện dựa trên các vấn đề như vậy của lĩnh vực kỹ thuật có liên quan, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy mà theo đó độ cao của vật liệu nóng chảy có thể được xác định với độ chính xác cao trong khi ngăn sự tăng chi phí sản xuất gang và đề xuất phương pháp vận hành lò luyện kim sử dụng độ cao được phát hiện của vật liệu nóng chảy.

Giải quyết vấn đề

Các phương án để giải quyết các vấn đề nêu trên được mô tả dưới đây.

(1) Phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy dùng cho lò luyện kim có thân lò mà bao gồm phần hông lò và có nhiều ống gió mà qua đó luồng khí nóng được thổi vào phần dưới của thân lò, phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy bao gồm: phát hiện độ cao của vật liệu nóng chảy mà tích tụ ở phần đáy của lò luyện kim, bằng cách sử dụng sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất ở phần hông lò so với áp suất phía trước ống gió và độ cao của vật liệu nóng chảy.

(2) Phương pháp vận hành lò luyện kim bao gồm: bước thực hiện, khi độ cao của vật liệu nóng chảy được phát hiện bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy theo (1) vượt quá ngưỡng được xác định trước, ít nhất một trong các hoạt động vận hành mà làm giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy và hoạt động vận hành làm tăng tốc độ xả của vật liệu nóng chảy.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất trong phần hông lò so với áp suất phía trước ống gió và độ cao của vật liệu nóng chảy còn lại không đổi bất kể đường kính hạt của nguyên liệu thô, tỷ lệ trống rỗng, và thể tích khí ở phần hông của lò. Do đó, với phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy theo sáng chế sử dụng sự liên quan tương ứng, độ cao của vật liệu nóng chảy có thể được phát hiện với độ chính xác cao trong khi ngăn sự tăng lên về chi phí sản xuất gang.

Mô tả văn tắt hình vẽ

Fig. 1 là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ của lò cao 10.

Fig. 2 là biểu đồ minh họa sự liên quan giữa độ cao vật liệu nóng chảy và độ giảm áp suất.

Fig. 3 là biểu đồ minh họa sự liên quan giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả thông qua phần mô tả các phương án của chúng. Theo các phương án, phương án là phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy cho lò cao dùng làm lò luyện kim sẽ được mô tả. Tuy nhiên, phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy theo sáng chế không chỉ áp dụng cho lò cao mà còn cho lò luyện kim bất kỳ có nhiều ống gió ở phần dưới của thân lò và bao gồm phần hông lò.

Fig. 1(a) là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ của lò cao 10. Fig. 1(b) là hình vẽ mở rộng của phần A trên Fig. 1(a). Lò cao 10 có thân chính lò 20, cảm biến áp suất 12, và nhiều cảm biến nhiệt độ 14. Thân chính lò 20 là thân lò Fig. ống có đáy được tạo kết cấu bởi phần trực 22, phần bụng 24, phần hông lò 26, và phần đáy lò 28. Cảm biến áp suất 12 được bố trí ở đầu trên của phần hông lò 26. Ngoài ra, nhiều cảm biến nhiệt độ 14 được bố trí ở các vị trí khác nhau, theo hướng độ cao, của phần hông lò 26.

Ngoài ra, phần đáy lò 28 có nhiều ống gió 16 được bố trí theo hướng chu vi của lò cao và qua đó luồng khí nóng ở nhiệt độ cao được thổi vào lò cao. Ví dụ, số lượng của ống gió 16 là 40. Phần đáy lò 28 còn có các lỗ tháo 18 mà được bố trí theo hướng chu vi của lò cao và qua đó gang 32 và xỉ nóng chảy 34 được tháo ra. Ví dụ, số lượng lỗ tháo 18 là bốn.

Trong lò cao 10 như vậy, quặng và than cốc được nạp luân phiên, theo lớp, từ đỉnh của lò cao 10 để tạo thành lớp quặng 36 và lớp than cốc 38, luồng khí nóng và vật liệu khử như than đá dạng bột được thổi qua các ống gió 16 được tạo thành ở phần dưới của lò cao, và gang 32 do đó được sản xuất. Gang 32 được sản xuất và xỉ nóng chảy 34 mà đã được tạo ra dưới dạng sản phẩm phụ trong quá trình sản xuất gang 32 được tích tụ trên phần đáy lò và được tháo ra khỏi các lỗ tháo 18 theo các chu kỳ được xác định trước. Theo phương án sáng chế, gang 32 và xỉ nóng chảy 34 được gọi chung là vật liệu nóng chảy 30.

Trong quá trình vận hành lò cao như vậy, khi vật liệu nóng chảy 30 tích tụ ở phần đáy lò tích tụ quá mức trên đó, có thể phát sinh các vấn đề như giảm độ thấm thấu khí và làm tắc nghẽn ống gió 16 do xỉ nóng chảy 34. Do đó, tốt hơn là phát hiện, với độ chính xác cao hơn, độ cao (h trên Fig. 1) của vật liệu nóng chảy 30 mà được tích tụ trên phần đáy lò, để tránh các vấn đề như vậy.

Khi độ cao của vật liệu nóng chảy 30 mà được tích tụ ở phần đáy của lò cao 10 tăng lên, công suất của vùng từ bề mặt lỏng của vật liệu nóng chảy 30 đến phần hông lò 26 giảm xuống, và do đó có sự thay đổi về độ giảm sụt áp suất của áp suất bên trong của phần hông lò so với áp suất phía trước của ống gió ngay sau khi các luồng khí nóng được thổi vào qua các ống gió 16. Do đó, sự liên quan giữa độ giảm sụt áp suất và độ cao của vật liệu nóng chảy 30 đã được kiểm tra để xác định.

Fig. 2 là biểu đồ minh họa sự liên quan giữa độ cao vật liệu nóng chảy và độ giảm sụt áp suất. Trên Fig. 2, trục hoành biểu thị độ cao vật liệu nóng chảy (m), và độ cao tương ứng với độ cao của ống gió 16 (0,0 m). Trục tung biểu thị độ giảm áp suất (kPa/m), tức là, độ giảm áp suất của áp suất bên trong P1 ở đầu trên của phần hông lò 26 so với áp suất phía trước ống gió P2. Như Fig. 1(b) minh họa, khi L là độ cao từ ống gió 16 đến cảm biến áp suất 12, độ giảm sụt áp suất được tính bằng $(P2 - P1)/L$.

Độ giảm sụt áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy thu được bằng cách mô phỏng sử dụng mô hình bằng số của dòng khí hai chiều ở phần dưới lò cao. Cụ thể, việc phân tích dòng khí ở phần dưới lò cao và phân tích hình dạng bề mặt lỏng của vật liệu nóng chảy, cả hai đều được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 1, được lặp lại cho đến khi điều

kiện hội tụ được xác định trước (sai số tương đối giữa hình dạng bề mặt lỏng thu được bởi một lần phân tích và hình dạng bề mặt lỏng thu được từ lần phân tích ngay trước đó nhỏ hơn hoặc bằng 0,001%) đã được thỏa mãn, và hình dạng bề mặt lỏng của vật liệu nóng chảy mà thỏa mãn điều kiện hội tụ và phân bố áp suất của phần dưới lò cao đã thu được. Độ giảm sụt áp suất được tính toán từ sự phân bố áp suất, và độ cao vật liệu nóng chảy được tính toán từ hình dạng bề mặt lỏng của vật liệu nóng chảy.

Việc phân tích dòng khí ở phần dưới lò cao được tiến hành bằng cách sử dụng các Biểu thức (1) đến (3) dưới đây được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 1. Biểu thức (1) dưới đây được rút ra từ phương trình chuyển động của khí trong tầng đã nạp của lò cao. Biểu thức (2) dưới đây được rút ra từ phương trình trạng thái của chất khí, và Biểu thức (3) dưới đây được rút ra từ phương trình trạng thái của chất khí.

[Biểu thức 1]

$$\frac{1}{\rho_g} \times \text{grad } p = -1.75 \times \left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\right) \times \frac{1}{d_r} \times |q| \times q - 150 \times \left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\right)^2 \times \frac{v}{d_r^2} \times q \quad \dots (1)$$

[Biểu thức 2]

$$\text{div}(\rho_g \times \varepsilon \times r \times q) = 0 \quad \dots (2)$$

[Biểu thức 3]

$$p = K \times \rho_g \times T \quad \dots (3)$$

Khi các Biểu thức (1) đến (3) ở trên được giải, hàm dòng chảy ψ thỏa mãn Biểu thức (2) ban đầu được xác định với tọa độ trục (r, z), và sự phân bố của hàm dòng chảy ψ mà thu được bằng cách giải Biểu thức (1) và (3) ở trên. Vector vận tốc khí và phân bố áp suất khí trong lò sau đó được tính toán từ sự phân bố của hàm dòng chảy ψ .

Việc phân tích hình dạng bề mặt lỏng của vật liệu nóng chảy được tiến hành bằng cách sử dụng Biểu thức (4) bên dưới, biểu thức này cũng được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 1. Biểu thức (4) dưới đây được rút ra từ hình dạng bề mặt lỏng của vật liệu nóng chảy và được đưa ra là điều kiện biên để phân tích dòng khí. Bảng 1 dưới đây đưa ra phương pháp tính toán và phương pháp đo lường cho các biến trong Biểu thức (1)

đến (3) nêu trên và (4) dưới đây.

[Biểu thức 4]

$$p + \rho_l \times g \times h = \text{hằng số} \dots (4)$$

[Bảng 1]

Ký hiệu	Tên	Đơn vị	Phương pháp tính toán/đo lường
ρ_g	Mật độ khí	kg/m ³	Được tính bằng cách hiệu chỉnh thể tích khí ở hông của lò với nhiệt độ trung bình trong lò và áp suất trung bình trong lò
gradp	Gradien áp suất khí	kPa	Phân phối áp suất khí thu được
ε	Tỷ lệ trống rỗng trong lò	-	Giá trị đo thực tế của lò cao mục tiêu đo lường hoặc giá trị theo tài liệu được sử dụng
d_r	Đường kính hạt than cốc trên tầng đã nạp	m	Giá trị đo thực tế của lò cao mục tiêu đo lường hoặc giá trị theo tài liệu được sử dụng
q	Vectơ vận tốc khí	m/s	Giá trị được sử dụng khi hàm dòng chảy ψ được xác định sao cho thỏa mãn Biểu thức (2) ở trên và giá trị thu được
v	Độ nhớt động học khí	m ² /s	Được tính bằng cách chia, theo độ nhớt, ρ_g , ở nhiệt độ trong lò trung bình, được tính theo công thức của Sutherland được biểu thị bằng Biểu thức (5) dưới đây
r	khoảng cách hướng r	m	Khoảng cách từ tâm lò đến điểm mà thu được áp suất khí
K	Hằng số khí	m ² /(S ² ×K))	Hằng số phương trình trạng thái 287 (m ² /(S ² ×K))
T	Nhiệt độ trong lò	K	Nhiệt độ trung bình trong lò được đo bằng cảm biến nhiệt độ
ρ_l	Mật độ vật liệu nóng chảy	kg/m ³	Giá trị đo thực tế của lò cao mục tiêu đo lường hoặc giá trị theo tài liệu được sử dụng
g	Gia tốc trọng lực	m/s ²	9,8 m/s ²
h	Độ cao của vật liệu nóng chảy từ bề mặt tham chiếu l	m	Hình dạng bề mặt lỏng vật liệu nóng chảy thu được

[Biểu thức 5]

$$\mu_{(T)} = 1,746 \times 10^{-5} \times \frac{380,5}{T+107,5} \times \left(\frac{T}{273}\right)^{\frac{3}{2}} \dots (5)$$

Trong Biểu thức (5) ở trên, $\mu_{(T)}$ biểu diễn độ nhớt (Pa.s) ở nhiệt độ trung bình trong lò.

Thể tích khí ở phần hông của lò được sử dụng để tính toán mật độ khí có thể được tính theo Biểu thức (6) dưới đây.

[Biểu thức 6]

$$V_{\text{hông lò}} = B V \times 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \dots (6)$$

Trong Biểu thức (6) ở trên, $V_{\text{hông lò}}$ biểu diễn thể tích khí ở phần hông của lò (Nm³/phút), và BV biểu diễn thể tích khí thổi từ ống gió 16 (Nm³/phút).

Giá trị áp suất (P1) mà được đo bằng cảm biến áp suất 12 có thể được sử dụng làm áp suất trung bình trong lò. Ngoài ra, giá trị trung bình của nhiệt độ mà được đo bằng nhiều cảm biến nhiệt độ 14 có thể được sử dụng làm nhiệt độ trung bình trong lò. Mật độ khí ρ_g sau khi sự hiệu chỉnh được tính toán từ các giá trị này và Biểu thức (7) bên dưới.

[Biểu thức 7]

$$\rho_g = \frac{V_{\text{hông lò}}}{28} \times \frac{P}{101325} \times \frac{273}{T} \dots (7)$$

Trong Biểu thức (7) ở trên, ρ_g biểu diễn mật độ khí (kg/m³) sau khi hiệu chỉnh, $V_{\text{hông lò}}$ biểu diễn thể tích khí ở phần hông của lò (Nm³/ phút), P biểu diễn áp suất (Pa), T biểu diễn nhiệt độ (K). Các hằng số của Biểu thức (7) được đưa ra như sau: giá trị bằng số 28 là khối lượng phân tử của khí ở phần hông của lò (N₂:CO = 79:42); giá bằng số 101325 là áp suất khí quyển (Pa) ở trạng thái bình thường; và giá trị bằng số 273 là nhiệt độ (K) ở trạng thái bình thường.

Ví dụ, tỷ lệ trống rỗng trong lò có thể được tính toán bằng cách thay thế các giá trị của lò cao có độ cao vật liệu nóng chảy được phát hiện, như P1, P2, và L trên Fig. 1(b) cho phương trình Ergun (phương trình dòng chảy của khí mà lưu thông qua các

khoảng rỗng trong tầng đã nạp). Giá trị tỷ lệ trống rỗng được đưa ra trong Tài liệu phi sáng chế 2 cũng có thể được sử dụng. Ngoài ra, mật độ vật liệu nóng chảy (kg/m^3) có thể được xác định, ví dụ, bằng cách đo mật độ của xỉ nóng chảy 34 mà được tháo ra từ lỗ tháo 18 và sau đó được làm mát bằng không khí. Đối với đường kính hạt của than cốc, có thể sử dụng đường kính hạt trung bình đo được thực tế của than cốc mà được nạp từ đỉnh lò, hoặc có thể sử dụng giá trị thu được bằng cách hiệu chỉnh giá trị đo được thực tế với độ cao của lò cao như mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 3.

Ngoài ra, việc phân tích dòng khí và phân tích hình dạng bề mặt lỏng, cả hai mô tả ở trên, đều được tiến hành trong khi đường kính hạt của nguyên liệu thô, tỷ lệ trống rỗng, hoặc thể tích khí ở phần hông của lò được thay đổi so với điều kiện cơ bản, và, trong mỗi điều kiện khác nhau như vậy, thu được sự liên quan giữa độ giảm sụt áp suất và độ cao của vật liệu nóng chảy 30. Lưu ý rằng, trên Fig. 2, tỷ lệ trống rỗng thấp có nghĩa là điều kiện mà trong đó tỷ lệ trống rỗng thấp hơn là ở điều kiện cơ bản, và tỷ lệ trống rỗng cao có nghĩa là điều kiện trong đó tỷ lệ trống rỗng cao hơn là ở điều kiện cơ bản. Tương tự, đường kính hạt nhỏ và thể tích khí ở phần hông của lò nhỏ có nghĩa là điều kiện trong đó đường kính hạt nhỏ hơn điều kiện cơ bản và điều kiện mà trong đó thể tích khí ở phần hông của lò nhỏ hơn điều kiện cơ bản, tương ứng. Đường kính hạt lớn và thể tích khí ở phần hông của lò lớn có nghĩa là điều kiện trong đó đường kính hạt lớn hơn điều kiện cơ bản và điều kiện trong đó thể tích khí ở phần hông của lò lớn hơn điều kiện cơ bản, tương ứng.

Như được đưa ra trên Fig. 2, đã xác nhận rằng độ giảm sụt áp suất và độ cao của vật liệu nóng chảy 30 có sự liên quan tương ứng rõ ràng. Hơn nữa, khi bị thay đổi so với điều kiện cơ bản, tỷ lệ trống rỗng, đường kính hạt, và thể tích khí ở phần hông của lò có các biên dạng được dịch chuyển lên hoặc xuống so với biên dạng của điều kiện cơ bản.

Như đã mô tả ở trên, ngay cả khi bị thay đổi, tỷ lệ trống rỗng, đường kính hạt, và thể tích khí ở phần hông của lò có các biên dạng được dịch chuyển theo hướng lên xuống so với biên dạng của điều kiện cơ bản; do đó, rõ ràng là độ cao của vật liệu nóng chảy 30 có thể được phát hiện mà không chịu ảnh hưởng của tỷ lệ trống rỗng, đường kính hạt, và thể tích khí ở phần hông của lò, khi độ cao của vật liệu nóng chảy 30 được phát hiện

bằng cách sử dụng sự liên quan tương ứng giữa gradien của đường tiếp tuyến tại điểm bất kỳ trên các biên dạng, có nghĩa là lượng tăng của độ giảm áp suất ở độ cao vật liệu nóng chảy bất kỳ và độ cao của vật liệu nóng chảy 30.

Như được mô tả ở trên, vì độ giảm sụt áp suất được tính bằng $(P_2 - P_1)/L$, khi $P_2 - P_1$ được biểu diễn bằng ΔP , lượng tăng của độ giảm áp suất ở độ cao vật liệu nóng chảy bất kỳ có thể được biểu diễn bằng Biểu thức (8) dưới đây. Lưu ý rằng, trong Biểu thức (8), h biểu thị độ cao của vật liệu nóng chảy 30.

[Biểu thức 8]

$$\frac{\partial}{\partial h} \left(\frac{\Delta P}{L} \right) \dots (8)$$

Mặt khác, khi giả định rằng độ cao của vật liệu nóng chảy 30 có sự liên quan tuyến tính với thời gian t và mức tăng lên ở tốc độ đều, Biểu thức (9) dưới đây đúng. Lưu ý rằng a và b trong Biểu thức (9) đều là hằng số bất kỳ.

[Biểu thức 9]

$$h = a \times t + b \dots (9)$$

Cả hai bên của Biểu thức (9) ở trên được sắp xếp lại, bằng cách vi phân với độ cao h của vật liệu nóng chảy 30, thành Biểu thức (10) bên dưới.

[Biểu thức 10]

$$\frac{\partial t}{\partial h} = \frac{1}{a} \dots (10)$$

Với Biểu thức (10) ở trên, Biểu thức (8) nêu trên có thể được biến đổi, ví dụ, thành Biểu thức (11) ở dưới.

[Biểu thức 11]

$$\frac{\partial}{\partial h} \left(\frac{\Delta P}{L} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \frac{\partial t}{\partial h} \left(\frac{\Delta P}{L} \right) = \frac{1}{a} \times \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\Delta P}{L} \right) \dots (11)$$

Biểu thức (11) nêu trên chứng tỏ rằng việc kiểm tra lượng tăng của độ giảm áp

suất ở độ cao vật liệu nóng chảy bất kỳ cũng đồng nghĩa với việc kiểm tra tốc độ tăng của độ giảm áp suất được tính theo Biểu thức (12) dưới đây. Lưu ý rằng, trong Biểu thức (12) dưới đây, ΔP bằng $P_2 - P_1$.

[Biểu thức 12]

$$\frac{1}{(t_2 - t_1)} \times \left\{ \left(\frac{\Delta P}{L} \right)_{t=t_2} - \left(\frac{\Delta P}{L} \right)_{t=t_1} \right\} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\Delta P}{L} \right) \dots (12)$$

Do việc kiểm tra lượng tăng của độ giảm áp suất ở độ cao vật liệu nóng chảy bất kỳ cũng đồng nghĩa với việc kiểm tra tốc độ tăng của độ giảm áp suất được tính theo Biểu thức (12) ở trên, như đã mô tả ở trên, rõ ràng là có thể phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy mà không bị ảnh hưởng của tỷ lệ trống rỗng, đường kính hạt, và thể tích khí ở phần hông của lò, ngay cả khi sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy được sử dụng thay vì lượng tăng của độ giảm áp suất ở độ cao vật liệu nóng chảy bất kỳ được đưa ra trên Fig. 2.

Tiếp theo, phương pháp tính toán tốc độ tăng của độ giảm áp suất sẽ được mô tả. Giá trị áp suất P_1 , mà được đo bằng cảm biến áp suất 12 được bố trí ở đầu trên của phần hông lò 26, được sử dụng làm áp suất bên trong của phần hông lò 26. Giá trị áp suất phía trước của ống gió P2 được sử dụng làm áp suất ở phía trước của ống gió. Vector vận tốc khí và sự phân bố áp suất khí trong lò được tính toán bằng cách phân tích dòng khí ở phần dưới của lò cao được thực hiện với các Biểu thức (1) đến (3) được mô tả ở trên, và giá trị áp suất phía trước của ống gió P2 thu được từ sự phân bố áp suất khí.

Tốc độ tăng của độ giảm áp suất của áp suất bên trong của phần hông lò 26 so với áp suất phía trước ống gió sau đó thu được bằng cách sử dụng, tại các thời điểm t_1 và t_2 , áp suất bên trong P_1 của phần hông lò 26, áp suất phía trước của ống gió P2, độ cao L từ ống gió 16 đến bộ cảm biến áp suất 12, và Biểu thức (12) nêu trên.

Tiếp theo, một cách để thu được sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy sẽ được mô tả. Fig. 3 là biểu đồ minh họa sự liên quan giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy. Trục hoành trên Fig. 3 biểu thị độ cao vật liệu nóng chảy (m) so với độ cao của ống gió (0,0 m). Trục tung trên Fig. 3 biểu thị tốc độ tăng của độ giảm áp suất (kPa/(m×phút)).

Biểu đồ được thể hiện trên Fig. 3 được tạo ra với các thông số vận hành, trong trường hợp mà lò cao có dung tích bên trong 5000 m^3 được sử dụng, trong khoảng thời gian khi không có sự cố vận hành. Tốc độ tăng của vật liệu nóng chảy mà tích tụ ở phần đáy của lò cao được tính bằng cách lấy diện tích đáy hữu hiệu của lòng lò của lò cao cho lượng sản xuất gang trên mỗi đơn vị thời gian (tỷ lệ tháo sắt: 2). Ở đây, diện tích đáy hữu hiệu của lòng lò của lò cao là giá trị thu được bằng cách nhân diện tích đáy của lòng lò của lò cao với tỷ lệ trống rỗng.

Vị trí ban đầu của độ cao vật liệu nóng chảy được thiết lập thấp hơn 4,0 m so với độ cao ống gió, và độ giảm áp suất được tính toán mỗi khi độ cao vật liệu nóng chảy tăng 0,5 m. Sau đó, tốc độ tăng của độ giảm áp suất được tính toán từ thời điểm cần thiết cho đến khi độ cao vật liệu nóng chảy đạt đến mỗi độ cao từ vị trí -4,0 m và giá trị giảm áp suất tại mỗi thời điểm. Do tính toán, có thể thu được biên dạng trên Fig. 3 mà minh họa sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy (m).

Theo phương pháp phát hiện độ cao nóng chảy theo phương án hiện tại, sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy trong Fig. 3 được xác định trước. Sau đó, khi phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy, thu được áp suất bên trong của phần hông lò và áp suất phía trước ống xả tại mỗi thời điểm t_1 và t_2 , tốc độ tăng của độ giảm áp suất thu được từ các giá trị này, L và Biểu thức (12) ở trên, và, bằng cách sử dụng tốc độ tăng và sự liên quan tương ứng ở trên, độ cao của vật liệu nóng chảy tích tụ ở phần đáy của lò cao được phát hiện. Trong ví dụ trên Fig. 3, khi tốc độ tăng của độ giảm áp suất được tính là $0,15 \text{ (kPa/(m} \times \text{phút))}$, đã phát hiện ra rằng vật liệu nóng chảy được tích lũy đến mức -1,0 m tính từ độ cao ống gió.

Như đã mô tả ở trên, sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy không bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ trống rỗng, đường kính hạt, và thể tích khí ở phần hông của lò. Do đó, phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy của phương án hiện tại để phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy bằng cách sử dụng sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất và độ cao vật liệu nóng chảy có thể được coi là phương pháp cho phép phát hiện độ cao của vật liệu nóng chảy

tích tụ ở phần đáy lò với độ chính xác cao hơn so với các phương pháp trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan. Ngoài ra, vì độ cao vật liệu nóng chảy có thể được phát hiện mà không cần thiết bị như điện cực, nên phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy của phương án hiện tại có thể được coi là phương pháp cho phép phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy với độ chính xác cao đồng thời cho phép ngăn việc tăng chi phí sản xuất gang.

Ngoài ra, khi độ cao vật liệu nóng chảy được phát hiện bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy được mô tả ở trên vượt quá ngưỡng đặt trước, thì tốt hơn là thực hiện hành động vận hành mà làm giảm tốc độ sản xuất vật liệu nóng chảy. Do hành động như vậy, có thể tránh được sự tích tụ quá nhiều vật liệu nóng chảy ở phần đáy của lò cao và tránh các rắc rối như giảm độ thẩm thấu khí và tắc nghẽn ống gió do xỉ nóng chảy. Ví dụ, hành động làm giảm tốc độ sản xuất vật liệu nóng chảy là giảm thể tích thổi khí từ ống gió 16. Thay vì hoặc với hành động vận hành mà làm giảm tốc độ sản xuất của vật liệu nóng chảy, có thể thực hiện hành động vận hành mà làm tăng tốc độ xả của vật liệu nóng chảy. Do hành động như vậy, có thể tránh được sự tích tụ quá nhiều vật liệu nóng chảy ở phần đáy của lò cao và tránh các rắc rối như giảm độ thẩm thấu khí và tắc nghẽn ống gió do xỉ nóng chảy.

Mặc dù ví dụ trong đó cảm biến áp suất 12 được bố trí ở đầu trên của phần hông lò 26 được đưa ra trong phương án sáng chế, nhưng đây không phải là lựa chọn duy nhất. Cảm biến áp suất 12 có thể được bố trí không chỉ ở đầu trên của phần hông lò 26 mà còn ở vị trí bất kỳ trong phạm vi của phần hông lò 26.

Danh sách ký hiệu viện dẫn

- 10 lò cao
- 12 cảm biến áp suất
- 14 cảm biến nhiệt độ
- 16 ống gió
- 18 lỗ tháo
- 20 thân chính lò cao
- 22 phần trục

- 24 phần bụng lò
- 26 phần hông lò
- 28 phần đáy lò
- 30 vật liệu nóng chảy
- 32 gang
- 34 xỉ nóng chảy
- 36 lớp quặng
- 38 lớp than cốc

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy dùng cho lò luyện kim có thân lò mà bao gồm phần hông lò và có nhiều ống gió qua đó luồng khí nóng được thổi vào phần dưới của thân lò, phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy bao gồm:

bước phát hiện độ cao của vật liệu nóng chảy tích tụ ở phần đáy của lò luyện kim, bằng cách sử dụng sự liên quan tương ứng giữa tốc độ tăng của độ giảm áp suất ở phần hông lò so với áp suất phía trước ống gió và độ cao của vật liệu nóng chảy.

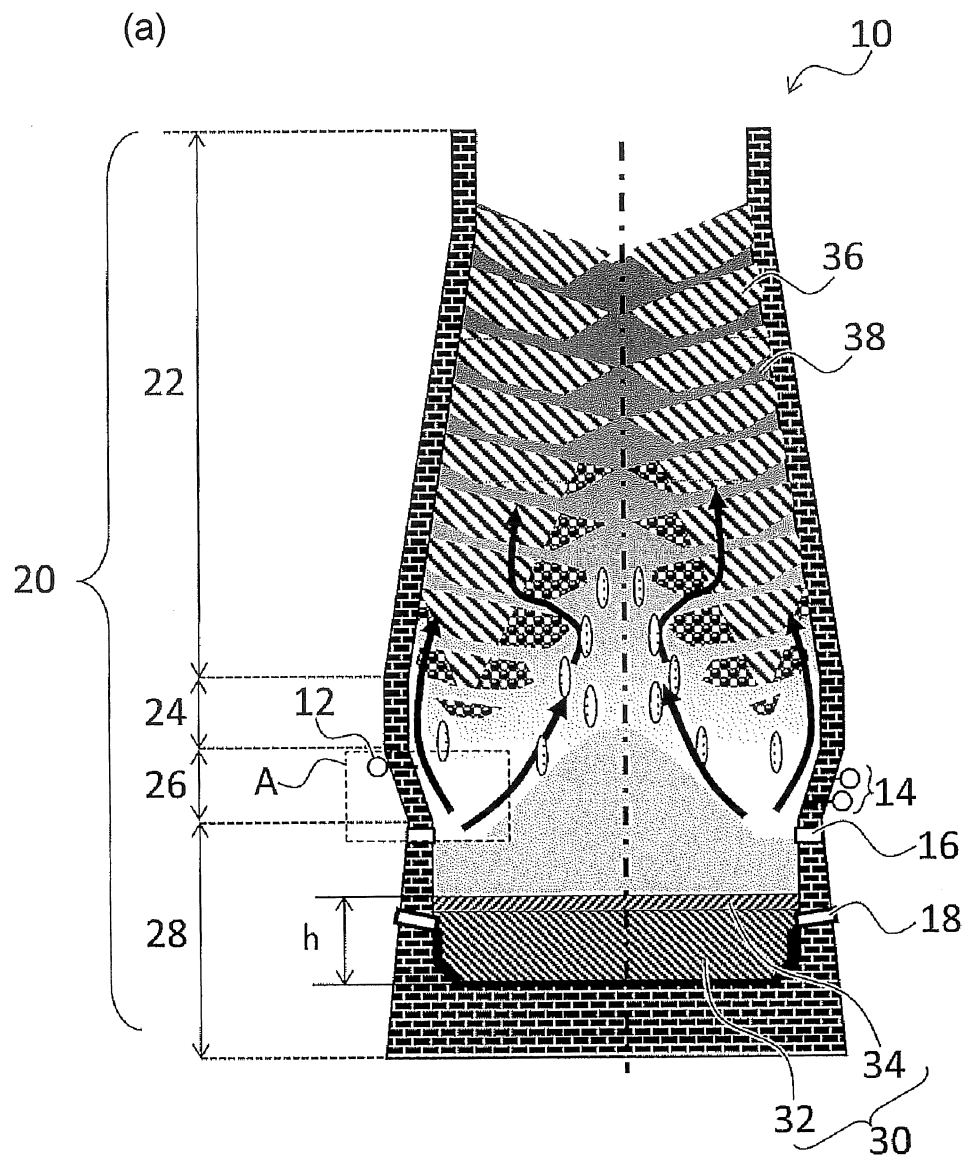
2. Phương pháp vận hành lò luyện kim bao gồm:

bước thực hiện, khi độ cao của vật liệu nóng chảy được phát hiện bằng cách sử dụng phương pháp phát hiện độ cao vật liệu nóng chảy theo điểm 1 vượt quá ngưỡng được xác định trước,

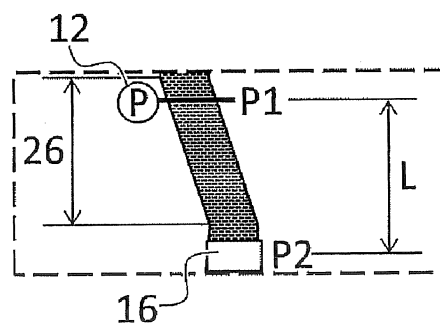
ít nhất một trong các hành động vận hành mà làm giảm tốc độ sản xuất vật liệu nóng chảy và hành động vận hành làm tăng tốc độ xả của vật liệu nóng chảy.

1/2

FIG. 1



(b)



2/2

FIG. 2

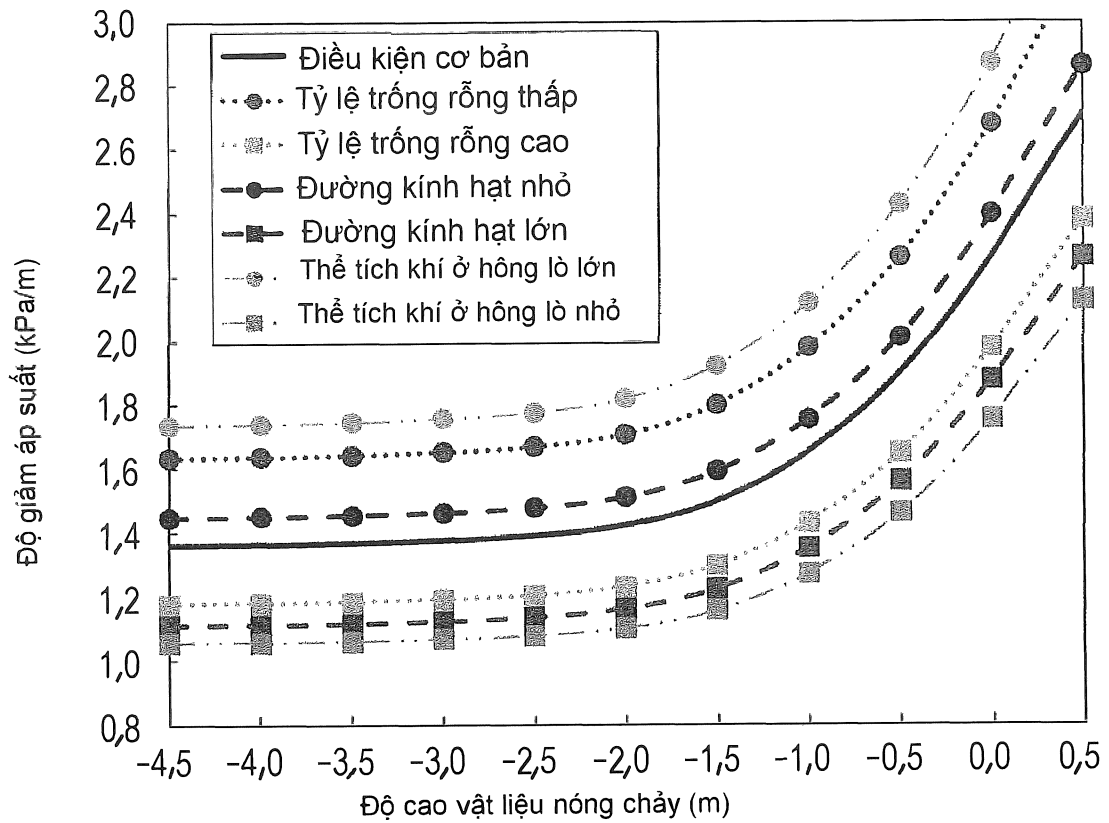


FIG. 3

